



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

CONCEPTUALIZACIÓN Y DISEÑO DE UN SOPORTE DE SUJECIÓN DE CÁMARA DIGITAL PARA UN COLPOSCOPIO

TRABAJO FINAL

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

REALIZADO

Andrea Fernández de la Torre

TUTORIZADO

Teresa Magal Royo

Valencia, julio 2021

conceptualización
y diseño de un
soporte
de sujeción de
cámara digital
para un colposcopio



Índice de contenido

1. Introducción.....	10
1.1. Objetivo.....	12
2. Importancia de la detección de enfermedades de la mujer mediante el uso de las nuevas tecnologías.....	15
3. Análisis del proceso en la exploración del útero en ginecología.....	19
3.1. Técnicas empleadas en la exploración del útero.....	20
3.1.1. Mecanismos y procesos.....	21
3.2. La exploración mediante colposcopio.....	27
3.2.1. Mecanismos, procesos y funcionalidad.....	27
4. Análisis de los criterios ergonómicos que influyen en el proceso de creación de imágenes durante la exploración del útero.....	37
4.1. Funcionalidad en la toma de imágenes por el usuario.....	37
4.1.1. Dimensiones del puesto.....	37
4.1.2. Postura de trabajo.....	41
4.2. Visualización y calidad de la imagen final mediante cámara.....	43
4.2.1. Cámara réflex digital.....	43
4.2.2. Calidad y resolución de la imagen digital.....	46
4.3. Posicionamiento de la cámara en el colposcopio.....	47
5. La cámara digital Apple™.....	51
5.1. Análisis de Software y de Hardware de un dispositivo iPhone 11.....	51
5.2. Características de la imagen digital final obtenida por el dispositivo del iPhone 11 y su implementación en el historial médico del paciente.....	56
6. Analizar los mecanismos y dispositivos de sujeción existentes en el mercado. ...	61
6.1. Soportes de apoyo a la conducción.....	61
6.2. Selfie stick™.....	64
6.3. Serie Osmo™.....	64
6.4. Conclusiones.....	67
7. Desarrollo conceptual del dispositivo de sujeción.....	71
7.1. Desarrollo de bocetos preliminares.....	71
7.1.1. Conclusiones del bocetado preliminar.....	77
7.2. Desarrollo de bocetos sobre la idea final.....	79
7.3. Desarrollo 3D y planimetría básica del modelo final mediante la creación de planimetría y/o imágenes digitales.....	80
7.3.1. Diseño del dispositivo final.....	86
8. Pliego de condiciones.....	91
8.1. Especificaciones técnicas del modelo diseñado y piezas comerciales.....	91

8.2.	Especificaciones técnicas de los materiales (características y suministros)..	93
8.3.	Condiciones técnicas sobre fabricación.	96
8.4.	Montaje del soporte de sujeción.	99
9.	Presupuesto de conceptualización y diseño del dispositivo.	100
9.1.	Realización de documento TFG.....	100
9.2.	Realización de material gráfico.	101
9.3.	Otros costes.	101
9.4.	Costes básicos e industriales.	103
10.	Conclusiones.....	109
11.	Bibliografía.	112
12.	Anexos.	116

Índice de imágenes.

Ilustración 1. Aparato reproductor femenino.	20
Ilustración 2. Modelos de espéculos.	21
Ilustración 3. Modelos de histerómetros.	22
Ilustración 4. Modelos de tórula estéril.	22
Ilustración 5. Proceso de colposcopia.	23
Ilustración 6. Histeroscopia.	23
Ilustración 7. Histerosalpingografía modelo.	24
Ilustración 8. Imagen obtenida durante una Histerosalpingografía.	24
Ilustración 9. Ecógrafo de mano.	25
Ilustración 10. Imagen obtenida en una ecografía ginecológica.	25
Ilustración 11. Proceso de cirugía laparoscópica.	26
Ilustración 12. Laparoscopio (instrumento).	26
Ilustración 13. Modelos de colposcopio.	28
Ilustración 14. Componentes del colposcopio tradicional.	29
Ilustración 15. Colposcopio Kolposkope E 19x fT80 Carl Zeiss.	30
Ilustración 16. Lentes binoculares ajustables.	31
Ilustración 17. Ruedas de ajuste de los aumentos de la lente.	31
Ilustración 18. Filtro verde.	32
Ilustración 19. Combinación de aumentos y filtro verde.	32
Ilustración 20. Vista trasera del colposcopio. Sistema de iluminación.	33
Ilustración 21. Modelos de soporte del colposcopio.	34
Ilustración 22. Altura del plano de trabajo para puestos de trabajo sentado (cotas en mm).	38
Ilustración 23. Pasos para la correcta colocación del sistema de ajuste y estabilidad del colposcopio.	39
Ilustración 24. Cotas de emplazamiento para las piernas en puestos de trabajo sentado (cotas en mm).	40
Ilustración 25. Arco de manipulación vertical en el plano sagital (cotas en mm).	40
Ilustración 26. Alcances horizontales (cotas en mm).	41
Ilustración 27. Modelos de silla para trabajo en altura con movilidad.	42
Ilustración 28. Silla para exploración ginecológica.	42
Ilustración 29. Esquema básico del funcionamiento de una cámara réflex SLR: a) fase de enfoque, b) fase de exposición.	44
Ilustración 30. Esquema básico del funcionamiento de una cámara réflex TLR.	45
Ilustración 31. Fórmula de inmunidad a las perturbaciones electromagnéticas.	47
Ilustración 32. Dimensiones y peso iPhone 11 (milímetros y gramos).	52
Ilustración 33. Dimensiones de la pantalla del iPhone 11 (en pulgadas).	52
Ilustración 34. Botones y conectores externos iPhone 11.	53
Ilustración 35. Visión general de las cámaras iPhone 11.	55
Ilustración 36. Soporte Aukey™.	61
Ilustración 37. Soporte Modohe.	62
Ilustración 38. Soporte Mpow 1.	63
Ilustración 39. Soporte Mpow 2.	63
Ilustración 40. Selfie stick.	64
Ilustración 41. Vista frontal y trasera OSMO Mobile 3.	65

Ilustración 42. Plegado del OSMO Mobile 3.....	65
Ilustración 43. DJI OM 4.	66
Ilustración 44. Abrazadera magnética OM 4.	66
Ilustración 45. Desarrollo bocetos preliminares.....	71
Ilustración 46. Mordaza.....	72
Ilustración 47. Opción 1.	73
Ilustración 48. Opción 2.	74
Ilustración 49. Opción 3.	74
Ilustración 50. Opción 4.	75
Ilustración 51. Opción 5.....	76
Ilustración 52. Agarre magnético opción 5.	77
Ilustración 53. Ajuste de la lente I.	78
Ilustración 54. Ajuste de la lente II.	78
Ilustración 55. Bocetado PIEZA_1.	79
Ilustración 56. Bocetado PIEZA_2.	80
Ilustración 57. Creación soporte N. °1 3D.	81
Ilustración 58. Visión lateral soporte N. °1 3D.	82
Ilustración 59. Aros magnéticos 3D.....	82
Ilustración 60. Soporte N. °2 3D.....	83
Ilustración 61. Visión lateral soporte N. °2 3D.	84
Ilustración 62. Vista frontal soporte N. °2 3D.....	84
Ilustración 63. Perspectiva soporte N. °2 3D I.	85
Ilustración 64. Perspectiva soporte N. °2 3D II.	85
Ilustración 65. Ensamblaje I.	86
Ilustración 66. Ensamblaje II.	87
Ilustración 67. Renderizado del soporte.....	87
Ilustración 68. Imanes.....	96
Ilustración 69. Fases del MDF.	97
Ilustración 70. Máquina de desbarbado.	97
Ilustración 71. Proceso de mecanizado.....	98
Ilustración 72. Proceso de mandrinado.....	98
Ilustración 73. Renderizado del explosionado.....	99

Índice de tablas.

Tabla 1. Distancia recomendada entre los instrumentos de comunicación HF móviles y portátiles y el colposcopio.	47
Tabla 2. Comparativa sobre la capacidad de los ficheros.	56
Tabla 3. Comparativa sobre las características entre soportes existentes en el mercado.	67
Tabla 4. Piezas diseñadas.	91
Tabla 5. Piezas comerciales.	92
Tabla 6. Propiedades del PLA.	94
Tabla 7. Propiedades físico-mecánicas del ABS.	94
Tabla 8. Costes realización documento TFG.	102
Tabla 9. Coste material de impresión ABS.	103
Tabla 10. Coste piezas diseñadas ABS.	104
Tabla 11. Coste compra elementos comerciales.	104
Tabla 12. Tiempo de operaciones.	105
Tabla 13. Coste maquinaria.	105

1. Introducción.

El presente trabajo trata sobre la conceptualización y diseño de un soporte de sujeción de cámara digital para un colposcopio, aparato utilizado para detectar signos de cáncer de útero en las mujeres. En concreto se ha trabajado con el modelo de colposcopio OMPI Kolposkope E 19x fT80 fabricado por la empresa Carl Zeiss.

El diseño de este dispositivo se centró en las necesidades demandadas por los doctores de la CLÍNICA ZAIDA ESPACIO DE SALUD, el Dr. José Andrés Guijarro Ponce y la Dra. María José Núñez Valera, sobre ergonomía y, en especial, sobre la mejora de visualización tanto durante la exploración ginecológica, como en la visualización de los resultados (imágenes) posteriores.

En primer lugar, se realizó una investigación exhaustiva sobre las diferentes técnicas utilizadas actualmente en ginecología en España. Posteriormente y, una vez elegido el tipo de soporte a diseñar, se efectuó una investigación sobre sujeciones similares disponibles en el mercado actual.

En el diseño se comenzó por la presentación de varios diseños preliminares, donde se eligieron los elementos a incorporar en el diseño final, así como el nuevo material a utilizar. A continuación, se planteó el diseño de detalle del nuevo sistema.

Dicho diseño se analizó tanto estéticamente como dinámicamente para ver si cumplía con todos los requisitos exigidos.

Para finalizar, se detalló el proceso de fabricación del diseño y se realizó un presupuesto de fabricación de este.

Palabras clave: colposcopio, sujeción, soporte, smartphone, cámara digital.

Abstract

This work deals with the conceptualization and design of a digital camera support for a colposcope, a device used to detect signs of uterine cancer in women. Specifically, we have worked with the WIPO Kolposkope E 19x fT80 colposcope model manufactured by the Carl Zeiss company.

The design of this device focused on the needs demanded by the doctors of the ZAIDA ESPACIO DE SALUD CLINIC, Dr. José Andrés Guijarro Ponce and Dr. María José Núñez Valera, on ergonomics and, especially, on visualization improvement both during the gynecological examination and in the visualization of the subsequent results (images).

First, an exhaustive investigation was carried out on the different techniques currently used in gynecology in Spain. Subsequently, and once the type of support to be designed had been chosen, an investigation was carried out on similar fasteners available in the current market.

The design began with the presentation of several preliminary designs, where the elements to be incorporated in the final design were chosen, as well as the new material to be used. Next, the detailed design of the new system was raised.

This design was analyzed both aesthetically and dynamically to see if it met all the required requirements.

Finally, the design manufacturing process was detailed, and a manufacturing budget was made.

Keywords: colposcope, holder, support, smartphone, digital camera.

1.1. Objetivo.

Diseñar y conceptualizar un soporte rígido para la sujeción de una cámara digital de móvil que permita obtener imágenes desde un colposcopio.

Objetivos secundarios:

- Analizar el proceso y la funcionalidad del colposcopio.
- Analizar los criterios ergonómicos que influyen en el proceso de creación de imágenes durante la exploración del útero.
- Analizar a nivel tecnológico la cámara digital Apple™ utilizada desde el punto de vista de hardware y de software.
- Analizar el tipo de imagen digital final y el proceso de implementación en el diagnóstico clínico.
- Analizar los mecanismos y dispositivos de sujeción existentes en el mercado.
- Aplicar los conocimientos estéticos y funcionales relacionados con el dispositivo de sujeción.
- Desarrollar conceptualmente el dispositivo final mediante la creación de planimetría y/o imágenes digitales.

investigación

análisis

&

búsqueda



2. Importancia de la detección de enfermedades de la mujer mediante el uso de las nuevas tecnologías.

En el campo de la medicina actual, la tecnología orientada al cuidado de las enfermedades de la mujer permite salvar vidas, mejorar la salud y, en muchos casos, crear una sanidad sostenible. En definitiva, los avances tecnológicos traen consigo una serie de ventajas y beneficios que deben ser aprovechados. Según el Hospital Virgen del Mar de Madrid, gracias al desarrollo de nuevos sistemas la estancia hospitalaria de pacientes ha sido reducida en un promedio de alrededor del 13%, (Hospital Virgen de Mar, 2021). Por ejemplo, en un informe realizado la pasada década en el Hospital Universitari Joan XXII de Tarragona, se realizó una experiencia con pacientes que permitió determinar que el uso de dispositivos ginecológicos de altas prestaciones junto con el proceso de seguimiento de las pacientes permitió mejorar el nivel de detección y solución de problemas ginecológicos, (Ojeda et al., 2002).

Otro de los beneficios más relevantes de la unión de la tecnología a la medicina, ha sido la realización de importantes estudios y análisis que han permitido que científicos y especialistas investiguen y examinen con más profundidad las diferentes enfermedades existentes en la actualidad. Es decir, no solo ha permitido conocer la teoría que hay detrás de cada enfermedad, sino especificar sus causas, lo que ocurre dentro del organismo cuando llega una enfermedad, qué hacer para prevenirla (en casos tan complejos como puede ser la detección de cáncer), qué hacer para detectarla, o qué protocolo sanitario hay que seguir una vez se haya detectado.

Según la Organización Mundial de la Salud existe un gran número de enfermedades que tienen una mayor incidencia en pacientes de género femenino. Es por ello por lo que la anatomía femenina o los cambios hormonales que se producen en la mujer son factores con gran incidencia en determinadas enfermedades, (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018).

Como resultado de estos avances de la tecnología en la medicina, además de producir la mejora y la evolución de diferentes tratamientos o procedimientos médicos, se ha fomentado que cada vez sean más las empresas que se dedican al desarrollo de productos y servicios dirigidos a las enfermedades específicas de las mujeres.

Según la revista MIT Technology Review, algunas de las tecnologías emergentes relacionadas con la salud femenina se centran en:

- Los sistemas que permiten obtener ecografías multidimensionales en mujeres embarazadas.
Las ecografías 5D y 6D utilizan técnicas no invasivas de ultrasonido a través de las cuales se obtiene una reconstrucción volumétrica muy realista de las estructuras fetales en movimiento, dando la posibilidad de visualizar a tiempo real y, generalmente, de forma nítida, la cara o las extremidades del feto y sus movimientos.
También, ofrece un seguimiento constante del desarrollo gestacional del bebé. De esta forma, se consigue conocer sus latidos cardiacos, sus movimientos respiratorios, el estado de la piel, la grasa, la musculatura o líquidos y, además, detectar con precisión quistes o adherencias.
- Reconstrucciones de pecho con cirugía.

Esta técnica consiste en la reconstrucción mamaria mediante el uso de la técnica DIEP (Deep Inferior Epigastric Perforator), a la que una mujer puede someterse después de una mastectomía, es decir, la extirpación quirúrgica de una o ambas mamas de manera parcial o completa. Concretamente, se utiliza el tejido autólogo, o tejido sano, extraído de la zona inferior del abdomen sin necesidad de destruir ningún músculo y manteniendo intacta la pared abdominal, (Antolín, 2019).

- Reconstrucciones de pecho sin cirugía.

El proceso tradicional que se debe seguir tras una operación de mastectomía -citada anteriormente- para la reconstrucción del pecho exige que el cirujano coloque un expansor de tejido debajo del músculo que se llenará de solución salina en las próximas visitas de la paciente al centro médico. Sin embargo, existe un dispositivo que sigue esta misma línea de funcionamiento, pero con una dinámica diferente. Este aparato se denomina AeroForm™ y se coloca de la manera habitual en el momento de la operación, con una pequeña dosis de CO2 comprimido. Después del tiempo estipulado por el doctor, la paciente debe utilizar un mando inalámbrico para iniciar el proceso de expansión de manera paulatina.

Esto ha permitido que sean las mujeres las que completen el tratamiento desde sus casas, sin constantes visitas al doctor, ni la exposición a las agujas. Después de este tratamiento, el médico puede avanzar a la siguiente fase y colocar un implante mamario, (Acerca de la reconstrucción mamaria, 2019).

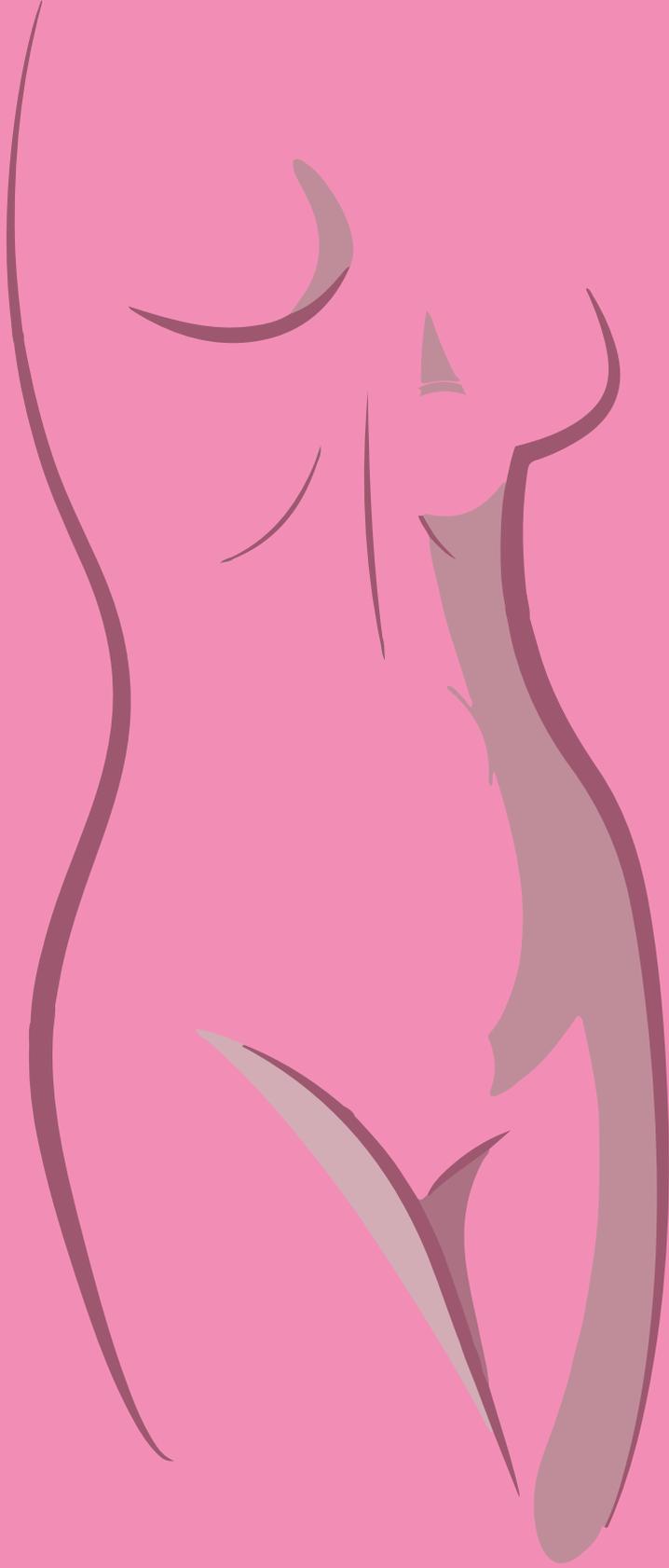
- Marcadores biológicos sanguíneos para el diagnóstico no invasivo de la endometriosis.

La endometriosis es una enfermedad que se caracteriza por el crecimiento del tejido del endometrio (el tejido que recubre la matriz del útero y que se desprende durante la menstruación) en la cavidad pelviana, fuera de la matriz. En la actualidad, la única forma viable para su diagnóstico es realizar una cirugía de mínimo acceso que permite visualizar los depósitos endometriales dentro del abdomen.

Es por ello por lo que se llevó a cabo una investigación sobre si un análisis de sangre podría ser capaz de diagnosticar la enfermedad, pudiendo reducir la necesidad de intervención quirúrgica en un grupo de pacientes significativo. Sin embargo, en la actualidad aún no se ha logrado detectar un marcador biológico útil para este diagnóstico, (Nisenblat et al, 2016).

En el caso de las enfermedades específicas del género femenino, la incorporación de la tecnología en la medicina ha supuesto un aumento en la calidad de vida de las pacientes afectadas. Por ello, gracias a esta combinación es posible detectar distintas enfermedades de manera temprana, a través de procesos o sistemas menos invasivos y que resultan más fáciles de llevar a cabo, ya que se aumenta la precisión en la detección precoz de las enfermedades de la mujer, se reduce el nivel de dolor en los procesos de diagnóstico y se da más visibilidad a este tipo de problemas, (Mullin, 2016).

ginecología



procesos

&

mecanismos

3. Análisis del proceso en la exploración del útero en ginecología.

Según el centro médico de fertilidad *Center for Human Reproduction*, propiedad de la compañía farmacéutica Merck Sharp & Dohme, una evaluación ginecológica general debe englobar, en primer lugar, todos aquellos datos que se encuentran recogidos en el historial clínico hospitalario o la anamnesis del paciente y, en segundo lugar, un examen ginecológico que debe ser practicado periódicamente.

La anamnesis inicial se crea a partir de una serie de entrevistas personales y preguntas que el médico realiza en la consulta, (Barad, 2019).

Los temas tratados suelen ser los siguientes:

- Los períodos menstruales previos y presentes.
Se debe concretar la edad de la mujer al inicio de la menstruación (menarquía); la frecuencia, regularidad, la fecha del último periodo y la abundancia del sangrado; o si la paciente presenta síntomas de enfermedad (dolor en la zona, cólicos o sangrado anormal).
- Embarazos anteriores.
Se debe conocer cuántos embarazos ha tenido la paciente y la fecha de estos, si se produjo algún tipo de complicación, y cómo terminaron esos embarazos (parto natural o inducido, aborto espontáneo...).
- Se estudia la actividad sexual para determinar si existe algún riesgo de infecciones ginecológicas o lesiones en el aparato reproductor.
- Se recopila información sobre los métodos anticonceptivos utilizados.
- Durante esta exploración se indaga sobre posibles problemas mamarios, tales como dolor, bultos áreas enrojecidas y secreción por el pecho.
- Por último, se suelen revisar todos los fármacos consumidos por parte de la paciente, tanto los recetados como los de venta libre (drogas, alcohol o tabaco) ya que este tipo de sustancias pueden provocar problemas en las funciones ginecológicas.

En el examen ginecológico de carácter físico y periódico, generalmente se emplean distintos dispositivos, internos y externos, que examinan el aparato reproductor de la mujer.

Este examen no suele llevarse a cabo en mujeres hasta que cumplen los 21 años, a no ser que exista algún problema, como por ejemplo menstruación irregular, dolor pélvico o secreción vaginal (Barad, 2019).

La exploración pélvica incluye los siguientes elementos:

- Exploración de los órganos reproductores externos.
- Exploración de los órganos reproductores internos, (ver ilustración 1).

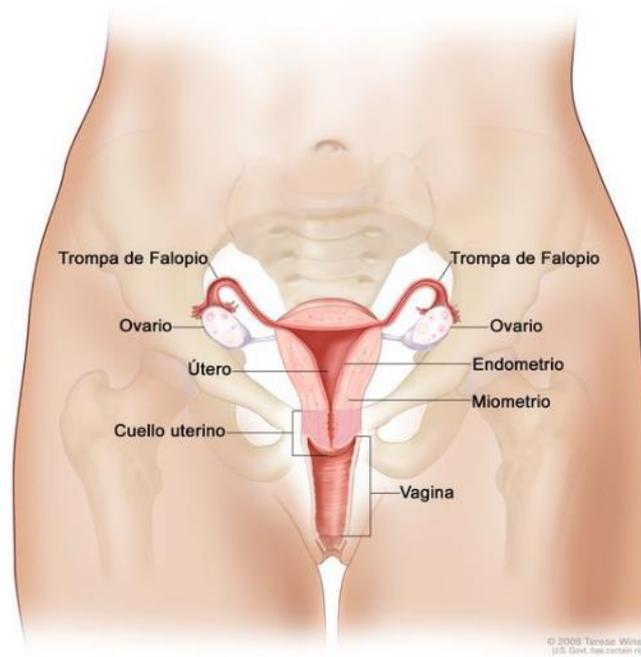


Ilustración 1. Aparato reproductor femenino.

Fuente: National Institutes of Health (NIH). Instituto Nacional del Cáncer, 2021.

3.1. Técnicas empleadas en la exploración del útero.

Las técnicas que en la actualidad se utilizan para la exploración del útero tienen como finalidad la detección de posibles tumoraciones abdominales, tumores ginecológicos o la existencia de embarazo. Por lo tanto, se centran en el reconocimiento interno y externo de la zona genital, (Seguranyes Guillot, 2000).

Las técnicas de exploración física interna son consideradas invasivas y producen una sensación de una intrusión en la intimidad y puede producirse una situación de estrés emocional. Por ello se intenta que los instrumentos y técnicas empleadas en este proceso sean lo más cómodas y confiables para la paciente, (Seguranyes Guillot, 2000).

Para practicar una exploración ginecológica del útero, se aconseja que la mujer reúna una serie de condiciones físicas tales como:

- Encontrarse en el periodo post-menstrual.
- Vaciado previo de vejiga e intestinos.
- Relajación muscular.
- Situarse en la posición ginecológica indicada por el médico.

La posición ginecológica más utilizada suele ser la litotomía o decúbito dorsal. Con ella, la paciente debe colocarse tumbada boca arriba con las caderas y las rodillas flexionadas y con las nalgas al borde de la camilla de exploraciones. (Seguranyes Guillot, 2000).

A continuación, se realizará un estudio de las diferentes técnicas empleadas en la evaluación de los órganos reproductores internos mencionados anteriormente.

Por lo general, el especialista realiza un reconocimiento de la vagina y el cuello de la matriz o útero. Este proceso comienza con la distensión de los tejidos alrededor del orificio de la vagina (labios) con el fin de evaluar la abertura.

Algunos de los mecanismos o procesos utilizados habitualmente en la exploración del útero son, (Seguranyes Guillot, 2000):

- Especuloscopia.
- Tacto vaginal.
- Histerometría.
- Examen de flujo.
- Colposcopia.
- Histeroscopia.
- Histerosalpingografía.
- Ecografía ginecológica.
- Laparoscopia diagnóstica.

3.1.1. Mecanismos y procesos.

Especuloscopia.

Proceso llevado a cabo durante la primera parte del examen médico en la que es necesario introducir un instrumento llamado espéculo. Este aparato es un pequeño utensilio, de plástico o metal, moldeado en forma de pico de pato cuya función es poner al descubierto el cuello del útero abriéndose en el interior de la vagina, (ver ilustración 2). De esta forma, es posible ver las lesiones de la pared vaginal desde un punto de vista macroscópico. En especial, se detectan señales de irritación o de cáncer de cuello uterino.

En este caso el doctor puede usar un cepillo de plástico para obtener una muestra que será analizada. Esta prueba se denomina citología, (Seguranyes Guillot, 2000).



Ilustración 2. Modelos de espéculos.

Fuente: Síntesis. Biblioteca digital dinámica, 2021.

Tacto vaginal.

Durante la segunda parte de la evaluación ginecológica, el médico debe introducir los dedos índice y corazón en el interior de la vagina de la paciente, colocando la otra mano en la zona inferior del abdomen.

Esta técnica es usada para conocer la forma, la situación y el tamaño, además de la consistencia y la movilidad del útero y los ovarios de la paciente, (Seguranyes Guillot, 2000).

Histerometría.

Proceso que permite medir la longitud del útero mediante el histerómetro, un instrumento metálico maleable de unos 25 centímetros de longitud y de 2 a 3 centímetros de diámetro, (ver ilustración 3).

Para llevar a cabo este tipo de evaluación es necesario realizar previamente un tacto vaginal bimanual y una especuloscopia que permitirá la correcta visualización del útero. (Seguranyes Guillot, 2000).



Ilustración 3. Modelos de histerómetros.

Fuente: Síntesis. Biblioteca digital dinámico, 2021.

Examen de flujo.

Consiste en la toma de muestras del flujo vaginal con una tórula estéril (ver ilustración 4), sobre todo en la zona de la glándula de Bartolino, (Seguranyes Guillot, 2000).



Ilustración 4. Modelos de tórula estéril.

Fuente: copanusa.com, 2021.

Colposcopia.

Método para diagnosticar el cáncer de cuello de útero a través del uso de un instrumento óptico iluminado llamado colposcopio, (ver ilustración 5).

Este sistema proporciona unas imágenes del tejido que se está examinando. Sin embargo, al no permitir conocer las características de las células de ese tejido, esta prueba se emplea como método de diagnóstico complementario a una citología previa, (Seguranyes Guillot, 2000).

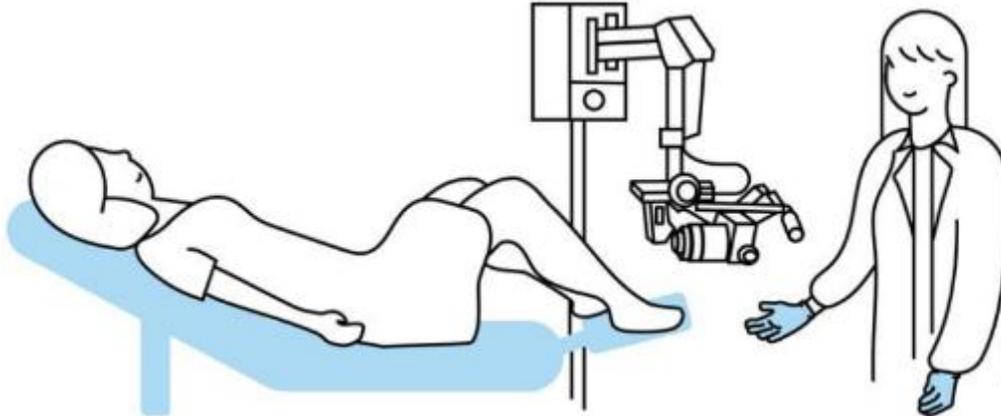


Ilustración 5. Proceso de colposcopia.

Fuente: *plannedparenthood*, 2021

Histeroscopia.

Es el mejor procedimiento conocido para evaluar con precisión el interior del útero o matriz. En concreto, se examina la abertura hacia el útero (cuello uterino), el interior de este y las trompas de Falopio. Este sistema permite tanto el diagnóstico de problemas de sangrado en las mujeres, como la extracción de pólipos o fibromas a través de biopsia. Se utiliza un instrumento delgado y ligero que envía imágenes a un monitor de vídeo y que es llamado histeroscopio (ver ilustración 6), dando nombre al método de examen, (Seguranyes Guillot, 2000).



Ilustración 6. Histeroscopio.

Fuente: *endoscopiapuebla.org*, 2021.

Histerosalpingografía.

Consiste en una prueba radiológica que permite observar el estado y el nivel de permeabilidad de las trompas de Falopio y el útero con el fin de descartar anomalías que puedan intervenir en el proceso de fecundación mediante el uso de un líquido de contraste, (ver ilustración 7).

Durante este examen, el médico especialista deberá introducir en primer lugar un espéculo por la vagina de la paciente para dilatarla. Más tarde, se introducirá un tubo por el que se administrará el líquido contraste. Este contraste teñirá el útero y las trompas de Falopio, mejorando la visibilidad en la radiografía (ver ilustración 8), (Seguranyes Guillot, 2000).

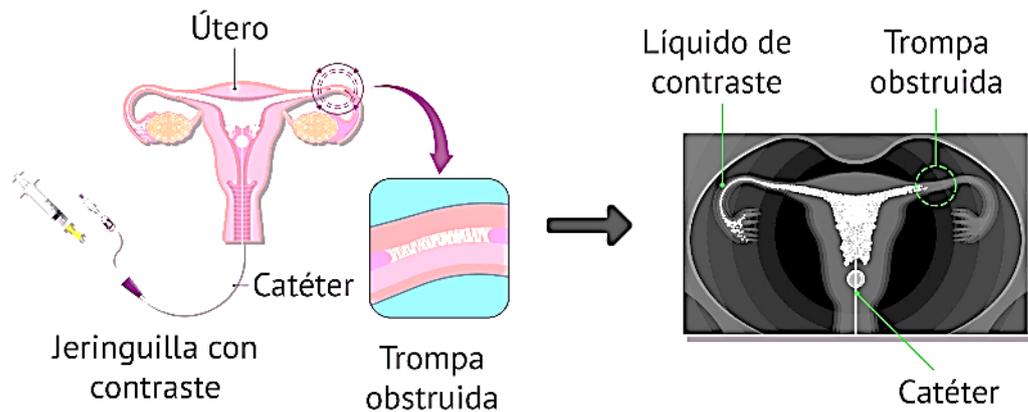


Ilustración 7. Histerosalpingografía modelo.

Fuente: reproduccionasistida.org, 2021.

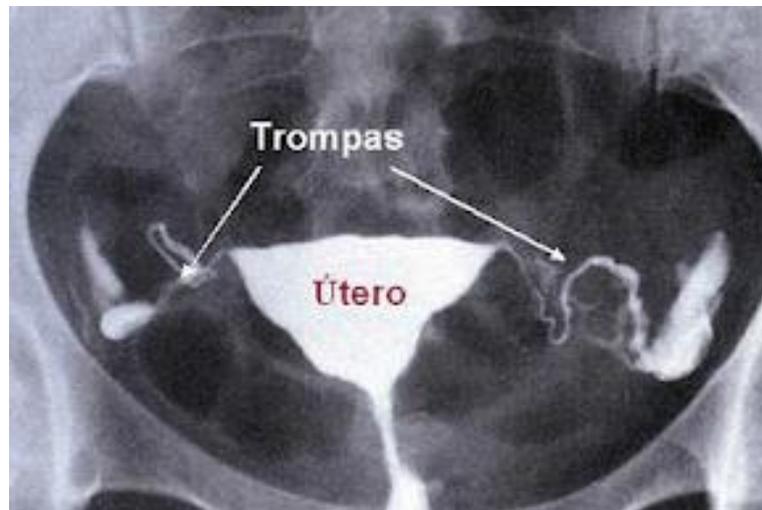


Ilustración 8. Imagen obtenida durante una Histerosalpingografía.

Fuente: cmjorgani.com, 2021.

Ecografía ginecológica.

Método de imágenes y ultrasonidos más usado en ginecología. El sistema de ultrasonidos funciona a través de ondas sonoras de alta frecuencia que producen eco en el cuerpo, facilitando su visualización en una pantalla externa, (ver ilustración 9 y 10).

Proyecto Fin de Grado: Conceptualización y diseño de un soporte de sujeción de cámara digital para un colposcopio.

En dicha imagen pueden observarse las llamadas zonas eco-negativas, es decir, partes negras de la imagen que corresponden a líquidos (agua, sangre, suero...), y las zonas eco-positivas, correspondiendo habitualmente a sólidos (hueso, tumor...), (Seguranyes Guillot, 2000).



Ilustración 9. Ecógrafo de mano.

Fuente: medicalexpo.es, 2021.



Ilustración 10. Imagen obtenida en una ecografía ginecológica.

Fuente: obgyn.com, 2021.

Cirugía laparoscópica.

Este procedimiento consiste en la realización de una cirugía que busca alguna anomalía tanto en el abdomen como en el aparato reproductor de la mujer. En este caso, se inserta un tubo delgado llamado laparoscopio a través de una pequeña incisión en el abdomen.

Este tubo lleva incorporada una cámara que envía imágenes a un monitor de vídeo, lo que permite al especialista ver el interior del cuerpo de la paciente, (National Institutes of Health [NIH], s.f.). Normalmente es usada para el diagnóstico de tumores, obstrucciones, sangrados o infecciones asegurando un periodo de ingreso menor para la paciente y una recuperación más rápida que la que supondría una cirugía tradicional, (ver ilustración 11 y 12).

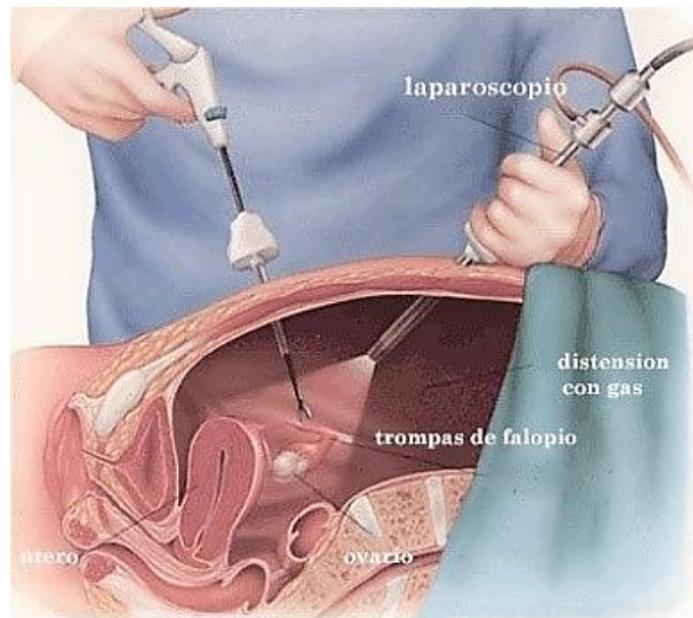


Ilustración 11. Proceso de cirugía laparoscópica.

Fuente: Colegio Médico de Perú, 2021.



Ilustración 12. Laparoscopio (instrumento).

Fuente: medicalexpo.es, 2021.

Una vez estudiados todos los procesos y dispositivos que pueden ser utilizados durante un examen ginecológico, se puede comprobar que una de las técnicas que resultan menos invasivas para la mujer es la que se realiza con el colposcopio, ya que este aparato permite la visualización macroscópica y microscópica tanto del exterior como del interior del aparato reproductor femenino sin ser necesario su manipulación. Por ello, en el siguiente apartado se describirá el proceso de exploración del útero mediante una colposcopia para analizar su funcionalidad desde el punto de vista ergonómico.

3.2. La exploración mediante colposcopio.

Junto con la citología y la histología, la colposcopia forma parte del trípode en el que se basa el diagnóstico de las lesiones del tracto genital inferior.

La colposcopia se lleva a cabo cuando a la paciente se le ha realizado previamente una citología de cérvix -también conocida como test de Papanicolau- en la que se han detectado células anormales que podrían ser cancerosas o precursoras de cáncer de cuello uterino, (Tatti, 2008:95).

Este tipo de prueba sirve para examinar el cuello uterino, la vagina y el conjunto de la vulva mediante una vista magnificada con el fin de detectar signos de enfermedad, áreas anormales o sospechosas para su estudio histológico posterior. Algunos de estos signos pueden ser:

- Verrugas genitales.
- Cervicitis. Inflamación del cuello del útero.
- Signos precancerosos en el tejido del cuello del útero, la vagina o la vulva.

En el caso de que el médico encuentre un área inusual durante la colposcopia, debe tomar una muestra de tejido (biopsia) para un análisis de laboratorio. La duración aproximada del examen oscila entre 10 y 20 minutos y se realiza en la consulta médica, (Litin, 2002). El procedimiento que se debe seguir al realizar una colposcopia es similar al que se debe realizar en la mayoría de las pruebas ginecológicas.

En primer lugar, se debe introducir un espéculo metálico en la vagina de la paciente para poder mantener el cuello uterino dilatado. Seguidamente, se colocará un instrumento que incorpora unas lentes binoculares de aumento a pocas pulgadas de distancia de la vulva por el que el médico mirará a través. También se usará una luz brillante para iluminar la vagina de la paciente. Por último, el especialista podrá pasar un hisopo con algodón por el cuello del útero y la vagina para limpiar la mucosidad o incluso aplicar una solución de vinagre por el área, lo cual causará una leve sensación de hormigueo, (Litin, 2002).

3.2.1. Mecanismos, procesos y funcionalidad.

Los orígenes del colposcopio se remontan al año 1925 cuando el Dr. Hans Peter Hinselman (1894-1957) publicó un artículo llamado "*Mejoría de las posibilidades de inspección de vulva, vagina y cérvix*" sobre la utilidad de este aparato en la clínica ginecológica. Hinselman fabricó el primer colposcopio con la empresa Leitz, creando un aparato de visión binocular de distancia focal larga de 14 centímetros, con luz blanca integrada y tres aumentos intercambiables de 10x, 20x, 40x aumentos montados con un sistema de tornillos y palancas para adaptar el sistema óptico a las necesidades de cada usuario.

A lo largo del tiempo este sistema ha sufrido un gran número de modificaciones, lo que ha llevado a la creación de varios modelos. Sin embargo, todas estas modificaciones han respetado la existencia de características básicas, como por ejemplo la distancia focal. Esta distancia se define como aquella que se encuentra entre

el objetivo, es decir, la lente, y la superficie a estudiar, y varía entre los doscientos cincuenta y los trescientos milímetros. (Ruíz Moreno, 2010).

Actualmente se puede decir que un colposcopio es un microscopio especialmente diseñado para procesos ginecológicos de campo estereoscópico binocular de bajo aumento que incorpora una luz blanca. Es un equipo óptico especializado para la exploración visual sobre el cual no existe una clasificación específica, (Andía, et al. 2018). No obstante, sí que existe una clasificación sanitaria que lo considera como un producto sanitario de clase I de conformidad con el anexo IX de la Directiva 93/42/CCE *relativa a los productos sanitarios*.

Una de las últimas incorporaciones realizadas en los colposcopios de última generación es la incorporación de sistemas de cámara y video en los modelos más recientes. Estos elementos son opcionales y ayudan a obtener una imagen digital de la exploración que permite a los médicos analizar la zona con mayor detenimiento. Sin embargo, estos accesorios incrementan el coste del equipo, lo que puede suponer un gran inconveniente para clínicas pequeñas o con recursos limitados (Leisengang, 2013).

Los tipos de colposcopios existentes en el mercado se dividen en, (ver ilustración 13):

- Colposcopio binocular tradicional en base al uso de lentes de aumento.
- Videocolposcopios, que permiten grabar la intervención o sesión en formato de imagen digital.



Ilustración 13. Modelos de colposcopio.

Fuente: (Leisengang, 2013).

Según la compañía de colposcopios Leisengang, las características de funcionamiento de estos aparatos se dividen en, (ver ilustración 14):

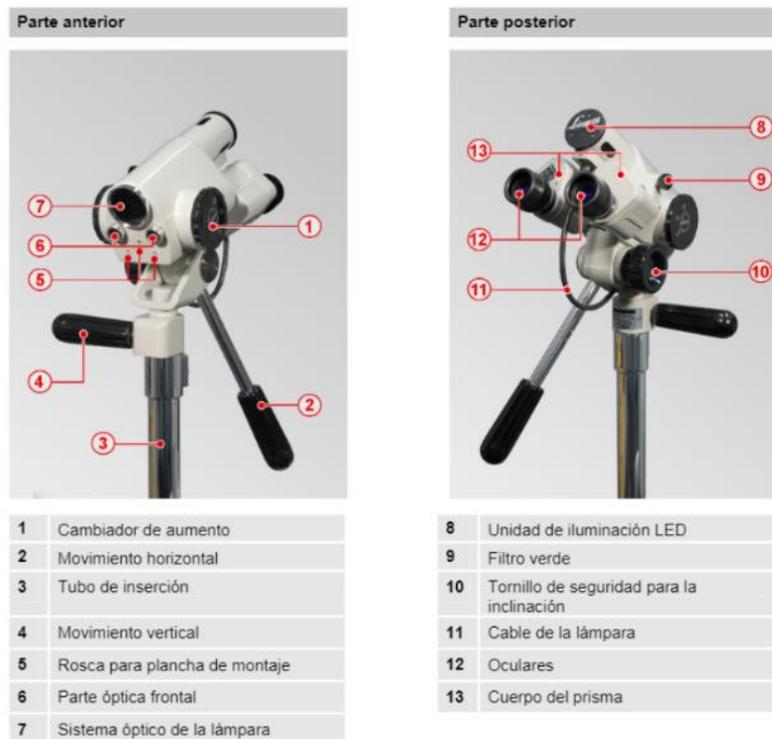


Ilustración 14. Componentes del colposcopio tradicional.
Fuente: (Leisengang, 2013).

El dispositivo que dispone la CLÍNICA ZAIDA ESPACIO DE SALUD y que utilizan normalmente en las sesiones de exploración ginecológica es el modelo de colposcopio OMPI Kolposkope E 19x FT80 fabricado por la empresa Carl Zeiss.

Este modelo es el que va a ser analizado en el presente proyecto TFG y que permitirá desarrollar el diseño de soporte que necesita la clínica para mejorar la funcionalidad del dispositivo.

El dispositivo presenta un cabeza binocular con dos aperturas oculares con una serie de lentes que permiten aumentos en un rango comprendido entre 3.5x hasta 19x. Permite trabajar desde una distancia de 250 o 300 milímetros y dispone de un sistema de suspensión estativo o de estabilización del dispositivo para la mejora de la imagen obtenida, (ver ilustración 15).



Ilustración 15. Colposcopio Kolposkope E 19x FT80 Carl Zeiss.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

El modelo OMPI Kolposkope está formado por tres partes:

- El cabezal, que incluye el sistema microscópico de juego de lentes.
- El sistema de iluminación.
- El soporte o base, también llamado pedestal o sistema de apoyo.

En el cabezal del sistema se sitúa una lente (el objetivo) que determina desde donde se medirá la distancia focal. En el extremo contrario de este se sitúan los binoculares, los cuales permiten su movimiento y adaptación en base a la comodidad del usuario, en este caso el médico especialista, (ver ilustración 16).

Con esta adaptación el médico es capaz de ver una imagen nítida a través de las lentes. El modelo permite compensar la ametropía (miopía o hipermetropía) mediante oculares ajustables con un rango de +7 hasta -7 dioptrías. Por lo tanto, los usuarios del dispositivo no necesitan usar sus gafas durante la exploración, (García Acevez, 2009).



Ilustración 16. Lentes binoculares ajustables.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Además, se debe destacar la existencia de un filtro verde posicionado en el interior del cabezal, (ver ilustración 18 y 19). Este filtro bloquea la luz roja y la azul y deja pasar la luz verde, de este modo se aumenta el contraste de la imagen y los vasos sanguíneos se representan de forma más nítida. Por lo tanto, sirve para ver el patrón vascular de la paciente.

En el modelo existe un sistema de rodillos laterales que accionarán la interposición de este filtro, así como el cambio de aumento y el enfoque de las lentes, (ver ilustración 17).

El número de aumentos puede variar entre el 6x al 40x, siendo el aspecto más importante la presencia de más de una lente de aumento que permita utilizar el menor de ellos para una vista panorámica y los mayores para generar vistas de detalle. A mayor aumento, la cantidad de iluminación necesaria será menor, (García Acevez, 2009).



Ilustración 17. Ruedas de ajuste de los aumentos de la lente.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

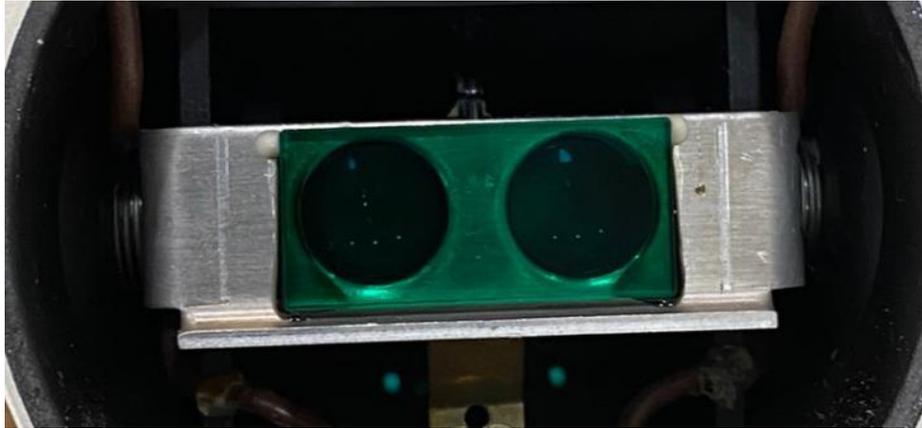


Ilustración 18. Filtro verde.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

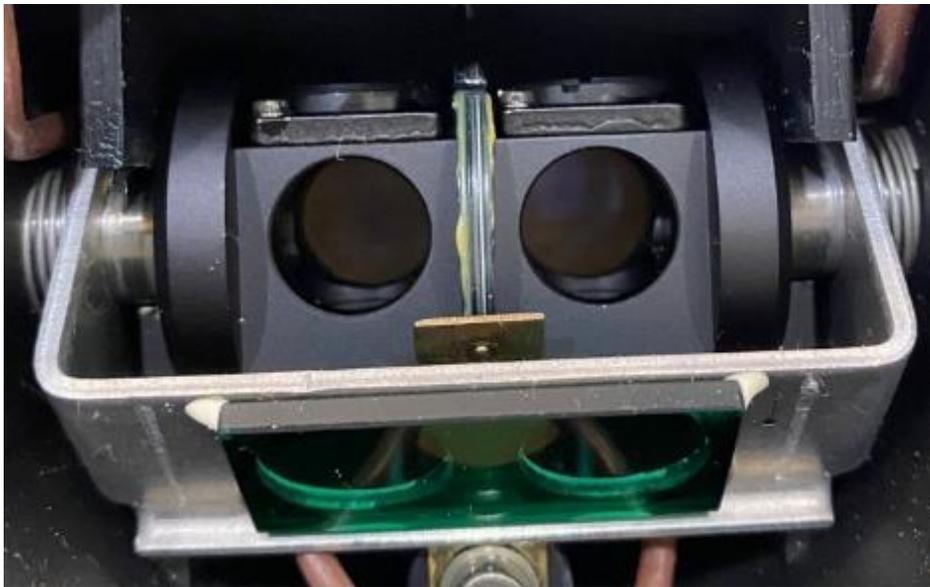


Ilustración 19. Combinación de aumentos y filtro verde.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

El sistema de iluminación, en los aparatos más antiguos era común el uso de tungsteno o halógeno, aunque en la actualidad, los nuevos dispositivos ya han incorporado la iluminación LED, con una intensidad de 45.000-52.000 lx y una temperatura de color entre 5.700-6.000 K.

Dicha iluminación puede estar situada tanto en el cabezal como en la base del colposcopio, (ver ilustración 20). En el caso de que se coloque en la base, se utilizará un cable de fibra óptica, (García Acevez, 2009).



Ilustración 20. Vista trasera del colposcopio. Sistema de iluminación.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Existen varios sistemas de soporte o estabilidad, (ver ilustración 21), pudiendo variar entre un apoyo fijo o móvil. Los soportes móviles deben adecuarse a la funcionalidad del espacio físico que se disponga en la sala para garantizar la facilidad de manejo dentro de un área concreta.

Estos mecanismos pueden ser montados en soportes de suelo con ruedas para facilitar su desplazamiento, ser suspendidos de un soporte de techo o pared o bien pueden ser anclados a la mesa de exploración simulando un brazo flotante que permite un ajuste de posición más fácil.

Los sistemas más recomendados por los expertos varían entre el anclaje a soportes de piso con ruedas o anclaje a la mesa de exploración, ya que mejoran la disposición del espacio dentro del consultorio y no producen ningún tipo de molestia a la paciente, (García Acevez, 2009).



Ilustración 21. Modelos de soporte del colposcopio.

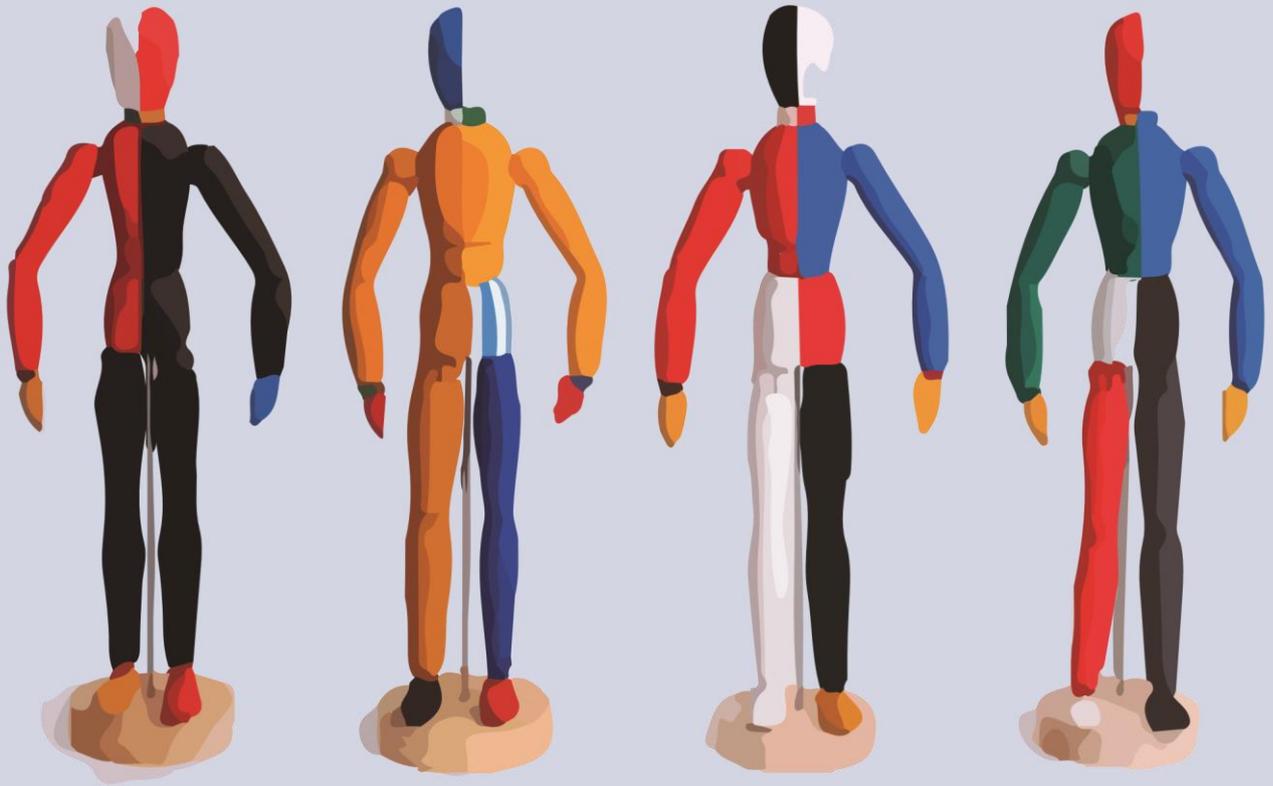
Fuente: (Leisengang, 2013).

Por último, debe ser conocido que tanto el peso como las medidas de este producto cambian según el modelo.

En el caso del peso, se producen variaciones de entre 1850 y 2750 gramos, pudiéndose elevar esta cifra a 3000 gramos en el caso de los video colposcopios.

Por otro lado, las medidas estándar del instrumento suelen oscilar entre 605x135x205 mm y 640x135x245 mm, siendo 660x135x210 mm las medidas más típicas de un colposcopio, (García Acevez, 2009).

Por tanto, puede decirse que un colposcopio es un dispositivo ligero que puede manejarse fácilmente y que, además, dispone de un soporte inferior con ruedas que permite su desplazamiento en la sala donde se encuentre, ajustándose a las necesidades del médico y de la paciente acostada en la camilla. El uso de la zona superior mediante un mango favorece la precisión en el ajuste no solo en la localización de la zona a oscilar, sino que también al ajuste de la imagen que se quiere obtener. Por último, el ajuste de las lentes en la parte superior permite verificar el aumento y la precisión en la toma de imagen final, así como su nitidez.



ergonomía

usuario

&

cámara

4. Análisis de los criterios ergonómicos que influyen en el proceso de creación de imágenes durante la exploración del útero.

En este apartado se evaluarán los aspectos ergonómicos que garantizan una correcta realización del examen médico por parte del usuario, y que evitan cualquier tipo de lesión de este. Así mismo, se analizará toda aquella normativa que optimice tanto el espacio de trabajo como la postura que debe adoptar el especialista, para determinar finalmente el posicionamiento más adecuado para incorporar una cámara externa al colposcopio.

De manera complementaria y en función de las características del modelo de colposcopio sobre el cual se van a diseñarse el dispositivo, se examinarán los aspectos técnicos que aseguran la obtención y la visualización de una imagen de calidad.

4.1. Funcionalidad en la toma de imágenes por el usuario.

Para el dispositivo de sujeción que va a diseñarse, se analizará exclusivamente la postura que debe adoptar el médico especialista en el momento de la evaluación. Se debe tener en cuenta que, normalmente, para este examen el doctor debe estar sentado sobre una silla en dirección hacia la mesa de exploración.

Según el Centro Nacional de Condiciones de Trabajo (1998), que rige las condiciones que se deben cumplir en este tipo de trabajos, la normativa a seguir será aquella relativa a la ergonomía de los espacios de trabajo en oficinas, (Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, 1998).

Siendo esta:

- NTP 242: Ergonomía: análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas.
- NTP 1029: Ergonomía en el laboratorio: requisitos de diseño de mobiliario y equipos.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. (BOE 7.8.1997).
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. (BOE 23.4.1997).

Para este análisis ergonómico, se estudiarán los siguientes aspectos:

- Dimensiones del puesto.
- Postura de trabajo.

4.1.1. Dimensiones del puesto.

Con el fin de realizar un trabajo de forma eficaz, el puesto de trabajo debe adaptarse a las dimensiones corporales del usuario y respetar tanto las posturas como los movimientos naturales de este.

Como consecuencia, este diseño tendrá en cuenta las medidas estándar de las personas de mayor y menor estatura, es decir, los percentiles 95 - 5, ya que son aquellas que pueden tener dificultades a la hora de lograr el confort. Además, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Altura del plano de trabajo.
- Espacio reservado para las piernas.
- Zonas de alcance óptimas.

Según la normativa NTP 242 (Ergonomía: análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas), la altura óptima del plano de trabajo sentado se clasifica en función del tipo de trabajo que se realice, si requiere precisión, si hay exigencias de tipo visual o si se requiere un esfuerzo mantenido, (Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, 1998).

En este caso, la realización de una colposcopia es un proceso que requiere todos los aspectos citados anteriormente, por lo que las dimensiones del diseño variarán entre 900-1100 milímetros para los percentiles más altos (95), y entre 800-1000 milímetros para los percentiles más bajos (5), (ver ilustración 22).



Ilustración 22. Altura del plano de trabajo para puestos de trabajo sentado (cotas en mm).

Fuente: NTP 242, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo (1998).

Un colposcopio de soporte estativo anclado al suelo o a la mesa de exploración, permite regular su altura de trabajo fácilmente, siendo esta: 907-1180 milímetros con bloqueo ajustable permanente, dejando el tubo de inserción del instrumento siempre a 20 centímetros de la base para garantizar la estabilidad del equipo.

Se debe considerar el peligro de lesiones por aplastamiento al ajustar la altura del cabezal del colposcopio, (ver ilustración 23), ya que este resulta pesado y puede caer si no está asegurado, (Leisengang, 2013).

Estas dimensiones respetan el criterio de altura explicado anteriormente.



Ilustración 23. Pasos para la correcta colocación del sistema de ajuste y estabilidad del colposcopio.

Fuente: (Leisengang, 2013).

Seguidamente, se definirá si el espacio reservado para las piernas garantiza el confort postural del doctor. Durante la exploración, el especialista debe situar sus piernas ligeramente abiertas en el espacio disponible entre su asiento y la cama de exploración.

Las dimensiones mínimas de espacio libre para las piernas en estas situaciones oscilan entre los 700 y los 800 mm, (Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, 1998).

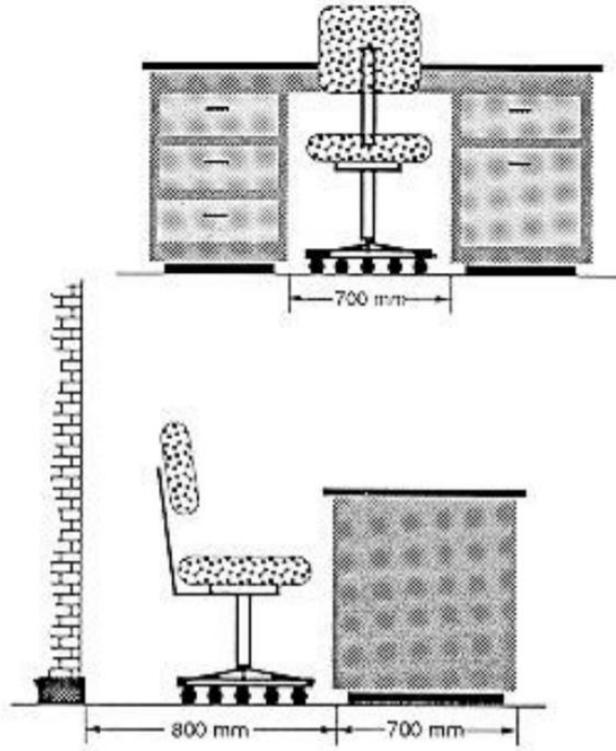


Ilustración 24. Cotas de emplazamiento para las piernas en puestos de trabajo sentado (cotas en mm).
Fuente: NTP 242, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo (1998).

Por último, se determinarán cuáles son las distancias óptimas de manipulación a considerar tanto en el plano vertical como en el plano horizontal. Estas medidas se expresan en las dos imágenes adjuntadas a continuación, (ver ilustración 25 y 26).

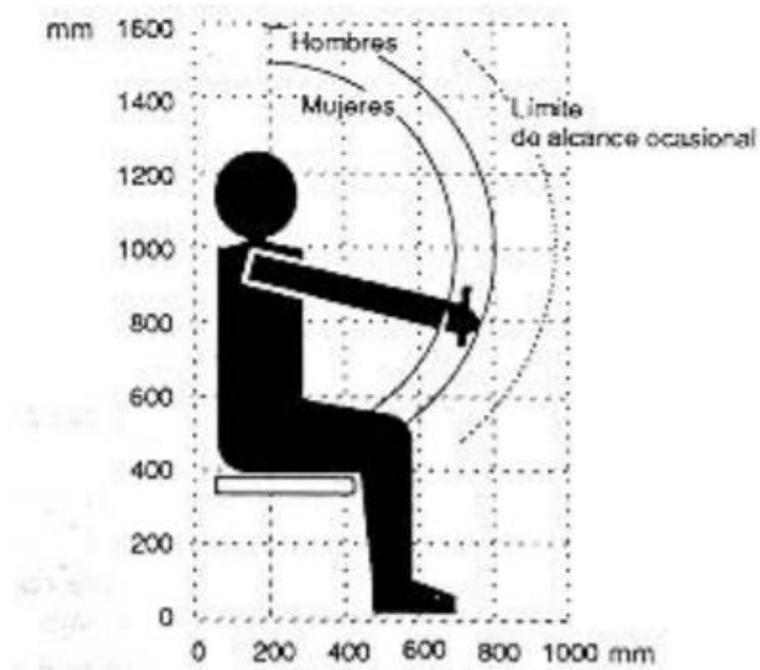


Ilustración 25. Arco de manipulación vertical en el plano sagital (cotas en mm).

Fuente: NTP 242, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo (1998).

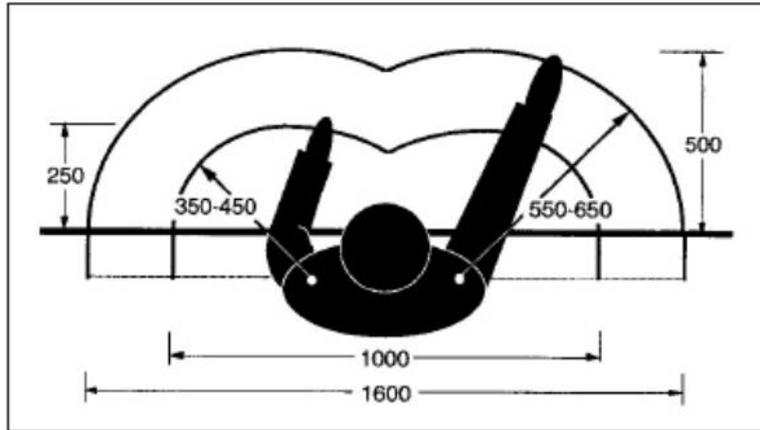


Ilustración 26. Alcances horizontales (cotas en mm).

Fuente: NTP 1029, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo (2014).

4.1.2. Postura de trabajo.

En base a la normativa NTP 1029 (Ergonomía en el laboratorio: requisitos de diseño de mobiliario y equipos) y más concretamente en los criterios relacionados con el equipamiento básico de la silla y mesa de trabajo para conseguir una correcta postura de trabajo (Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, 2014) se ha considerado todos los aspectos relacionados con el asiento quedando descartados los concernientes con los reposabrazos y los reposapiés. Por tanto, la descripción se centrará en la ergonomía de una silla de trabajo debe satisfacer una serie de características de diseño relacionadas en primer lugar con el asiento y en segundo lugar con el respaldo, (ver ilustración 27).

El asiento será la parte más importante de este sistema e incorporará los siguientes parámetros y dimensiones básicos:

- Altura regulable en posición sentado entre 380 y 500 milímetros.
- Anchura entre 400 y 450 milímetros.
- Profundidad entre 380 y 420 milímetros.
- Acolchado de 20 milímetros, tela flexible y transpirable.
- Borde anterior inclinado.

El respaldo podrá ser alto o bajo y regulable en cuanto a altura e inclinación para conseguir el apoyo de las vértebras lumbares.

- Anchura entre 400 y 450 milímetros.
- Altura entre 250 y 300 milímetros.
- Ajuste en altura entre 150 y 250 milímetros.
- Regulación de la inclinación de 15°.
- Material similar al del asiento.



Ilustración 27. Modelos de silla para trabajo en altura con movilidad.

Fuente: NTP 1029, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo (2014).

- La mesa de trabajo o mesa de exploración.

En este caso, la mesa de trabajo equivale a la mesa de exploración donde se deberá de tumbar la paciente, (ver ilustración 28). Dicha mesa debe cumplir los siguientes requisitos:

- Altura de aproximadamente 700 milímetros.
- Superficie de 2140x810x660 milímetros.
- Acolchado de 20 milímetros, tela flexible y transpirable.



Ilustración 28. Silla para exploración ginecológica.

Fuente: medicalexpo.es, 2021.

Los aspectos descritos en este apartado servirán para conocer y adecuar las condiciones ideales del usuario ante el uso del colposcopio y que afecta al diseño del soporte que se prevé diseñar.

Los aspectos ergonómicos posturales durante la exploración mediante el uso colposcopio afecta directamente al soporte diseñado

Por tanto, para el diseño final se tendrá en cuenta que el doctor esté sentado a una altura óptima de 900 milímetros como mínimo, que disponga de una distancia de 800 milímetros de abertura de piernas, y tenga un espacio de manipulación vertical de 800-1600 milímetros y horizontal de 500-1600 milímetros.

4.2. Visualización y calidad de la imagen final mediante cámara.

En los primeros modelos de colposcopio que utilizaba la CLÍNICA ZAIDA ESPACIO DE SALUD, consulta con la que se está realizando este proyecto, durante la exploración ginecológica solo era posible la obtención de imágenes o vídeos de los resultados de la prueba realizada si se incorporaba de manera externa una cámara réflex digital, que es un tipo de cámara fotográfica del tipo réflex de único objetivo, también llamada DSLR, (*Digital Single lens reflex*). Por tanto, se ha considerado conveniente analizar las características básicas de este tipo de cámara, así como la calidad y resolución que debe tener la imagen final.

En este apartado se indicará brevemente el mecanismo de ajuste de la cámara o dispositivo en el colposcopio para analizar en la siguiente sección el cambio a dispositivo móvil que se prevé usar por el equipo médico y la creación de un soporte especialmente diseñado para el nuevo dispositivo móvil que tomará las fotos.

4.2.1. Cámara réflex digital.

Una cámara réflex es una cámara fotográfica en la que el usuario es capaz de ver la imagen que va a fotografiar directamente a través de un visor óptico sin ningún tipo de error de paralaje. El término réflex viene del inglés *reflex*, que significa reflejo. Esto es porque la luz entra en la cámara a través del objetivo y es reflejada en un espejo, de esta forma la imagen llega hasta el visor, (Martínez Corral et al., 1998)

Existen dos tipos de cámara réflex:

- Las SLR (de un solo objetivo).

Esta cámara es la más usada en un colposcopio. Presenta un único objetivo que realiza una doble función: formar la imagen sobre la película y actuar como parte del sistema visor. En ellas, es fácil asegurar que la imagen está enfocada ya que la pantalla de la cámara está situada a la misma distancia del objetivo.

No obstante, la imagen obtenida no suele ser muy luminosa y en ocasiones la imagen desaparece del objetivo durante el tiempo que dura la exposición, ya que el desplazamiento del espejo impide que se observe adecuadamente, (Martínez Corral et al., 1998). Motivo que genera grandes problemas durante una colposcopia, debido a que el doctor debe localizar en todo momento el área del sistema reproductor femenino que presenta la anomalía, (ver ilustración 29).

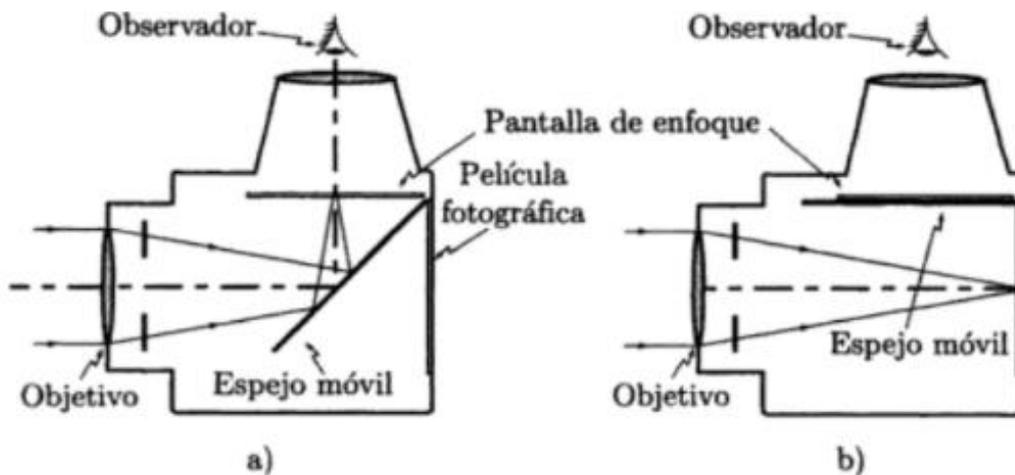


Ilustración 29. Esquema básico del funcionamiento de una cámara réflex SLR: a) fase de enfoque, b) fase de exposición.

Fuente: Instrumentos ópticos y optométricos. Martínez Corral et al., (1998).

- Las TLR (de dos objetivos).

Este tipo de cámaras incorporan dos objetivos de igual distancia focal. El primero de ellos sirve para enfocar la imagen sobre la pantalla de enfoque y forma parte del sistema visor. El segundo objetivo actúa como sistema formador de imágenes, por lo que realmente es el encargado de formar las imágenes. También incorpora un diafragma tipo iris que permite variar la iluminación de la imagen mediante un obturador sensible que controla el tiempo de exposición, (Martínez Corral et al., 1998).

Cuando este tipo de cámara se acopla en un dispositivo de colposcopia, presentan una serie de inconvenientes:

- Existe un error de paralaje entre la imagen del visor y la del plano de la imagen. Este error se agravará con objetos cercanos, ya que el primer objeto estará desplazado del segundo objeto.
- No es posible comprobar la profundidad de campo real, es decir, la zona de la imagen que se ve nítida o enfocada.
- Son cámaras de gran tamaño que resultan muy pesadas, lo cual dificulta su manejo a la hora de realizar el examen ginecológico.
- Es difícil encontrar objetivos intercambiables para ellas debido a que se deben cambiar simultáneamente los dos objetivos.

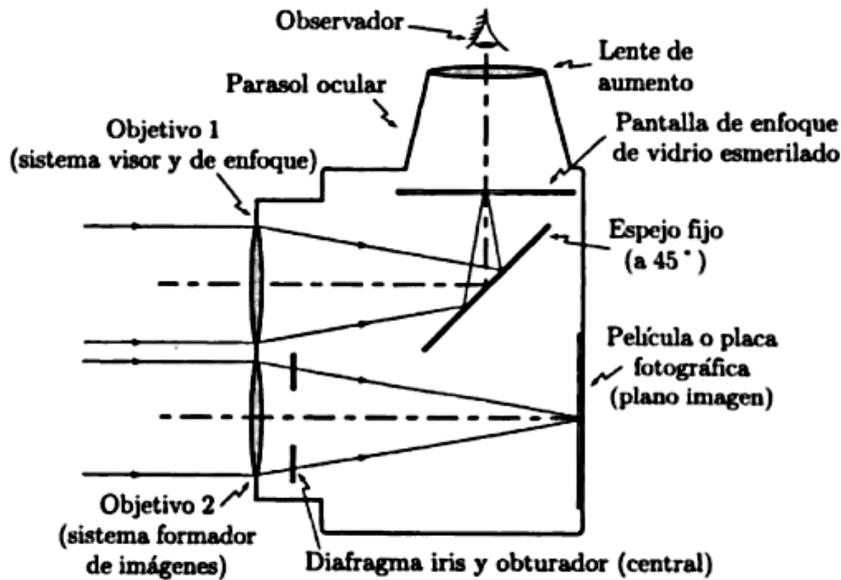


Ilustración 30. Esquema básico del funcionamiento de una cámara réflex TLR.

Fuente: Instrumentos ópticos y optométricos. Martínez Corral et al., (1998).

No obstante, una característica común de todas las cámaras réflex y que es útil para su ajuste en un colposcopio es la obtención de una imagen de alta calidad, debido tanto a la óptica utilizada en los objetivos como a las características de captura y su posterior procesamiento. Además, ofrecen una gran rapidez de disparo, capturando al instante y dando la posibilidad de producir ráfagas de entre 3 y 14 fotografías por segundo, (Musso, 2021).

La mayoría de las cámaras réflex digital permiten la obtención de imágenes digitales en dos formatos diferentes; formato RAW y formato JPEG:

- El JPEG es el formato más usado habitualmente ya que puede ser interpretado por cualquier software. Con él, la cámara graba la imagen en la tarjeta de memoria de manera definitiva y con los ajustes que ella considera adecuados, eliminando el resto. La cámara comprime la imagen y la prepara para visualizarla en cualquier dispositivo digital (Musso, 2021).
- El RAW se trata de un formato con el cual se observa la imagen sin procesar, es decir, se registran no solo los datos de la imagen sino todos los posibles valores añadidos, dejando la imagen preparada para cambios posteriores. Es una especie de negativo del que se puede conseguir una imagen final en JPEG. Al no comprimir la imagen, se capta toda la calidad de la escena, pero por el contrario son ficheros que ocupan mucha memoria (Musso, 2021).

Sin embargo, el formato RAW presenta una serie de inconvenientes que dificultarían la toma de imágenes en una prueba ginecológica. Algunos de ellos son:

- El espacio por ocupar dentro de la tarjeta de memoria es superior al que ocuparía una imagen JPEG.

- Necesidad de un proceso adicional de edición de la imagen con algún programa de procesamiento de imagen avanzado que además de necesitar de conocimientos específicos sobre fotografía que un médico puede no tener, necesita de la obtención de software específicos de edición.
- El formato RAW no es único y universal, sin embargo, el formato JPEG sí lo es. Lo que supone que la mayoría de los software y dispositivos digitales pueden trabajar con imágenes en formato JPEG mientras que una imagen con formato RAW tiene problemas de compatibilidad.

Es importante destacar que los exámenes ginecológicos mediante el uso de un colposcopio que permite la obtención de imágenes digitales, es necesario conseguir imágenes con un alto grado de detalle para que el especialista pueda realizar un diagnóstico correcto.

Para este tipo de trabajos, en el mundo de la fotografía, se recomienda usar objetivos de tipo macro, una óptica que sirve para que al disponer de una distancia mínima de enfoque y se puedan conseguir imágenes desde muy cerca del objeto. Así mismo, una de las metas de este tipo de objetivos es la reproducción a tamaño real del sujeto fotografiado, es decir, se mantiene una relación de aspecto 1:1 entre el tamaño del sensor de la cámara y el tamaño del objeto a fotografiar, (Celentano, 1972).

4.2.2. Calidad y resolución de la imagen digital.

La calidad y la resolución de una imagen digital depende principalmente del dispositivo de toma de imágenes que se utilice para ello, sea una cámara digital, un escáner, o una cámara de video. En cualquier caso, el dispositivo empleado debe contemplar aspectos como la capacidad de almacenamiento, el sistema de adquisición de la imagen y el sistema de procesamiento de la misma.

La resolución de una imagen hace referencia al número total de puntos que forman la imagen final digitalizada, es decir, la resolución de una imagen digital identifica el número de píxeles por pulgada o número de píxeles por centímetro que forman la imagen. La unidad de medida de la resolución de una imagen se describe bajo las siglas *ppp* (*puntos por pulgada*) o *dpi* (*dots per inch, en inglés*), siendo esta última la más utilizada al referirnos a resolución para impresión.

También, se debe tener en cuenta que, a mayor resolución, mayor número de píxeles y, como consecuencia, mayor definición y peso del archivo de imagen final.

Sin embargo, una imagen digital no adquiere más calidad al tratarla con más resolución, sino que únicamente se disimula la pérdida de calidad de la imagen. En conclusión, la resolución es una medida de nitidez y cuanto mayor sea, más calidad de imagen obtendremos.

Por ejemplo, la calidad de la imagen obtenida con un cámara réflex depende del tipo de cámara que se utilice y de sus características específicas. Una cámara de este tipo puede generar imágenes con una resolución de veinte megapíxeles que implicaría la obtención de imágenes de 5400x3600 píxeles.

Normalmente las imágenes que se visualizan en diferentes sistemas de pantallas (ordenador, teléfono móvil, TV...) muestran una resolución de 72 ppp, (Osuna Acedo and Busón Buesa, 2007).

4.3. Posicionamiento de la cámara en el colposcopio.

Los colposcopios son instrumentos de diagnóstico médico que están diseñados de según unas especificaciones electromagnéticas expuestas en la norma:

- UNE-EN 60601-1-2:2015, Equipos electro médicos. Parte 1-2: Requisitos generales para la seguridad básica y características de funcionamiento esencial. Norma colateral: Perturbaciones electromagnéticas. Requisitos y ensayos. (Ratificada por AENOR en noviembre de 2015).

Sin embargo, existen niveles de energía electromagnética causados por efectos de ondas de alta frecuencia que están por encima de los establecidos en dicha norma y son capaces de provocar perturbaciones, (ver ilustración 31). Estas perturbaciones normalmente están causadas por equipos de comunicación, como por ejemplo transmisores o receptores portátiles. Por ello, existen una serie de recomendaciones sobre la distancia y posicionamiento a la que el usuario debe situar estos sistemas (en el caso de este documento, este sistema será una cámara digital), (ver tabla 1).

Dicha distancia de seguridad se calculará en base a la potencia nominal máxima de salida del emisor en vatios (W) según las especificaciones del fabricante, (Leisengang, 2013).

Distancia recomendada:

$$d = [3.5 / 3] \sqrt{P}$$

$$d = [3. / 3] \sqrt{P} \text{ 80 MHz hasta 800 MHz}$$

$$d = [7 / 3] \sqrt{P} \text{ 800 MHz hasta 2.5 GHz}$$

Aquí significa P la potencia nominal máxima de salida del emisor en vatios (W) según especificaciones del fabricante; d sería la distancia recomendada de separación en metros (m).

Ilustración 31. Fórmula de inmunidad a las perturbaciones electromagnéticas.

Fuente: (Colposcopios y estativos – Instrucciones de uso., 2013).

Tabla 1. Distancia recomendada entre los instrumentos de comunicación HF móviles y portátiles y el colposcopio.

Fuente: (Colposcopios y estativos – Instrucciones de uso., 2013).

Potencia máxima de salida del transmisor W	Distancia según la frecuencia del emisor (m)		
	150 kHz hasta 80 MHz $d = [3.5 / 3] \sqrt{P}$	80 MHz hasta 800 MHz $d = [3.5 / 3] \sqrt{P}$	800 MHz hasta 2.5 GHz $d = [7 / 3] \sqrt{P}$
0.01	0.12	0.12	0.23
0.1	0.37	0.37	0.74
1	1.2	1.2	2.3
10	3.7	3.7	7.4
100	12	12	23

En este caso, se trabajará con un colposcopio del modelo OMPI Kolposkope E 19x fT80.

Una vez valorados los criterios funcionales, tecnológicos y ergonómicos de un colposcopio, podemos indicar como conclusión que se verifica la aparición de dificultades tanto en la incorporación adecuada de una cámara fotográfica réflex al aparato como en su utilización por parte del médico para la toma de imágenes durante la consulta y su posterior tratamiento.

Por ello, se recomienda el uso de un dispositivo móvil que ofrezca la misma tecnología réflex en la toma de las imágenes y cuyo sistema sea de un tamaño mucho menor que el de una cámara convencional.

De esta manera, se va a desarrollar un sistema de sujeción para un dispositivo móvil basado en el sistema IOS de Apple™, que disponga de la tecnología digital réflex adecuada con una aplicación para la gestión, control y transmisión de la imagen para fines médicos.

resolución & calidad



cámara
Apple™

5. La cámara digital Apple™.

Tal y como se ha indicado en el anterior apartado y en base a las conversaciones mantenidas con el equipo médico de la clínica formado por el Dr. José Andrés Guijarro Ponce y a la Dra. María José Núñez Valera que utiliza el colposcopio, se consideró necesario el diseño y la creación de un soporte adaptador para un smartphone de tipo Apple™ ya que es el sistema que actualmente utilizan. Estuvieron de acuerdo con el planteamiento inicial del proyecto y, sobre todo, en la creación de un soporte que pudieran utilizar en el dispositivo móvil con cámara que disponían con suficiente resolución para obtener imágenes médicas de calidad para los informes y tratamientos que realiza en la CLÍNICA ZAIDA ESPACIO DE SALUD.

Ambos doctores verificaron que la calidad de imagen que ofrecen los dispositivos móviles que utilizan en la clínica, tienen la suficiente calidad para ser empleados en la detección de enfermedades o dolencias ginecológicas y son capaces de generar informes y archivos gráficos que pueden ser incorporados al historial médico del paciente.

Por tanto, inicialmente en este apartado se analizarán y se estudiarán las características propias de la cámara digital del dispositivo Apple™ del que dispone el equipo médico y posteriormente se buscará una solución funcional del sistema de sujeción.

5.1. Análisis de Software y de Hardware de un dispositivo iPhone 11.

Las dimensiones del iPhone 11 son de 150,9x75,5x8,3 milímetros y tiene un peso de 194 gramos, lo que le hace ser uno de los productos más ergonómicos y manejables de la marca, (ver ilustraciones 32, 33 y 34). Así mismo, cuenta con una pantalla Liquid Retina HD LCD de 6,1 pulgadas con resolución de 1792x828 píxeles, es decir, presenta una densidad de píxeles de 326ppp, (Apple, 2020).

Conforme a la norma UNE-EN 60529:2018, Grados de protección proporcionados por las envolventes, este producto presenta un código IP68, es decir, muestra una alta resistencia a las salpicaduras, al agua y al polvo, característica necesaria en su utilización dentro de un hospital o una clínica médica, (Apple, 2020).

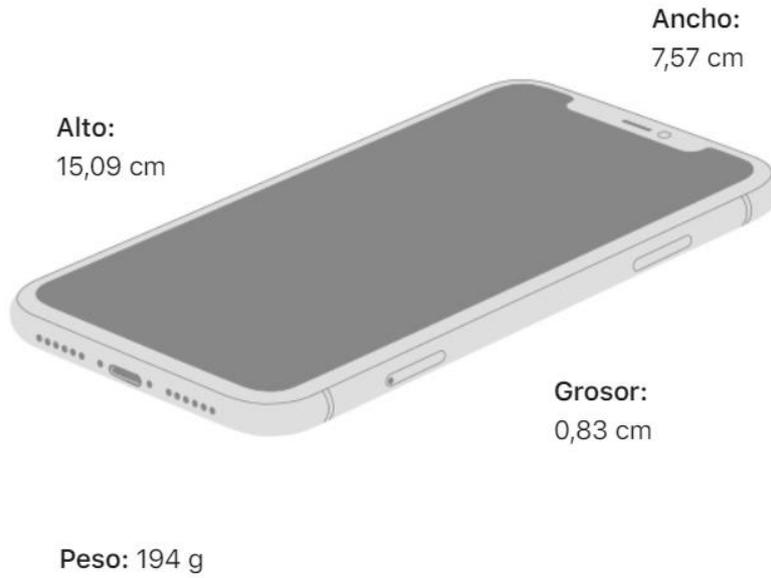


Ilustración 32. Dimensiones y peso iPhone 11 (milímetros y gramos).

Fuente: apple.com, 2021.



Ilustración 33. Dimensiones de la pantalla del iPhone 11 (en pulgadas).

Fuente: apple.com, 2021.

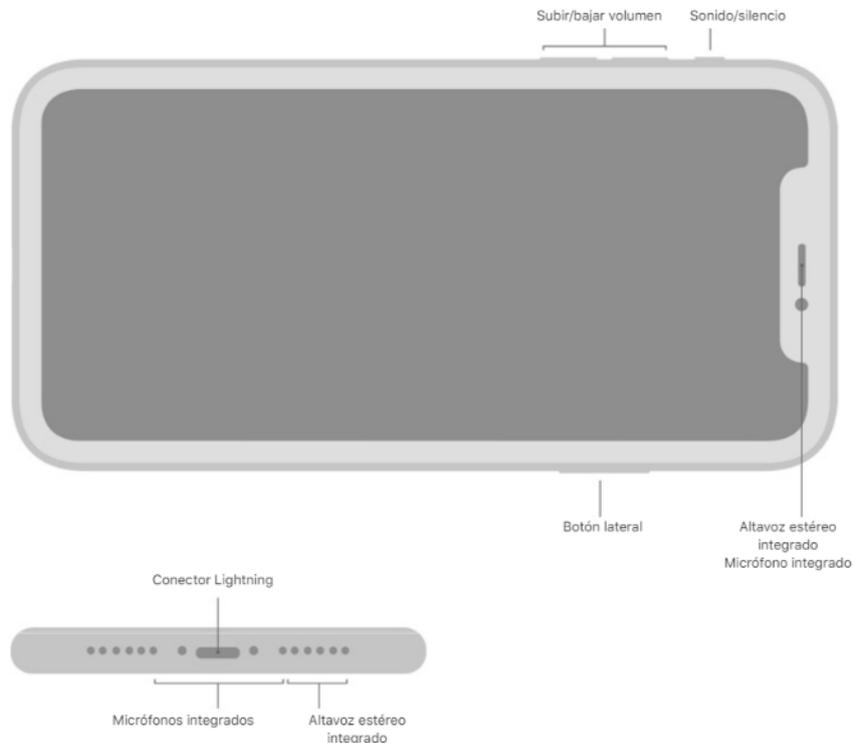


Ilustración 34. Botones y conectores externos iPhone 11.

Fuente: apple.com, 2021.

El sistema operativo del iPhone 11 es el sistema iOS (iPhone Operative System), (iOS14, 2020). Se debe tener en cuenta que la marca Apple™ suele poner a disposición de sus usuarios actualizaciones de la versión del Software de manera muy frecuente.

Es por ello por lo que en este Trabajo de Fin de Grado se estudiará en concreto la versión iOS 14 de este sistema, que fue lanzada en septiembre de 2020 sustituyendo al antiguo iOS 13, y que podemos encontrar actualmente en todos los dispositivos móviles de la empresa.

Las características técnicas del sistema de toma de imágenes que incorpora el iPhone 11 son las siguientes:

Cámara:

- Sistema de cámara dual (dos cámaras) de 12 megapíxeles con gran angular.
- Cubierta de la lente de cristal de zafiro. Se trata de un cristal sintético que presenta las mismas características que el zafiro natural, como puede ser su elevada resistencia y su gran transparencia.
- Modo *picture in picture* o imagen dentro de imagen que permite al usuario cambiar de aplicación sin perder lo que está viendo en la primera, ya que aparecerá en una pantalla secundaria.

Vídeo:

- Grabación en cámara lenta de 240fps en Full HD o 60fps en 4K.
- Posibilidad de mostrar formatos PAL, un formato de video para televisión.
- Sistema FPS que reduce automáticamente la frecuencia de fotogramas de 30 fps a 24 fps para mejorar los videos con poca luz.

Niveles de zoom y/o exposición de detalle:

- Cámara gran angular de 13 mm con apertura de $f/2,4$ y campo de visión de 120° .
- Cámara regular con angular de 26 mm y con apertura de $f/1,8$.
- Grabación en cámara lenta de 240fps en Full HD, 60fps en 4K.
- Zoom óptico de alejamiento x2 y zoom digital hasta x5. Se realizan de forma progresiva sin evitar saltos.
- Estabilización óptica automática de imagen (gran angular).
- Fotos panorámicas (hasta 63 Mpx).
- 100 % Focus Pixels (gran angular).
- Formato de encuadre de 1:1, 4:3 o 16:9.

Con estas opciones de detalle, la cámara del dispositivo enfoca automáticamente la imagen y ajusta la exposición en función de a donde se esté apuntando, consiguiendo siempre una foto bien iluminada.

Sin embargo, se puede cambiar el enfoque y la exposición de la cámara a un área determinada pulsando en el lugar de la pantalla que se desee ajustar a través del bloqueo A/AF.

Selección en los niveles o canales de color 8 bits, 24 bits, 32 bits:

- Gama cromática P3 amplia para fotos y Live Photos.

Uso de filtros especiales:

- Modo Retrato con efecto *bokeh* o fondo borroso avanzado que crea un efecto de profundidad de campo, encuadrando una foto con la que se enfoca el elemento principal y se difumina el fondo. Gracias a la incorporación de dos nuevos sensores, este efecto puede ser usado por cualquier objeto, no solo por humanos.
- Live Photos. Modo que permite realizar un pequeño video a la vez que se toma la imagen. Con ello, posteriormente el usuario puede modificar cualquier aspecto de la fotografía.
- Temporizador de hasta 10 segundos.
- Iluminación de Retratos con seis efectos (Luz Natural, Luz de Estudio, Luz de Contorno, Luz de Escenario, Luz de Escenario Mono y Luz en Clave Alta Mono).
- Flash True Tone más luminoso con sincronización lenta.
- Modo Noche. Este sistema se activa automáticamente cuando la toma es demasiado oscura.
- Deep Fusion (gran angular). Se trata de un método de disparo que combinará cuatro fotografías (tomadas con el sensor principal y el gran angular) con otras cuatro fotografías secundarias y una última fotografía de larga exposición. Esta combinación resulta en una imagen bastante más detallada.
- Corrección de ojos rojos avanzada.
- Ajuste automático HDR (High Dynamic Range) optimiza las capturas consiguiendo los mejores ajustes de exposición. El dispositivo mezcla en una sola imagen las mejores partes de varias exposiciones, consiguiendo así el mejor resultado.
- Estabilización automática de imagen.
- Modo ráfaga. Realiza fotos con una velocidad mayor en la primera captura optimizando el rendimiento entre disparos. Además, permite fijar un valor de exposición determinado a la vez que bloquea el enfoque para conseguir una fotografía perfectamente nítida.

- Ajuste manual del nivel de exposición y saturación, lo que permite perfeccionar el nivel de contraste en la imagen.

Clasificación y gestión de imágenes en la galería fotográfica:

- Geotiquetado de fotos. De este modo se añade información de ubicación (GPS) a las imágenes y se organizan y almacenan en distintos álbumes o carpetas en función del lugar o la hora en que fueron tomadas.

Además, el usuario puede crear nuevas carpetas libremente, lo que le permite tener una organización personalizada del almacenamiento del dispositivo.

Opciones de almacenamiento y comprensión:

- Captura de imagen en formato de alta eficiencia HEIF/HEVC, o según la opción “el más compatible” que toma la imagen en formato JPEG/H.264.

En este punto, se debe tener en cuenta que el formato JPEG para una imagen es el formato que puede ser interpretado por cualquier software y por lo tanto, puede ser transformado a cualquier otro formato de imagen (PNG, TIFF...).

- Almacenamiento automático de imágenes en el sistema iCloud de Apple™ que permite acceder a cualquier archivo desde cualquier dispositivo.
- Opción de álbumes compartidos entre usuarios.
- Opción de transferir automáticamente, en el momento de su toma, fotos y vídeos a cualquier dispositivo.

Uno de los retos de estos aparatos es ajustar correctamente la exposición del elemento principal al mismo tiempo que balancean correctamente el fondo. Con este sistema esto se logra gracias a la segmentación semántica de la imagen, una tecnología que permite asignar ciertas etiquetas a una parte de la fotografía para que dicha parte sea tratada de forma distinta.

Como resumen, en este punto podemos indicar que, para Apple™, lo más importante de conseguir una buena imagen en formato JPEG es el procesado. Es por ello por lo que la característica más importante de este tipo de cámaras es la incorporación del sistema Smart HDR.



Ilustración 35. Visión general de las cámaras iPhone 11.

Fuente: apple.com, 2021.

5.2. Características de la imagen digital final obtenida por el dispositivo del iPhone 11 y su implementación en el historial médico del paciente.

En base a las características técnicas del sistema de cámaras del modelo de iPhone 11 descritas anteriormente, se puede verificar que las imágenes obtenidas a través de este dispositivo móvil son adecuadas y suficientes para conseguir fotografías clínicas del interior del útero que tienen como fin la detección y el diagnóstico de enfermedades del sistema reproductor de la mujer.

Se considera que las características básicas serían las siguientes:

- Captura de la imagen en formato JPEG/JPG siendo el más utilizado ya que puede ser tratado por cualquier tipo de Software en cualquier dispositivo.
- Resolución: Soporta un tamaño máximo de 65.535 x 65.535 píxeles.
- Nivel de color: Soporta 16.777.216 colores, que se producen utilizando 8 bits de cada uno en el modelo de color RGB. Es decir, puede mostrar más de 16 millones de colores a la vez, lo que hace que la combinación de colores y la resolución de contraste sean casi perfectas.
- Reduce el tamaño de una imagen en un 50%-70% cuando se guarda, debido a la compresión por pérdida.
- Capacidad del fichero obtenido, gracias a los nuevos formatos de vídeo y foto disponibles con el sistema operativo iOS 14, las fotos y vídeos realizados con estos dispositivos ocupan la mitad sin perder calidad, (ver tabla 2).

Tabla 2. Comparativa sobre la capacidad de los ficheros.

Fuente: apple.com, 2021.

Foto 12MP	2.1 MB	1 MB
Foto Live 12MP	2.6 MB	1.3 MB
Vídeo 20 segundos 1080p@30fps	41,4 MB	20.2 MB
Vídeo 20 segundos 1080p@60fps	60.6 MB	30.3 MB
Vídeo 20 segundos 4K@30fps	118.2 MB	58.2 MB

Además de cumplir con el objetivo de conseguir una imagen más detallada y de calidad en referencia a la intervención realizada a la paciente, todas estas características también están orientadas hacia el método que utilizarán los doctores para compartir y almacenar las imágenes de las exploraciones del colposcopio que complementen el historial médico de la paciente. En concreto durante la entrevista realizada, uno de los problemas que manifestaron los médicos fue la imposibilidad de mostrar el resultado de la exploración en ese mismo momento a la paciente o la dificultad de transferir las imágenes obtenidas de manera directa a su ordenador de la consulta.

Esta problemática quedaría resuelta al usar los sistemas de compatibilidad de archivos de la red de Apple™ mencionados anteriormente como el sistema iCloud®, los álbumes compartidos y la conexión Bluetooth®.

De esta forma, el médico podrá mostrar su trabajo con claridad a la paciente y explicar en qué basa su diagnóstico mostrando fotografías digitales en diferentes dispositivos (ordenador, pantallas auxiliares, mediante impresión...).

Para finalmente, poder adjuntar de manera inmediata estos resultados al historial médico de la mujer y realizar un mejor seguimiento de la enfermedad hallada.

mercado



análisis

&

búsqueda

6. Analizar los mecanismos y dispositivos de sujeción existentes en el mercado.

A continuación, se realizará un análisis de algunos de los soportes para smartphones más presentes y valorados del mercado actual. Seguidamente, se estudiarán tanto las características formales como las ergonómicas que presentan sus mecanismos de sujeción.

6.1. Soportes de apoyo a la conducción.

Estos dispositivos son usados como apoyo /sujeción del dispositivo móvil o Tablet durante la conducción de un coche o una bicicleta, por lo que los mecanismos de estos intentan adaptarse a las condiciones del interior de un automóvil o a las del manillar de una bicicleta para ofrecer la mayor seguridad al conductor, (Villarreal, 2019). Algunos de estos sistemas son:

- **Aukey™. Soporte para la rejilla del climatizador.**

Presenta un sistema sencillo y versátil que abraza al dispositivo móvil, lo cual le permite adaptarse a varios tamaños.

Con tres puntos de apoyo principales, dos laterales y uno inferior, asegura completamente la posición del smartphone y evita cualquier movimiento o desplazamiento involuntario de este.

Sin embargo, presenta algunos inconvenientes. Por ejemplo, los apoyos laterales pueden dificultar el acceso del usuario a los botones laterales incorporados en el diseño del móvil ya que los podría llegar a tapar.

Por otro lado, la dimensión de la parte trasera del soporte es suficientemente grande como para tapar la zona de la cámara externa del teléfono móvil, por lo que se impide la toma de imágenes, (ver ilustración 36).



Ilustración 36. Soporte Aukey™.

Fuente: www.diariomotor.com, 2021.

- **Modohe™. Pinza para la instrumentación del coche.**

Este sistema presenta una pinza diseñada para que el soporte se adapte a la visera de la instrumentación del interior del automóvil. El sistema es conocido como *Head Up Display™* y muestra información por relativa a la conducción por encima del salpicadero.

Este soporte presenta dos únicos agarres laterales, lo cual no asegura la sujeción total del smartphone frente a movimientos involuntarios. Sin embargo, de esta forma se permite el acceso del usuario a todos los controles del teléfono móvil, como por ejemplo los botones laterales o la cámara externa, permitiendo la toma de imágenes.

Otro inconveniente que presenta es la dificultad de introducir el sistema de agarre a la instrumentación del coche, limitando la posición del móvil a la línea horizontal, (ver ilustración 37).



Ilustración 37. Soporte Modohe.

Fuente: www.diarimotor.com, 2021.

- **Mpow 1™. Soporte para el móvil en la ranura del CD.**

Este sistema únicamente puede ser utilizado en coches antiguos que aun disponen de la ranura para introducir CDs. Debido a que en la actualidad el uso de CDs como método para escuchar música en los automóviles ha quedado casi obsoleto, muchos fabricantes han intentado dar otro uso inteligente a estos sistemas.

Por ello, este soporte incorpora una pestaña trasera capaz de introducirse en ranuras de diferentes tamaños. Además, presenta tres apoyos principales para el teléfono móvil situados en la parte inferior de este, lo cual asegura su posición y permite la toma de imágenes sin ninguna complicación, (ver ilustración 38).

Sin embargo, el mecanismo de introducción en una ranura dificulta mucho su utilización, ya que es necesario disponer de un aparato que presente una ranura horizontal o vertical.



Ilustración 38. Soporte Mpow 1.

Fuente: www.dariomotor.com, 2021.

- **Mpow 2™. Soporte magnético para aireadores del climatizador.**

Este soporte es uno de los más completos, versátiles y usados del mercado actual.

Una de sus principales ventajas es que es un sistema muy compacto y no requiere de grandes esfuerzos para su colocación, por lo tanto, el acoplamiento del teléfono móvil es un proceso muy rápido. Además, se garantiza la perfecta colocación del aparato móvil en cualquier lugar, ofreciendo una gran variedad de posiciones de este.

Sin embargo, es en su ventaja donde se encuentra su mayor inconveniente. Estos soportes requieren que se acople al teléfono móvil una lámina de imán en su parte trasera, lámina que anula la carga inalámbrica del móvil, (ver ilustración 39).



Ilustración 39. Soporte Mpow 2.

Fuente: www.dariomotor.com, 2021.

6.2. Selfie stick™.

El *selfie stick*™ o *palo selfie* es un dispositivo de forma alargada que tiene como función principal tomar auto fotografías desde una distancia mayor que la que se puede alcanzar con el brazo. Gracias al soporte o abrazadera situada en el extremo del dispositivo, se consigue la sujeción perfecta del dispositivo, asegurándolo y evitando posibles caídas, (ver ilustración 40).

Algunas características son:

- Ofrece sistema mini trípode.
- Compatibilidad con smartphones, cámaras réflex o GoPro.
- Soporta un peso de hasta 2 kg.
- Soporte giratorio de 270° o de 360°.
- Tamaño y peso muy reducido.
- Fácil de transportar.



Ilustración 40. Selfie stick.

Fuente: www.mi.com, 2021.

6.3. Serie Osmo™.

Siguiendo con la línea de estos productos encontramos la *Serie Osmo*™, dispositivos fabricados por la empresa china DJI, dedicada a la fabricación de drones para la fotografía aérea y videografía.

De entre sus productos destaca el **OSMO Mobile 3**™. Un estabilizador de imagen en tres ejes que presenta un diseño muy dinámico, ligero, plegable y portátil. Además, incorpora una empuñadura ergonómica con una inclinación de 15° que se ajusta perfectamente a la mano del usuario y, gracias a la colocación de sus botones en posiciones fácilmente accesibles, este producto puede ser usado con una sola mano. También destaca la posibilidad de rotación que ofrece, ya que permite la colocación del smartphone en cualquier ángulo, (ver ilustración 41 y 42).



Ilustración 41. Vista frontal y trasera OSMO Mobile 3.

Fuente: <https://www.dji.com/es>, 2021.



Ilustración 42. Plegado del OSMO Mobile 3.

Fuente: <https://www.dji.com/es>, 2021.

Otro producto de la empresa **DJI** a destacar es el **DJI OM 4™**. Un dispositivo estabilizador de imagen portátil en el que se mantienen todas las características de su predecesor, el **OSMO Mobile 3™**, pero con la nueva incorporación de un sistema de unión al smartphone magnético, (ver ilustración 43 y 44).

De esta forma, incluye o bien una abrazadera magnética, o bien un anillo magnético de acople al smartphone que facilita su montaje y desmontaje.



Ilustración 43. DJI OM 4.

Fuente: <https://www.dji.com/es>, 2021.



Ilustración 44. Abrazadera magnética OM 4.

Fuente: <https://www.dji.com/es>, 2021.

A continuación, se muestra una tabla resumen con las características más relevantes de los dispositivos analizados en este apartado, y que pueden ser utilizadas en el diseño del nuevo dispositivo que desarrolla este proyecto, (ver tabla 3).

Tabla 3. Comparativa sobre las características entre soportes existentes en el mercado.

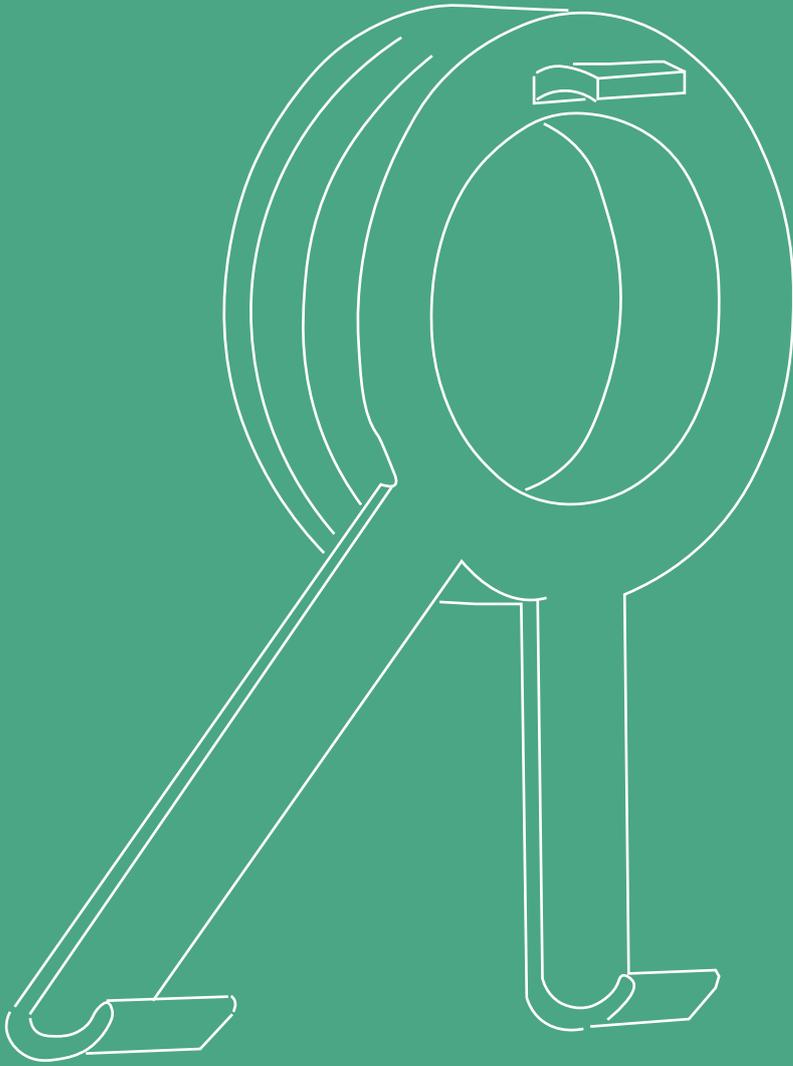
Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Características	Dispositivo						
	Aukey	Modohe	Mpow 1	Mpow 2	Selfie Stick	OSMO Mobile 3	DJI OM 4
Tipo de sujeción	Abrazadera	Agarre lateral	Abrazadera	Magnético	Agarre lateral	Agarre lateral	Magnético
N.º apoyos	3	2	3	1	2	2	1
Regulable	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí
Plegable	No	No	No	No	Sí	Sí	Sí
zaid	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Impide movimientos involuntarios	No	No	No	No	No	Sí	Sí

6.4. Conclusiones.

Finalmente, y en base a los modelos de producto descritos anteriormente, se puede concluir que hay ciertos aspectos funcionales para tener en cuenta en el diseño:

- Incorporación de un sistema de anclaje que permita el montaje y el desmontaje rápido del smartphone.
- Dimensiones de apertura para el agarre del móvil, teniendo en cuenta la posición de la imagen final (horizontal o vertical).
- Elección de un sistema de sujeción apropiado, magnético o de agarre.
La forma más idónea para llevar a cabo el diseño de esta estructura es el uso de varios apoyos (laterales, inferior y superior), para que de esta forma se asegure la posición del smartphone frente a movimientos involuntarios y se permita el acceso a los botones laterales.
- Libre acceso a la cámara exterior del dispositivo. La estructura no debe entorpecer la visión de la cámara, por lo que sus dimensiones deben adecuarse a esta.
- La estructura debe permitir la conexión perfecta entre la lente del colposcopio y la lente de la cámara Apple™.
- Sistema de unión al colposcopio que funcione de base para el resto de la estructura y le proporcione estabilidad.
- Dimensiones reducidas del producto para conseguir el menor peso posible.



bocetado

planimetría

diseño

7. Desarrollo conceptual del dispositivo de sujeción.

Una vez analizado los requerimientos físicos, funcionales y ergonómicos que deben ser incorporados en el diseño del dispositivo de sujeción de la cámara digital, se establece el proceso de conceptualización del dispositivo mediante el proceso de generación ideas a partir de bocetos. Posteriormente se formalizará la idea final para poder trabajar en las fases de modelado tridimensional y se comenzará con el análisis del montaje del dispositivo y los materiales más adecuados para llevar a cabo su fabricación.

La fase de creación en 3D mediante el software SolidWorks®, permitirá generar los planos técnicos básicos del dispositivo final (ver anexo III).

7.1. Desarrollo de bocetos preliminares.

Durante esta fase se realiza un *brainstorming* o *lluvia de ideas* sobre diferentes opciones de diseño formal en el tipo de sujeción entre el colposcopio y el dispositivo móvil incluyendo aspectos como el tipo de material y método de anclaje óptimo para el manejo del colposcopio. Los bocetos preliminares se encuentran disponibles en el Anexo I.

Para la generación de las primeras ideas se considera que el factor de la orientación del smartphone y la posición de la zona de la cámara digital en el móvil son fundamentales para determinar el tipo de sección prevista a diseñar. De esta forma, se entiende que, si se adopta la posición horizontal del móvil, la cámara de este debe coincidir con la lente izquierda del colposcopio. Sin embargo, si fuera vertical la posición elegida, debería coincidir con la lente derecha, (ver ilustración 45).

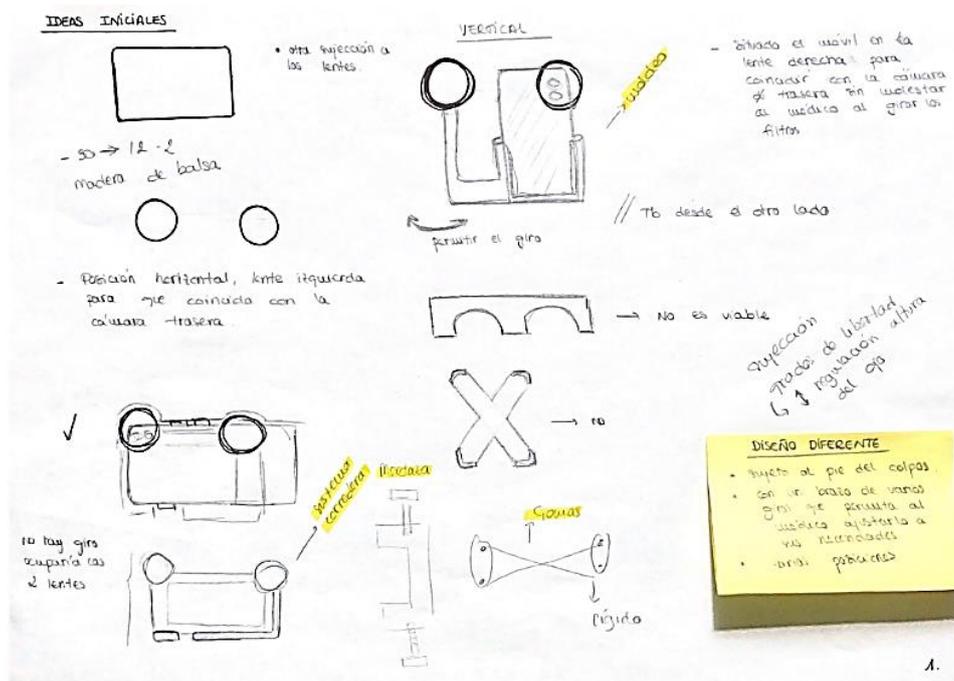


Ilustración 45. Desarrollo bocetos preliminares.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Por otro lado, se parte de la idea de desarrollar un dispositivo que tenga como sujeción principal la unión a las dos lentes del colposcopio para proporcionar así la mayor estabilidad posible. Por ello, se buscan diferentes opciones de agarre, obteniendo como más apropiada la opción de mordaza, (ver ilustración 46).

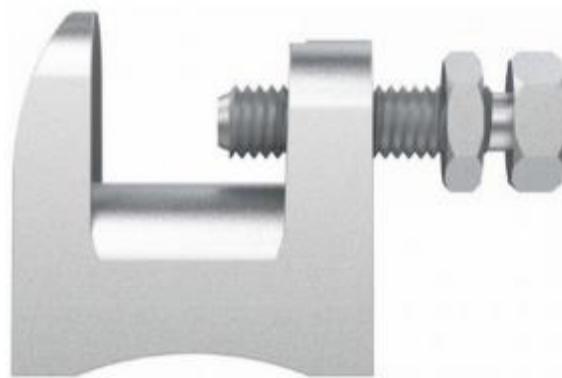


Ilustración 46. Mordaza.

Fuente: ferreteriacampollano.com, 2021.

Por último, se comienzan a desarrollar diferentes propuestas de diseño en las que se valora la tipología de agarre al smartphone (corredera, tres puntos de apoyo, abrazadera, cajetín...), las dimensiones del producto y algunos de los materiales que pueden ser usados.

En la opción 1 encontramos una sujeción simple con mecanismo de corredera, es decir, este diseño permite regular la posición del smartphone de forma rápida y accesible en sentido horizontal, (ver ilustración 47).

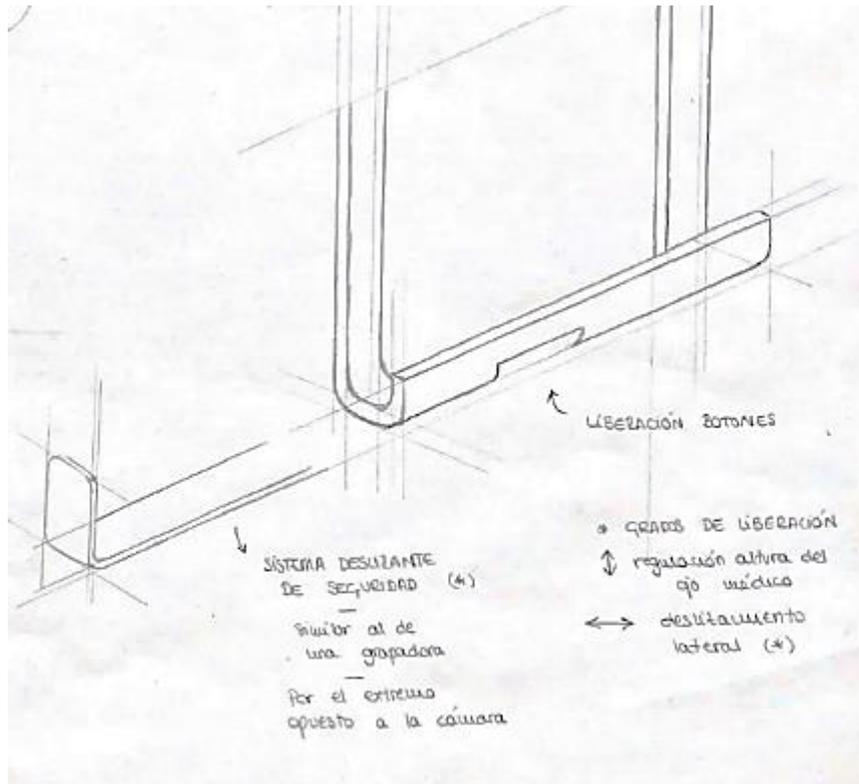


Ilustración 47. Opción 1.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

En la opción dos, se analiza la posición vertical del teléfono móvil. Indicando como solución un diseño tipo cajetilla en el que únicamente habría que introducir el smartphone verticalmente en el hueco reservado para ello, (ver ilustración 48).

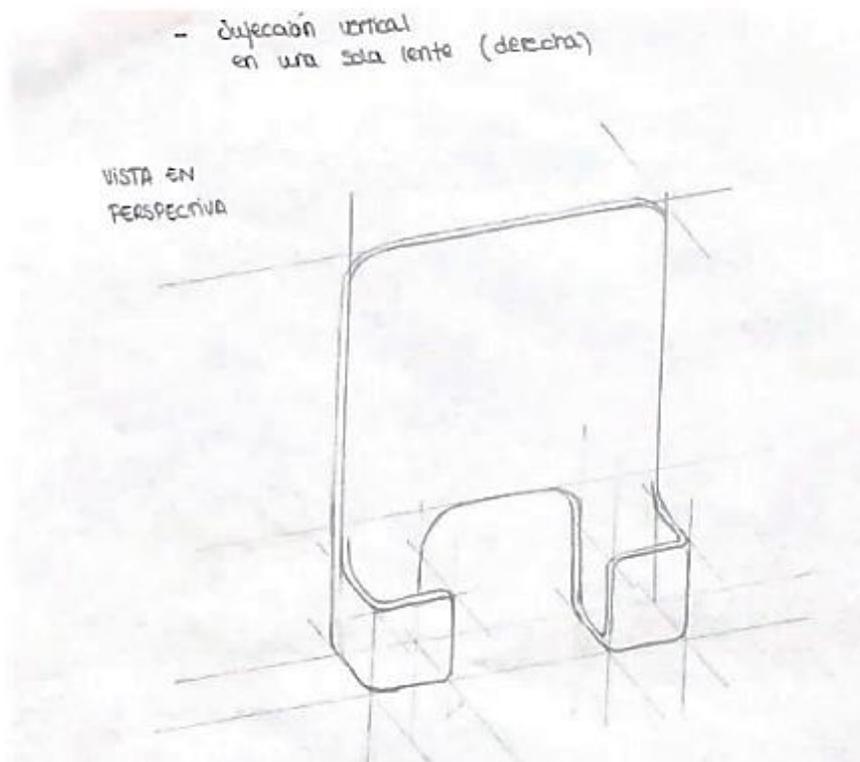


Ilustración 48. Opción 2.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

En la opción tres se ha tenido en cuenta la necesidad de tener un mayor número de apoyos laterales en el smartphone, generando de esta forma una sujeción mucho más estable que impide el movimiento involuntario del dispositivo. Se opta por una solución de tipo triángulo cuya estructura incluye el giro 360°, lo que le permite adoptar cualquier posición (horizontal o vertical) al dispositivo, (ver ilustración 49).

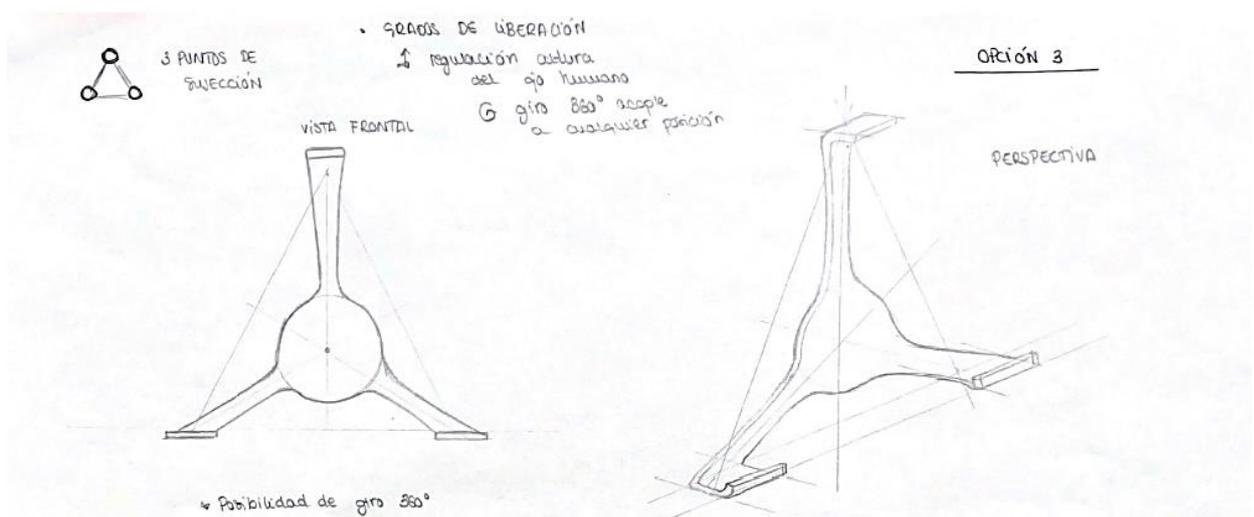


Ilustración 49. Opción 3.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Sin embargo, en la opción cuatro se ha tenido en cuenta la posibilidad de incluir dos o más materiales en el diseño final, de forma que se aprovechen las características de cada uno. Por ejemplo, la goma destaca por sus propiedades elásticas por lo que sería interesante utilizarla como método de unión entre dos estructuras fijas que actuarían de agarre del smartphone, (ver ilustración 50).

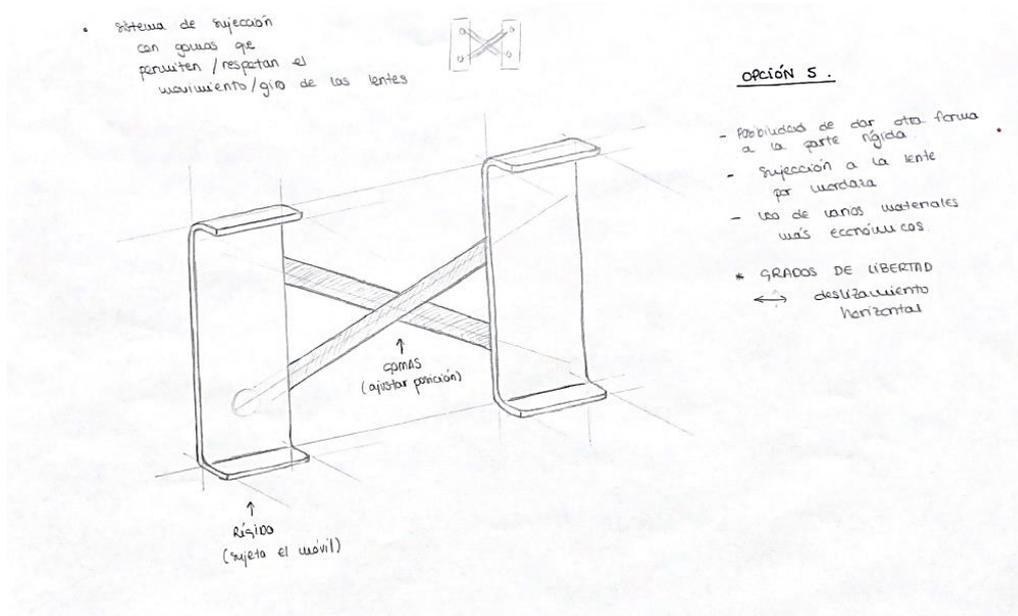


Ilustración 50. Opción 4.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

También se valora la opción cinco de diseño basada en dos piezas principales. Una de ellas actúa como fijación al colposcopio y simula un “brazo” con varias opciones de giro y plegado, que tendrá como punto de unión el cuerpo del colposcopio, a diferencia de las lentes como en las primeras opciones. Por otro lado, la otra pieza servirá de soporte del smartphone y ambas estarían unidas a través de un sistema de imanes, (ver ilustración 51).

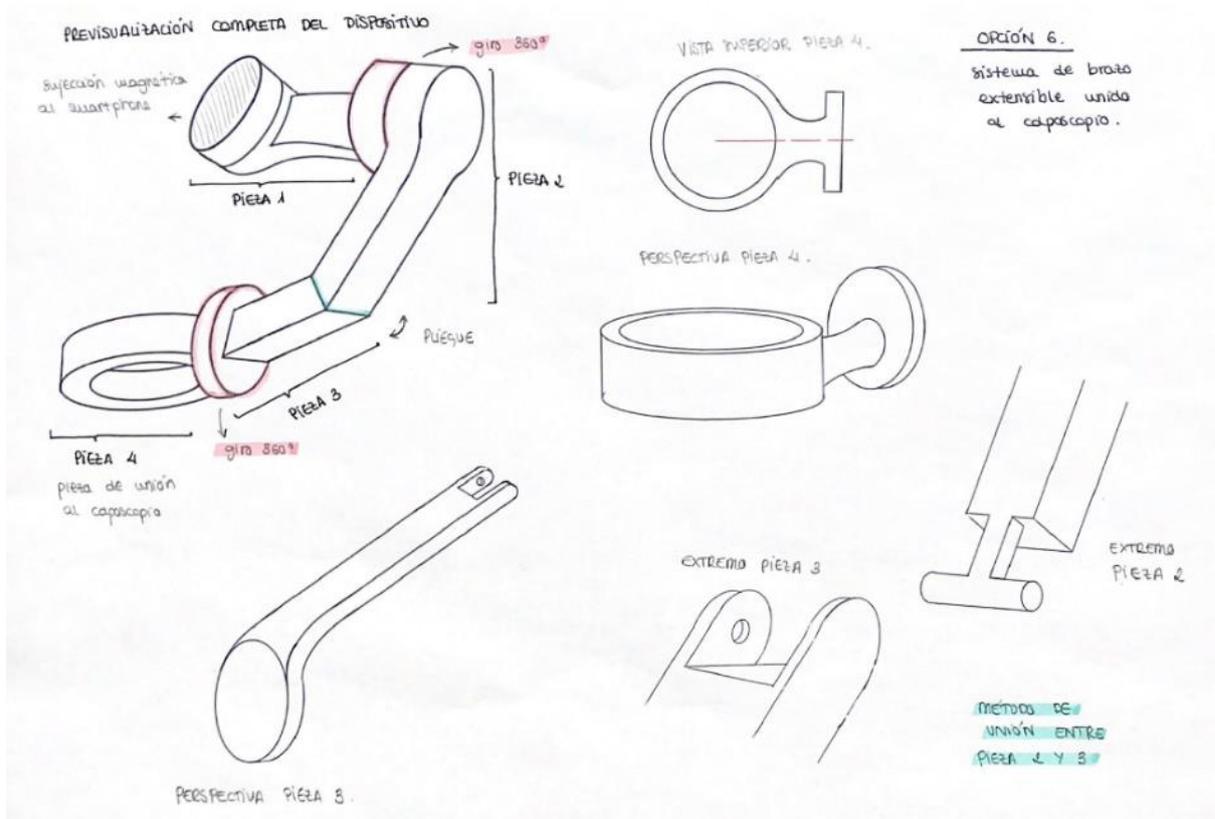


Ilustración 51. Opción 5

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

En la siguiente ilustración se realizan diferentes diseños de la segunda pieza mencionada anteriormente, el soporte real del teléfono móvil, obteniendo como mejor diseño el agarre en dos puntos laterales y, concluyendo, que la parte central (donde iría el imán) acepta cualquier diseño siempre y cuando sea compatible con la primera pieza, (ver ilustración 52).

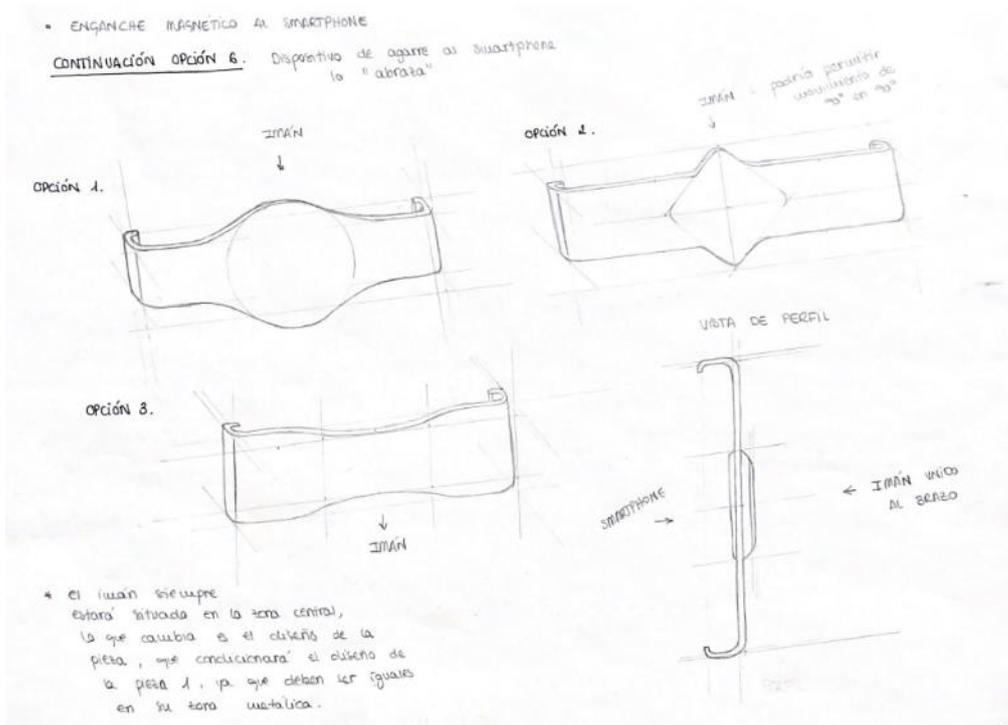


Ilustración 52. Agarre magnético opción 5.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

7.1.1. Conclusiones del bocetado preliminar.

Una vez concluido el proceso de conceptualización de las primeras ideas de diseño del sistema, donde se definieron cinco tipos de sujeción se decidió unir varios de los conceptos presentes en algunos de los bocetos iniciales:

- La sujeción principal del smartphone con apoyo en 3 puntos.
- Unión mediante imanes.
- Montaje y desmontaje rápido tanto del iPhone como de la nueva sujeción.
- Diseño minimalista y ligero.

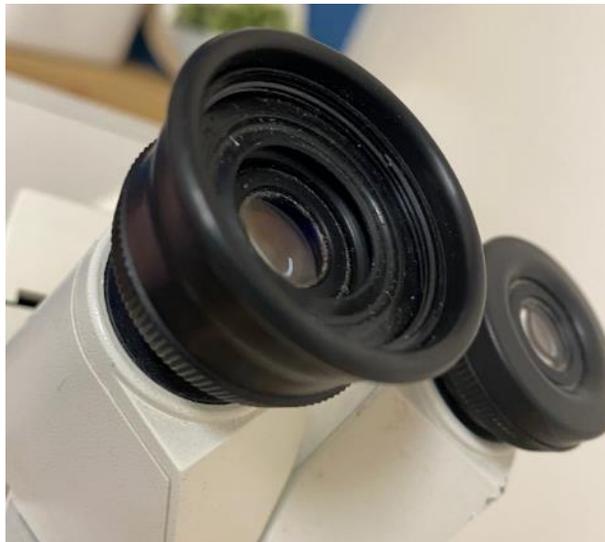
De esta forma, se llega a concretar cómo sería la propuesta de diseño más adecuada.

Primeramente, se decide utilizar como pieza de unión al colposcopio un elemento presente en una de sus lentes y que podemos ver en el modelo físico disponible en la CLÍNICA ZAIDA ESPACIO DE SALUD, con la que se está desarrollando este proyecto. Se trata de una pieza situada en las lentes oculares del colposcopio cuya función básica es centrar el campo de visión del doctor, evitando que la luz o cualquier elemento externo intercedan en la exploración.

En lo que sigue a este proyecto, esta pieza se denominará "protector de lente", (ver ilustración 53 y 54).



*Ilustración 53. Ajuste de la lente I.
Fuente: (Elaboración propia, 2021).*



*Ilustración 54. Ajuste de la lente II.
Fuente: (Elaboración propia, 2021).*

En segundo lugar, se decide unir la opción de dividir el diseño del dispositivo en dos piezas. Se combina el sistema de unión magnético con el agarre en forma de abrazadera junto con el apoyo en 3 puntos (ver bocetos preliminares 3 y 6). De esta forma, se cumplen los requisitos establecidos en el punto 6.3 de este mismo documento.

Así pues, los pasos que debe seguir el doctor en la colocación del mecanismo diseñado serían:

- Colocación a la altura de sus ojos las lentes del colposcopio, moviéndolas y ajustándolas a su forma de la cara.
- Al conseguir que una de las piezas pueda estar continuamente unida al colposcopio (pieza 1), solo deberá colocar la sujeción a su smartphone (pieza 2).
- Unir ambas a través de los imanes incorporados en ellas.
-

7.2. Desarrollo de bocetos sobre la idea final.

Finalmente, el dispositivo estará formado por dos piezas principales unidas entre ellas a través de dos aros magnéticos o imanes situados en cada una de sus caras. Los bocetos finales del diseño seleccionado se encuentran disponibles en el Anexo II.

La PIEZA_1 actuará como sistema base, ya que proporcionará la sujeción del conjunto a la lente del colposcopio. Para ello, se partirá del diseño de un aro cuyo interior funcionará de enganche al protector de la lente, (ver ilustración 55). También se añadirá un indicador de estabilidad en un extremo, para facilitar al doctor la correcta unión y nivelación de las piezas.

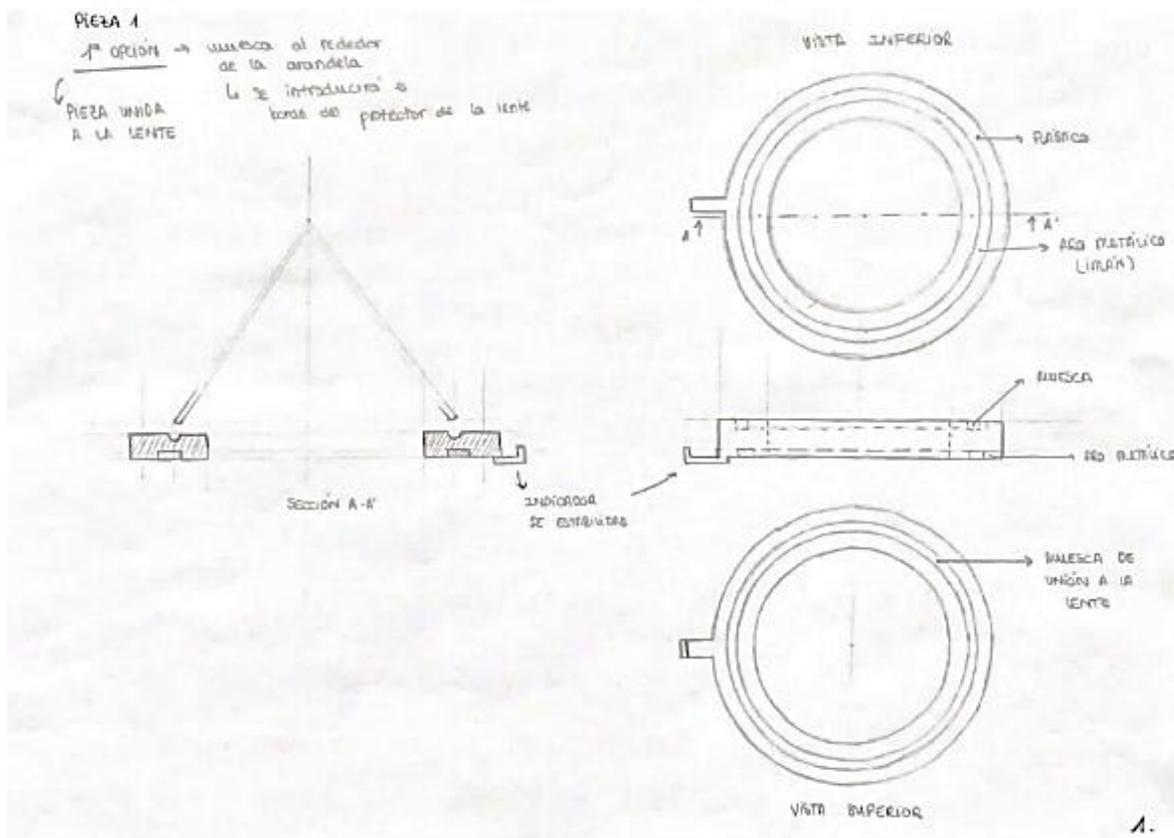


Ilustración 55. Bocetado PIEZA_1.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

La PIEZA_2 tendrá un mayor tamaño en comparación con la PIEZA_1. Esto es debido a que servirá de soporte principal del smartphone y debe corresponder las medidas y el peso de este. Por lo tanto y como se ha indicado anteriormente, en esta parte se utilizarán los sistemas de sujeción de agarre y de apoyo en tres puntos. Además, incorporará un diseño similar al de la PIEZA_1 para garantizar el acople entre ellas, (ver ilustración 56).

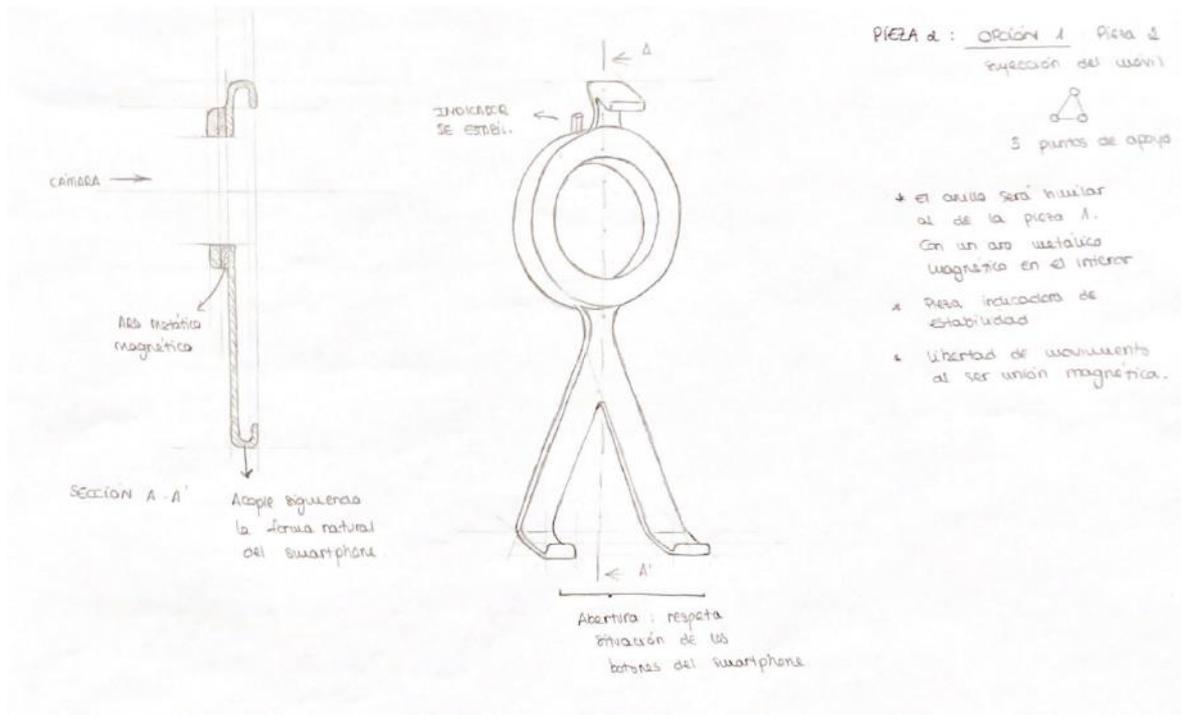


Ilustración 56. Bocetado PIEZA_2.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Del desarrollo del bocetado de la idea final de diseño se puede concluir que, en este modelo de sujeción, existen dos zonas críticas para tener en cuenta. La primera es la zona de enganche con el protector de la lente, situada en el interior de la PIEZA_1, ya que es la que soportará el peso de toda la estructura y del teléfono.

La segunda zona se encuentra en la PIEZA_2, en la parte encargada de sostener el smartphone ya que debe evitar la caída y el movimiento de este.

No obstante, este análisis se completará más adelante a través del modelado 3D del producto y, con la elección del material final para el nuevo diseño, se tomarán las decisiones oportunas.

7.3. Desarrollo 3D y planimetría básica del modelo final mediante la creación de planimetría y/o imágenes digitales.

En el presente apartado se ha llevado a cabo el desarrollo del modelo 3D para la elaboración de imágenes digitales y planimetría básica.

La realización del modelo se ha ejecutado mediante el software SolidWorks®, donde se han construido distintas piezas que posteriormente se han ensamblado para formar el dispositivo. La unidad de medida utilizada ha sido milímetros.

El fabricante del colposcopio no aporta ningún plano en lo respectivo a la estructura del dispositivo. No obstante, debido a la posibilidad de tener a mano el modelo específico del que trata este trabajo en la CLÍNICA ZAIDA ESPACIO DE SALUD, todas las medidas han sido tomadas a mano personalmente. Por tanto, hay que tener en cuenta en estas el error humano.

Previamente a la planimetría se describen cada una de las piezas elaboradas y, como se ha indicado anteriormente, el modelado se va a dividir en dos piezas principales para hacerlo más sencillo y comprensible.

- **Soporte N. 01.**

El soporte N. 01 será el nombre utilizado para la carcasa, anteriormente denominada PIEZA_1, que recubre la pieza “protector de lente”, (ver ilustración 57 y 58).

Tiene forma de circunferencia perforada en su interior y presenta una doble función ya que su cara interior se adapta completamente al borde del “protector de lente” garantizando su unión a este, y su cara exterior tiene incorporado uno de los dos aros magnéticos diseñados a continuación, cuyo fin es fijarse al soporte n. 02.

Además, en uno de los extremos se ha incluido una guía en forma de pestaña que ayudará a los doctores a nivelar y estabilizar todo el sistema.

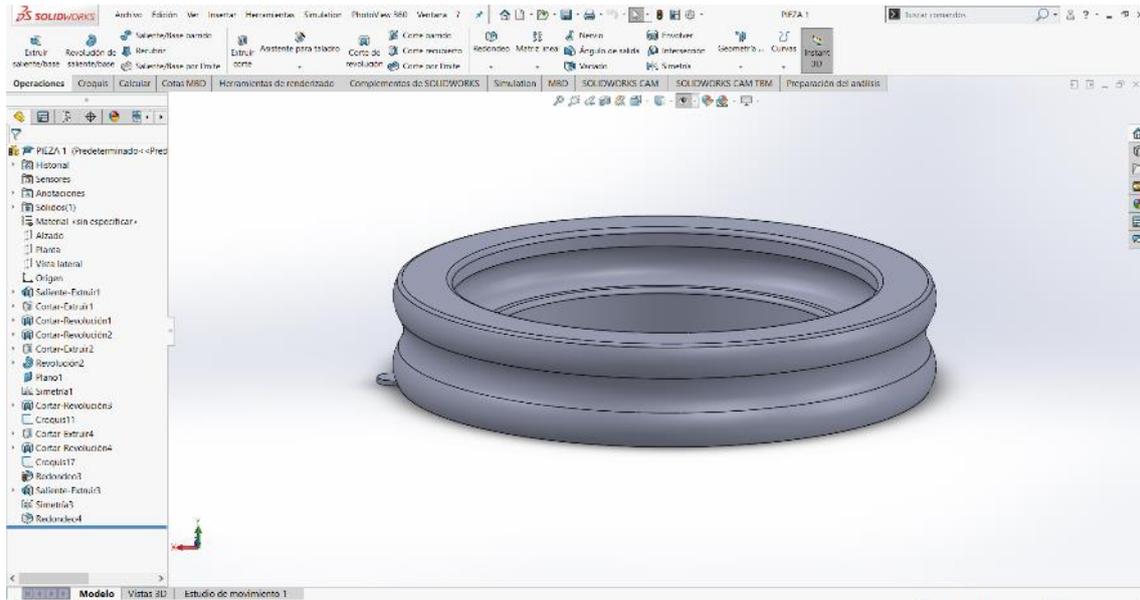


Ilustración 57. Creación soporte N. 01 3D.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Proyecto Fin de Grado: Conceptualización y diseño de un soporte de sujeción de cámara digital para un colposcopio.

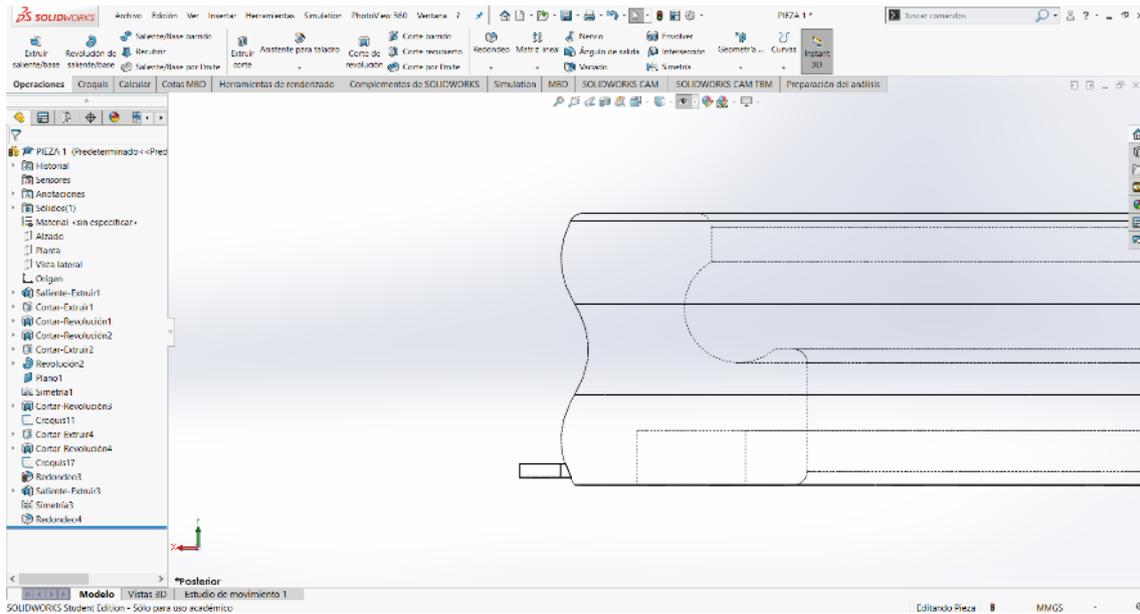


Ilustración 58. Visión lateral soporte N. 01 3D.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

- **Aro magnético.**

Los aros magnéticos son dos piezas imantadas que suponen la unión principal entre el soporte N. 01 y el soporte N. 02, por lo que están incorporadas en ambas. De esta pieza se fabricarán dos unidades, (ver ilustración 59).

Nota: este elemento se dispondrá como pieza comercial.

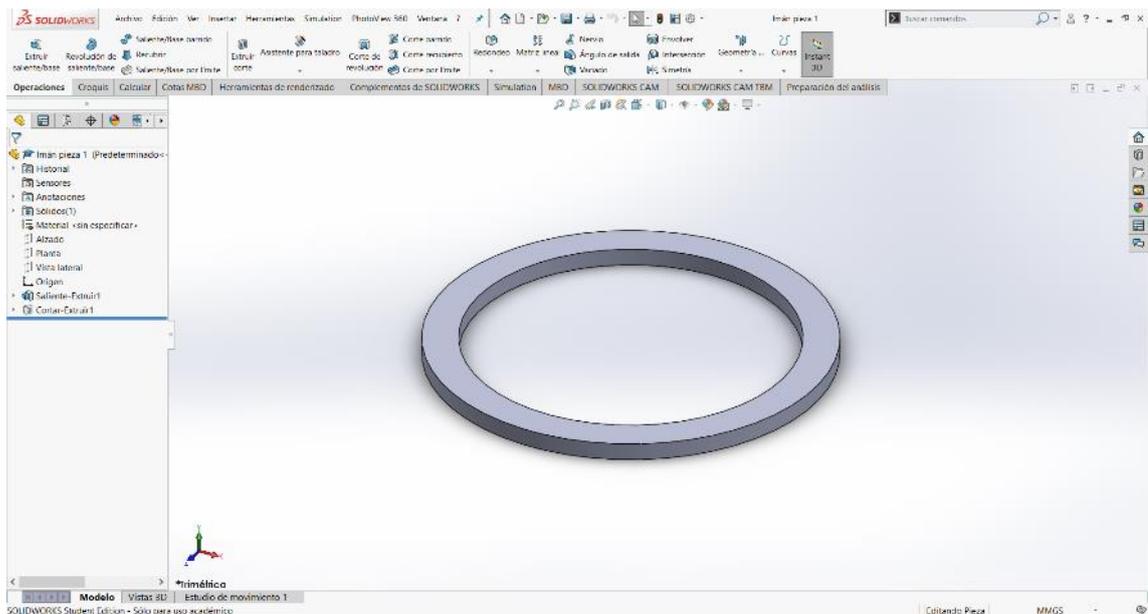


Ilustración 59. Aros magnéticos 3D.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

- **Soporte N. 02.**

El soporte N. 02 será el nombre utilizado para la pieza principal de este diseño, anteriormente denominada PIEZA_2, (ver ilustración 60-64). Este elemento tiene dos objetivos:

- En su cara posterior presenta un dispositivo similar al soporte n. 01, el cual contiene el segundo aro magnético y, por lo tanto, es la parte que debe unirse a él.
- En su cara delantera presenta el sistema principal de sujeción del smartphone formado por tres uniones principales simulando la forma de un triángulo rectángulo. De esta forma, además de nivelar y repartir el peso del smartphone, se asegura respetar las dimensiones de este y la localización de sus controles (botones laterales de volumen).

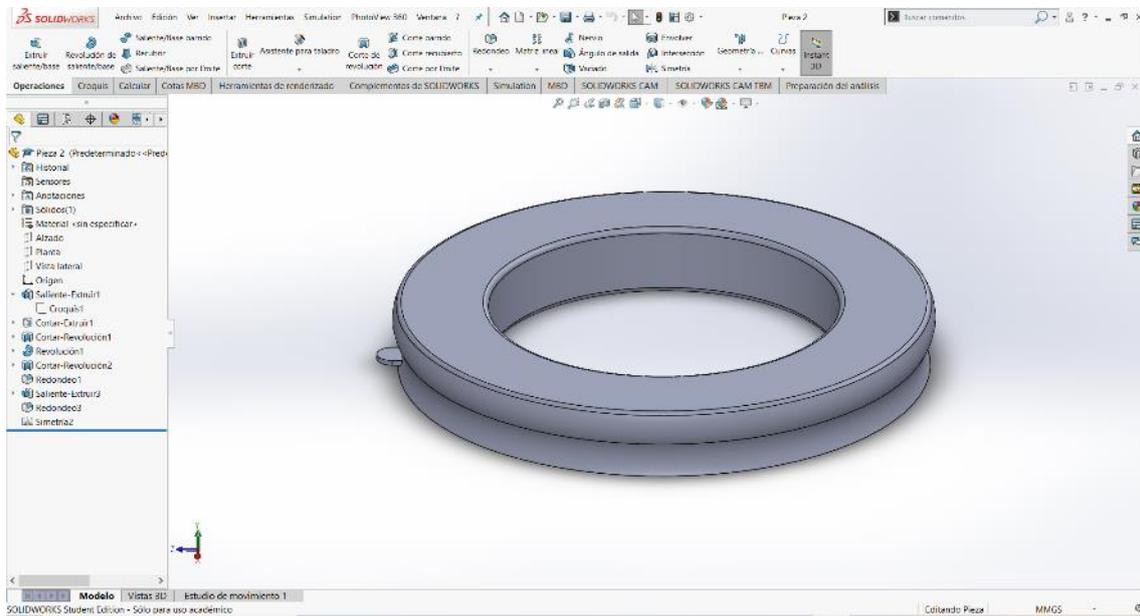


Ilustración 60. Soporte N. 02 3D.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Proyecto Fin de Grado: Conceptualización y diseño de un soporte de sujeción de cámara digital para un colposcopio.

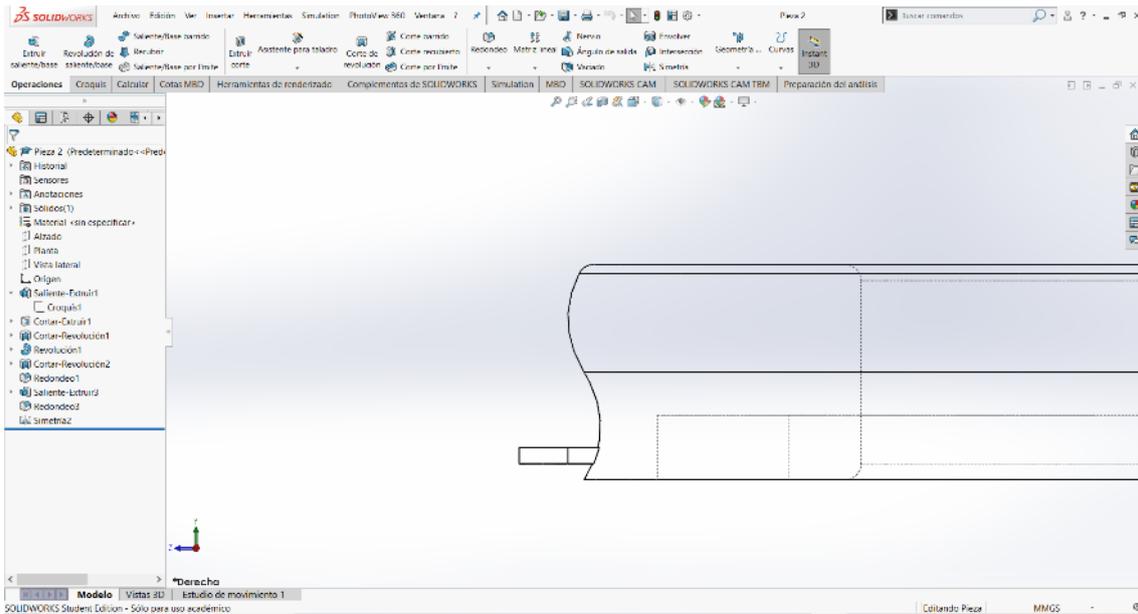


Ilustración 61. Visión lateral soporte N.º 3D.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

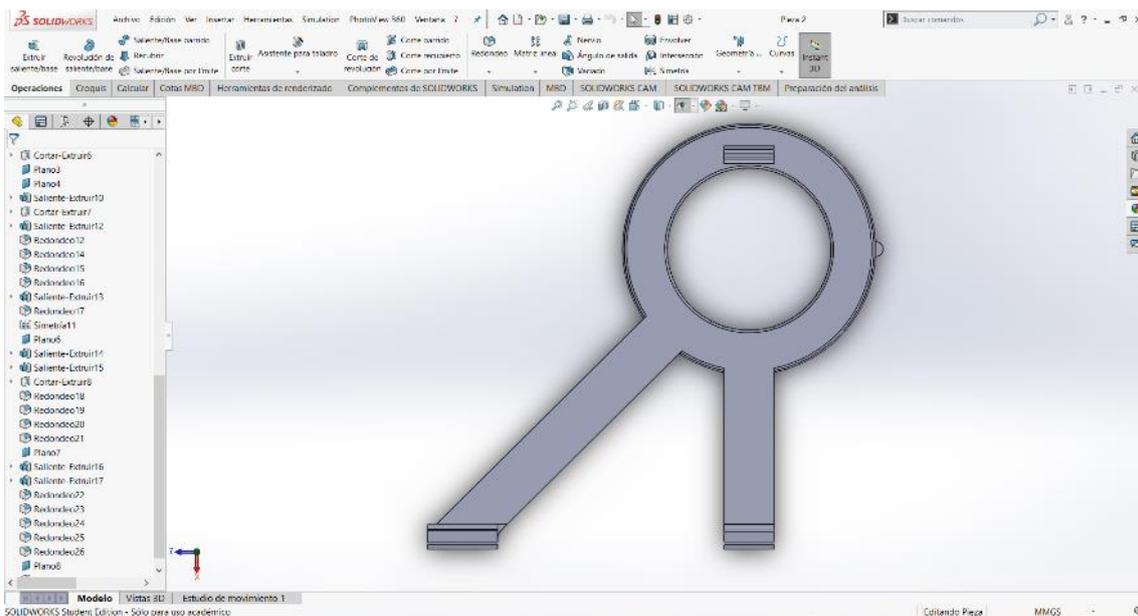


Ilustración 62. Vista frontal soporte N.º 3D.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Proyecto Fin de Grado: Conceptualización y diseño de un soporte de sujeción de cámara digital para un colposcopio.

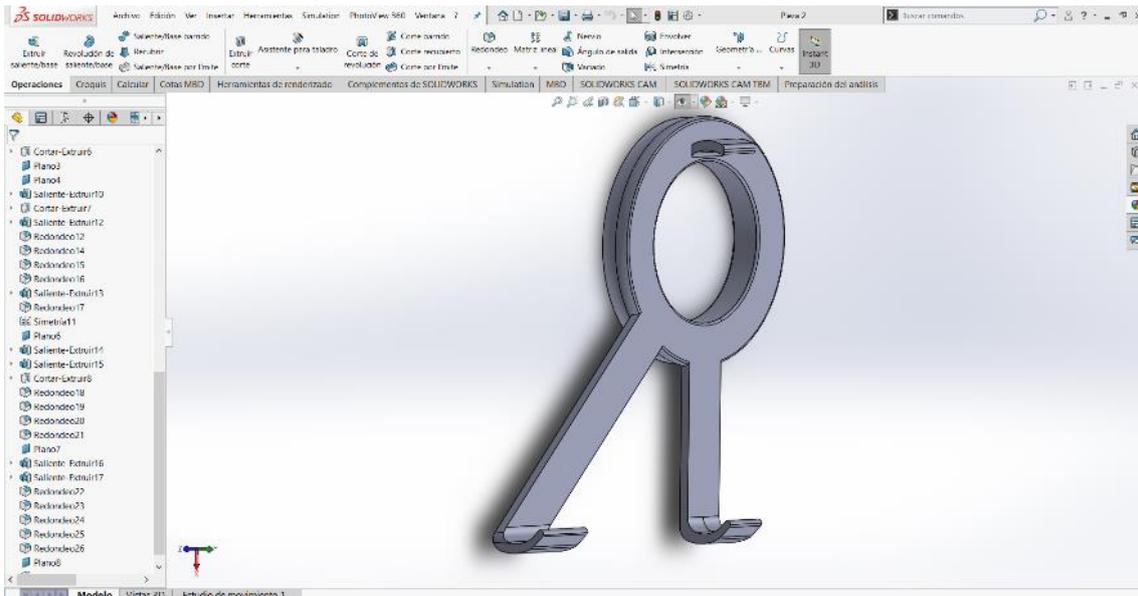


Ilustración 63. Perspectiva soporte N.º 2 3D I.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

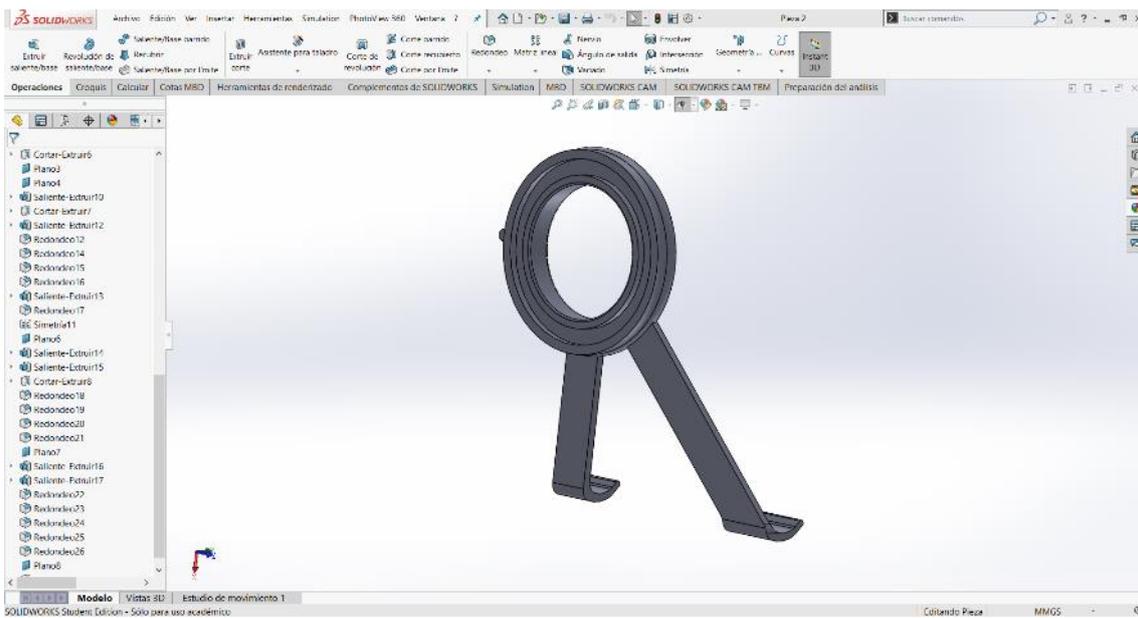


Ilustración 64. Perspectiva soporte N.º 2 3D II.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

7.3.1. Diseño del dispositivo final.

Finalmente, en este apartado se mostrará el ensamblaje de las piezas diseñadas anteriormente y se mostrará el producto final, (ver ilustraciones 65, 66, 67).

La planimetría del producto se encuentra disponible en el Anexo III.

Tanto al soporte N. 01 como al N. 02, a través de SolidWorks®, se les han dado una apariencia de plástico satinado en color gris claro combinado con zonas más oscuras, y se le ha añadido como material el plástico ABS PC, obteniendo como resultado un elemento cuyo peso es:

- Soporte N. 01: 8,32 gramos.
- Soporte N. 02: 9,56 gramos.

Por otra parte, a los imanes se les proporciona una apariencia metálica del níquel, puesto que la mayoría de los imanes incorporan un tratamiento con este mismo metal. Además, también se le añade como material una aleación de níquel, obteniendo un peso de 6,99 gramos. Por lo tanto, el nuevo sistema de sujeción diseñado tendrá un peso total de 31,86 gramos.

Además, como se puede ver en el renderizado (ver ilustración XX), las pestañas indicadoras de estabilidad presentes en ambos soportes deben coincidir.

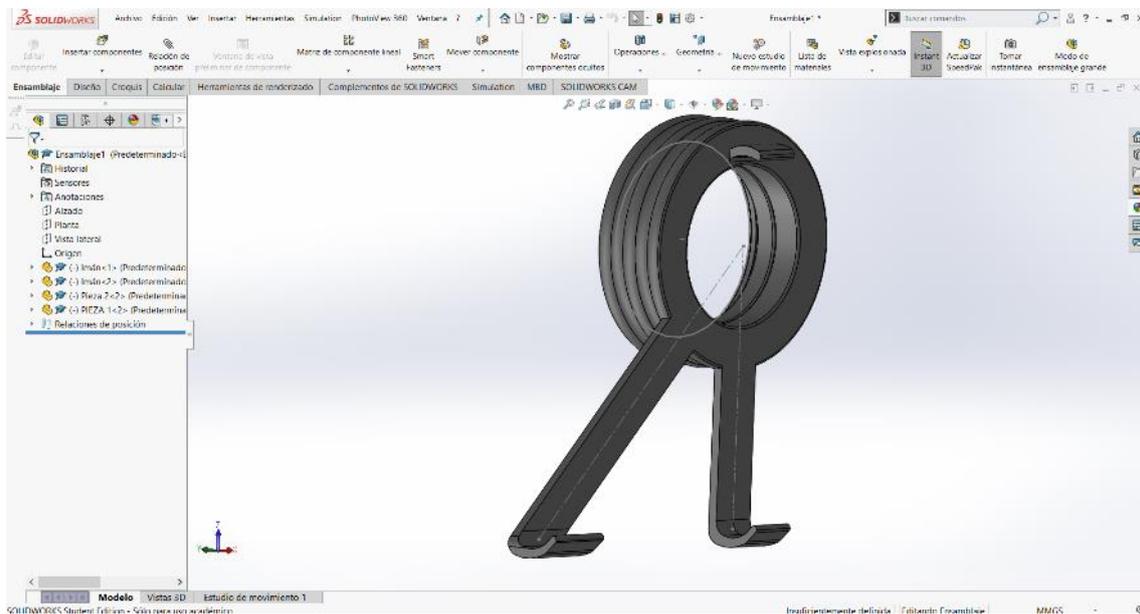


Ilustración 65. Ensamblaje I.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Proyecto Fin de Grado: Conceptualización y diseño de un soporte de sujeción de cámara digital para un colposcopio.

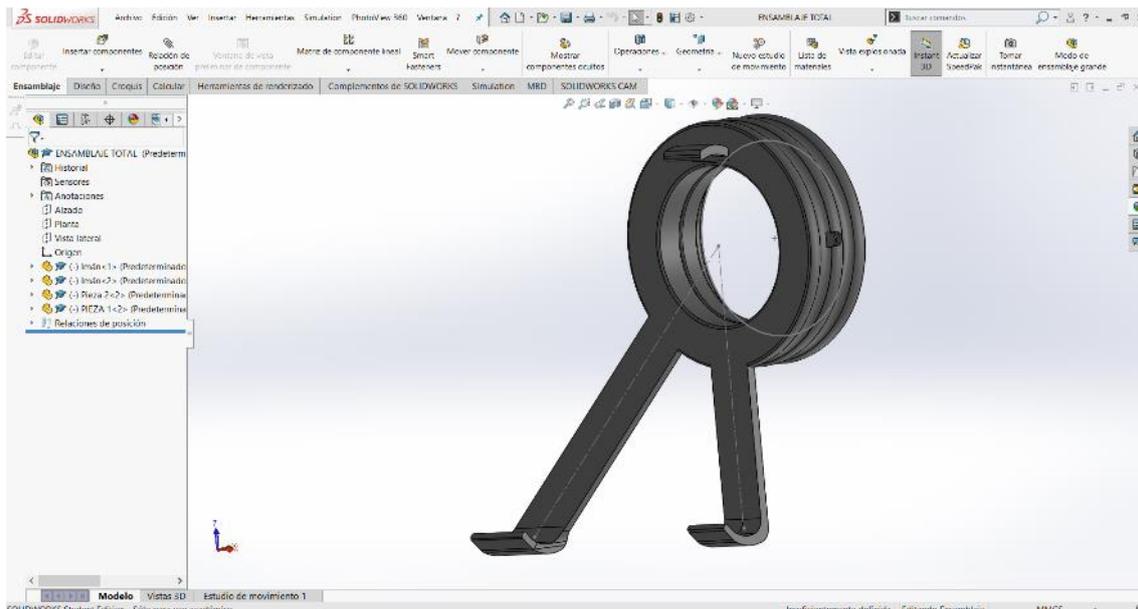


Ilustración 66. Ensamblaje II.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).



Ilustración 67. Renderizado del soporte.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Con la incorporación de este producto al colposcopio de la clínica, se consigue cumplir con los objetivos expuestos en este mismo documento relativos a la ergonomía, diseño y mejora.

pliego de condiciones + presupuesto

precio

&

materiales



8. Pliego de condiciones.

El siguiente apartado tiene como objetivo desarrollar el proceso de fabricación y acabado de cada componente del sistema de sujeción diseñado, además de sus operaciones de montaje para formar el sistema completo.

Para ello se establece, en primer lugar, un apartado donde se desarrolla una tabla resumen que recoge el proceso de fabricación y acabado de cada componente; un segundo punto donde se muestran las especificaciones técnicas de los materiales que formarán parte del producto final, acompañado de las especificaciones de fabricación de las piezas diseñadas y comerciales; y, por último, las operaciones que se han de llevar a cabo para el montaje del dispositivo.

8.1. Especificaciones técnicas del modelo diseñado y piezas comerciales.

A continuación, en dos tablas se describen las condiciones de fabricación y acabado de cada pieza diseñada y las especificaciones técnicas de las piezas comerciales, (ver tabla 4 y tabla 5). En la descripción de cada pieza se hace referencia a los planos aportados en el Anexo III.

Tabla 4. Piezas diseñadas.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

PIEZAS DISEÑADAS						
CANTIDAD	DESIGNACIÓN	N.º PIEZA	FABRICACIÓN	MATERIAL	ACABADO	IMAGEN
1	Soporte n. °1	1	Modelado por deposición fundida	ABS	Gris satinado	
1	Soporte n. °2	2	Modelado por deposición fundida	ABS	Gris satinado	

Tabla 5. Piezas comerciales.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

PIEZAS COMERCIALES						
CANTIDAD	DESIGNACIÓN	N.º PIEZA	FABRICACIÓN	MATERIAL	ACABADO	IMAGEN
2	Aro magnético	3	Refrentado y mandrinado	Neodimio	Gris brillante	

Pieza 1: Soporte N. 01.

- Material: termoplástico ABS.
- Proceso de fabricación:
La pieza se fabrica mediante modelado por deposición fundida (impresión 3D).
- Acabado:
Apariencia de plástico satinado en tono gris claro.
- Dimensiones de la pieza:
Pieza de diseño propio, lo cual se rige el plano nº1, (Anexo III).

Pieza 2: Soporte N. 02.

- Material: termoplástico ABS.
- Proceso de fabricación:
Al igual que la pieza 1, ya que comparten material, esta pieza se fabrica mediante modelado por deposición fundida (impresión 3D).
- Acabado:
Apariencia de plástico satinado en tono gris claro.
- Dimensiones de la pieza:
Pieza de diseño propio, lo cual se rige el plano nº2, (Anexo III).

Pieza 3: Aro magnético.

- Material: Neodimio con recubrimiento de Níquel.
- Proceso de fabricación:
Secuencia de operaciones de refrentado para conseguir la altura de la pieza deseada y mandrinado para obtener los diámetros necesarios.
- Acabado:

Acabado brillante plateado que se oscurece al contacto con el aire, textura opaca y lisa al tacto.

- Dimensiones de la pieza:

Pieza de diseño propio, lo cual se rige el plano nº3, (Anexo III).

8.2. Especificaciones técnicas de los materiales (características y suministros).

Para la elección del material con el que fabricar el nuevo sistema de sujeción hay que tener en cuenta las siguientes características de cada material:

- Densidad.
- Resistencia.
- Tenacidad.
- Procesos y métodos de fabricación.
- Costes del material.

De estas características se debe destacar la importancia de la densidad, el coste y la resistencia, puesto que el objetivo principal de este trabajo es la creación de un dispositivo ligero, fácil de transportar, duradero y económico.

Como se ha indicado anteriormente, el fabricante de colposcopio no especifica qué tipo de plástico se ha utilizado en la elaboración de las lentes. No obstante, en el diseño con el software SolidWorks®, se ha utilizado un plástico satinado.

• Piezas diseñadas.

En cuanto a los posibles nuevos materiales de las piezas diseñadas (soportes N. °1 y N. °2), a continuación, se exponen las características, así como las ventajas e inconvenientes, de cada una de las opciones consideradas:

- Ácido poliláctico (PLA).

Es un termoplástico cuyos materiales de base se obtienen a partir de la yuca, la caña de azúcar o el almidón de maíz. Por lo tanto, es un material que puede ser biodegradable a temperaturas del orden de 60°C. Además, es un elemento bastante ligero, con una densidad de 1'210-1'430 g/cm³, (ver tabla 6).

Se utiliza ampliamente en el mundo de la impresión 3D en el proceso denominado modelado por deposición fundida (MDF).

Tabla 6. Propiedades del PLA.

Fuente: *descubrearduino.com*, 2021.

Propiedad	Valor
Nombre completo	Ácido poliláctico (PLA)
Punto de fusión	150 a 160 °C (302 a 320 °F)
Transición vítrea	60-65 °C
Temperatura del molde de inyección	178 a 240 °C (353 a 464 °F)
Densidad	1.210-1.430 g-cm-3
Fórmula química	(C ₃ H ₄ O ₂) _n
Cristalinidad	37%
Módulo de tracción	2,7-16 GPa
Solubilidad	Disolventes clorados, benceno caliente, tetrahidrofurano y dioxano (no soluble en agua).

Sin embargo, en sus ventajas es donde podemos encontrar los puntos desfavorables de este material. A pesar de ser uno de los plásticos más respetuosos con el medio ambiente, es inapropiado para aplicaciones de alta temperatura pudiendo mostrar incluso signos de ablandamiento o deformación en un día caluroso. Como este proyecto tiene como característica principal la durabilidad del producto, esta opción queda descartada.

➤ ABS.

El amplio rango de propiedades que exhibe el ABS es debido a las propiedades que presentan cada uno de sus componentes, (ver tabla 7).

La mayoría de los plásticos ABS son no tóxicos e incoloros. Pueden ser extruidos, moldeados por inyección, soplado y prensado, y es uno de los materiales más utilizados en el mundo de la impresión 3D debido a sus muchas aplicaciones.

El ABS se destaca por combinar dos propiedades muy importantes como son la resistencia a la tensión y la resistencia al impacto en un mismo material.

Además de ser resistente a la abrasión, a la fatiga y a la fricción, es un plástico bastante ligero que presenta una densidad de 1'07 g/cm³ siendo destacable su alta rigidez, su resistencia a ataques químicos, su gran tenacidad incluso a baja temperatura (-40°C), su baja absorción de agua y, por lo tanto, su alta resistencia a la abrasión.

Tabla 7. Propiedades físico-mecánicas del ABS.

Fuente: *resinex.es*, 2021.

Alargamiento en la rotura (%)	45
Coefficiente de fricción	0,654
Resistencia a la tracción (MPa)	41-45
Resistencia al impacto Izod (J/m ⁻¹)	200-400
Absorción de agua en 24 horas (%)	0.3-0.7
Densidad (g/cm ³)	1,07
Resistencia a la radiación	Aceptable
Resistencia a los ultravioletas	Baja

Finalmente, y atendiendo a los objetivos mencionados inicialmente, los soportes principales del producto se diseñarán con el plástico ABS puesto que cumple con los requisitos.

- Condiciones de suministro del ABS.

El suministrador del plástico es la empresa "Pc Componentes". La realización de la compra es efectuada de manera online con pedido a domicilio.

El formato de compra es una bobina de plástico de filamento ABS para impresión 3D con un peso de bobina de 1kg y un diámetro de filamento de 1.75mm. El precio de venta de la bobina es de 12,87€. Se efectuará la compra de una bobina.

- **Piezas comerciales.**

En este apartado se especificarán tanto los materiales como las opciones de compra de los aros magnéticos o imanes presentes en los dos soportes principales.

- Neodimio.

Tras realizar una búsqueda exhaustiva sobre las diferentes tipologías de imanes existentes en el mercado, se llega a la conclusión de que deben ser incorporados en el diseño imanes de neodimio, (ver ilustración 68).

El neodimio se califica como tierra rara y pertenece al metal de Misch. Estos imanes son clasificados como imanes permanentes ya que cuentan con una gran intensidad de campo y son buenos resistentes a la corrosión. Además, suelen ser bastante más económicos y potentes que sus contrincantes los imanes de samario-cobalto.

- Condiciones de suministro del metal.

Discos de neodimio con tratamiento de níquel. Con unas dimensiones de 50/40mm de diámetro, 6mm de altura y un peso por unidad de 37,6g.

El suministrador y fabricante es “Superimanes”. Venta online y pedido a domicilio. El precio unitario es de 9,75€.



Ilustración 68. Imanes.

Fuente: superimanes.com, 2021.

8.3. Condiciones técnicas sobre fabricación.

- **Fabricación de los soportes a partir de ABS.**

Ambos soportes se fabrican siguiendo el mismo proceso de fabricación, primero modelado por deposición fundida y, después, eliminación de rebabas a través del desbarbado de piezas por vibración.

El modelado por deposición fundida comienza con un proceso de software, que parte de un formato *.STL. Este fichero es diseñado para obtener modelos 3D que pueden ser impresos por capas mediante máquinas de prototipado rápido.

Este tipo de fabricación utiliza una función aditiva de aporte de material basado en resinas epoxi o ABS por capas, es decir, deposita el material seleccionado (en este caso, ABS) hasta conformar la pieza, (ver ilustración 69).

El material de base es un filamento plástico en bobinas y es introducido por una boquilla que al calentarse deposita el material fundente sobre un soporte. La boquilla se calienta a una temperatura de fusión del material, en este caso 200°C y permite aplicar el material fundente espacialmente en los tres ejes X, Y, Z controlados electrónicamente. De esta forma, la pieza se construye con hilos finos del material que se solidifican después de salir de la boquilla a temperatura ambiente, (3D, 2021).

Por tanto, el desplazamiento la boquilla se realiza mediante un motor que permite su movimiento en el eje vertical o altura (Z), mientras que el movimiento en las otras dos dimensiones, horizontal o base (X e Y), (Yadroitsev, Yadroitsava, Du Plessis and MacDonald, 2021).

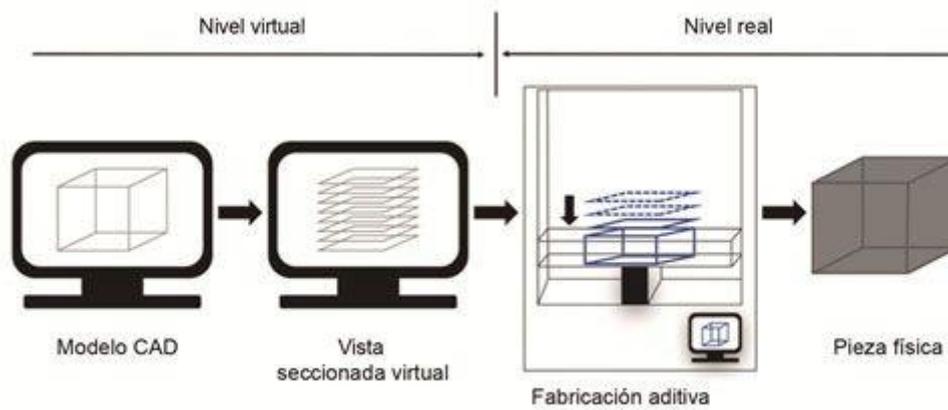


Figura 1: Principio de la fabricación aditiva según Gebhardt [7]

Ilustración 69. Fases del MDF.

Fuente: Fraunhofer Institute for Casting, Composite and Processing Technology IGCV (2021).

Una vez creada la pieza mediante una máquina de prototipado rápido de carácter aditivo, existe un proceso de eliminación de rebabas, en este caso, se realiza mediante desbarbado o rectificación de piezas por vibración. Este método se utiliza para eliminar las rebabas por vibración, arenado o rodillos y actualmente es una de los más utilizados por las empresas, (ver ilustración 70).



Ilustración 70. Máquina de desbarbado.

Fuente: aymsa.com, (2021).

Por último, con el fin de mejorar la estética de las piezas y eliminar los defectos de fabricación procedemos a pintar las piezas fabricadas con ABS.

Una de las mejores opciones para añadir pintura sobre plástico es mediante spray o aerosol. Por lo tanto, primeramente, usaremos un promotor de adherencia de la pintura, que evitará la caída de la pintura con el paso del tiempo para, después, añadir una capa de pintura gris de acabado satinado sobre las piezas diseñadas, de esta forma también protegemos las piezas de los posibles golpes y las hacemos más resistentes.

- **Fabricación aros magnéticos de neodimio.**

Los aros magnéticos obtenidos en la empresa SUPERIMANES S.L. deben ser introducidos a un proceso de torneado para dotarlos de la medida exacta para ser introducidos a los soportes.

En primer lugar, su altura inicial de 6mm debe ser reducida a 2mm. Para ello, se procederá a realizar una operación de refrentado en la que se eliminarán 4mm de la pieza. Esta operación es un mecanizado frontal y perpendicular al eje de las piezas, (ver ilustración 71).

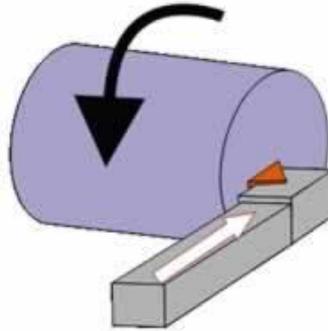


Ilustración 71. Proceso de mecanizado.

Fuente: deingenierias.com, (2021).

Finalmente, para poder conseguir los diámetros exteriores e interiores adecuados al dispositivo, se realizará una operación de mandrinado. Este sistema consiste en el mecanizado interior de piezas generalmente cilíndricas. De esta forma, con el carro transversal se regula la profundidad de pasada y, por lo tanto, el diámetro del cilindro y, con el carro en paralelo, se regula la longitud del cilindro. El carro avanzará de forma automática de acuerdo con el avance de trabajo que se desee. Esta operación deberá realizarse con la pieza al aire sujeta en el plato de garras, puesto que es de dimensiones reducidas, (ver ilustración 72).



Ilustración 72. Proceso de mandrinado.

Fuente: deingenierias.com, (2021).

8.4. Montaje del soporte de sujeción.

Con el fin de entender por completo el montaje del soporte sujeción, se nombrará a cada una de las piezas que intervienen en el proceso numéricamente. A continuación, se detallará el sistema de montaje del producto, (ver ilustración 73).



Ilustración 73. Renderizado del explosionado.

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

1. Soporte N.º1. Pieza anclada a la lente del colposcopio.
2. Aro magnético introducido en el soporte N.º1.
3. Aro magnético introducido en el soporte N.º2.
4. Soporte N.º2. Pieza cuya misión es la sujeción segura del smartphone.

Al tener cuatro piezas se debe tener en cuenta la forma de unir los aros metálicos en la posición adecuada dentro de la forma esférica de cada uno de los soportes. Para fijar estos imanes a las piezas, se utilizará un pegamento específico de metales tipo epoxi bicomponente de rápida actuación. Este adhesivo resulta muy efectivo cuando se necesitan soluciones rápidas y aplicaciones que requieran una distribución uniforme de las tensiones, así como una muy elevada resistencia a impactos y vibraciones. Como ejemplo, uno de los pegamentos más utilizados del mercado actual es el SF 3450 de la marca LOCTITE®.

Una vez establecidas estas uniones se realizaría el montaje completo del dispositivo que estaría listo para su uso en la clínica.

9. Presupuesto de conceptualización y diseño del dispositivo.

El siguiente presupuesto se basa en la valoración del coste que supone al diseñador realizar la conceptualización y diseño del dispositivo.

El presupuesto general del Trabajo Final de Grado engloba distintas partidas que se han tenido en cuenta para su cálculo. Se distinguen estas tres:

El presupuesto general del Trabajo Final de Grado engloba distintas partidas que se han tenido en cuenta para su cálculo. Se distinguen las siguientes:

9.1. Realización de documento TFG.

- Investigación y planteamiento de necesidades del dispositivo.

Para poder llevar a cabo el desarrollo de este proyecto, fue imprescindible la búsqueda de necesidades no cubiertas en el entorno de la ginecología, ámbito en el que se estableció que se debía basar la necesidad detectada para desarrollar un trabajo que concluyera en la solución a ésta.

Para ello, durante el transcurso de tres meses, se realizaron varias entrevistas a profesionales del sector ginecológico, así como la observación durante la jornada laboral. El coste de este concepto no obtuvo remuneración alguna puesto que los médicos se ofrecieron a trabajar conjuntamente en este proyecto.

Además, antes de comenzar con la conceptualización y diseño del dispositivo, se realizó la recopilación y el análisis de información teórica relacionada. Se llevó a cabo un estudio sobre conceptos en la ginecología general, así como los procesos más utilizados en la exploración y detención de signos de enfermedad en el aparato reproductor femenino. De esta manera, se da al lector no vinculado al entorno de la ginecología unas nociones que permitan comprender la utilidad del dispositivo.

El coste de este concepto fue de 20 € la hora, ya que para su elaboración no fue necesario conocimientos previos. Las horas invertidas fueron de aproximadamente 45 horas.

- Redacción del proyecto:

Dentro de la elaboración del documento TFG se tiene en cuenta la redacción del propio documento. El coste de este concepto fue de 20 € la hora y la inversión en horas fue de 30 horas.

- Maquetación del documento:

Por otro lado, también se tiene en cuenta la maquetación editorial del propio documento. El coste de este concepto fue de 30 € la hora, ya que requiere de conocimientos de diseño gráfico para su elaboración, y la inversión en horas fue de 35 horas.

9.2. Realización de material gráfico.

- Bocetos preliminares:

Previamente a la elección y diseño del dispositivo final, se realizaron unos bocetos previos para barajar entre distintas opciones formales y seleccionar la que mejor se adaptase a los criterios establecidos. El coste de este concepto fue de 30 € la hora, siendo las horas invertidas de 15 aproximadamente.

- Bocetado del dispositivo final:

Una vez seleccionado entre los bocetos preliminares el dispositivo final, se procedió a desarrollar nuevos bocetos más elaborados y con mayor precisión, desde distintas perspectivas y haciendo énfasis en los detalles. El coste de este proceso de conceptualización fue de 30 € la hora y se invirtió aproximadamente 8 horas en su elaboración.

- Creación de imágenes presentación realista (3D):

Tras la conceptualización del dispositivo final, se elaboraron las imágenes realistas mediante el diseño 3D con el programa Solid Works®. El coste de este concepto fue de 40 € la hora, ya que además de la mano de obra del diseñador, también se tiene en cuenta una pequeña parte proporcional del coste de la licencia del software. Las horas invertidas fueron de aproximadamente 20 horas.

- Definición de planimetría:

La planimetría del dispositivo fue obtenida a raíz de la elaboración de las imágenes en 3D mediante Solid Works®, por lo que las horas que se reflejan en este concepto son únicamente las que se atribuyen a la elaboración de cajetines y a la creación de vistas normalizadas del producto final para la elaboración de la planimetría del modelo. El coste de este concepto fue de 30 € la hora y las horas invertidas fueron de aproximadamente 8 horas.

9.3. Otros costes.

- Impresión y encuadernación de documentos:

La impresión y encuadernación del documento en formato papel del TFG tiene un coste de 50 € por unidad.

Tabla 8. Costes realización documento TFG.
Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Realización del documento			
Descripción de la tarea	Dedicación en horas	Coste por hora	Total
Investigación y planteamiento de las necesidades del dispositivo	45	20 €	900 €
Redacción del proyecto	30	20 €	600 €
Maquetación del documento	35	30 €	1.050 €
TOTAL			2.550 €
Realización de material gráfico			
Descripción de la tarea	Dedicación en horas	Coste por horas	Total
Bocetos preliminares	15	30 €	450 €
Bocetado del dispositivo final	8	30 €	240 €
Creación de imágenes presentación realista (3D)	20	40 €	800 €
Definición de planimetría	8	30 €	240 €
TOTAL			1.730 €
Otros costes			
Descripción de la tarea	Unidades	Precio por unidad	Total
Impresión y encuadernación de documentos	1	50 €	50 €
TOTAL			50 €
Total			<u>4.330 €</u>

Como conclusión, se obtiene que el coste total de la realización del documento completo de este proyecto asciende a 4.330 €.

9.4. Costes básicos e industriales.

En este apartado se calcularán los costes directos de la fabricación del producto. Normalmente, se tienen en cuenta los gastos de transporte, aranceles o despuestos. Sin embargo, en el presente trabajo solo se valorará el precio de los productos.

Se organizará siguiendo las tipologías establecidas, por lo que en este primer punto se contabilizarán: costes de materia prima, materiales, maquinaria y mano de obra.

- **Elementos para presupuestar:**

- Coste de los materiales.

Materias primas: termoplástico ABS.

Materiales normalizados subcontratados: aros magnéticos de neodimio.

- Coste del trabajo personal.

Tipos de operarios: operario máquina de impresión 3D, y operario corte de metal.

Coste accesorio trabajo: equipo de seguridad.

Coste remuneración operarios (salarios, seguros...).

- Coste por utilización de equipos e instalaciones.

Costes con relación al uso de la impresora 3D y la maquinaria de corte de metales.

- **Cuadros por piezas.**

- Piezas diseñadas.

A continuación, se calculará el precio del material usado para la fabricación de las piezas diseñadas. Se agrupará el resultado del coste siguiendo la distribución de las piezas teniendo en cuenta el material, (ver tabla 8).

Tabla 9. Coste material de impresión ABS.
Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Material de impresión: ABS					
Proveedor	Descripción	Unidades	Diámetro filamento (mm)	Peso (kg)	Precio unitario
Gembird	Bobina de filamento ABS	1	1,75	1	12,87€

Con esta cantidad de materia, se podrían fabricar un total de 559 unidades.

Seguidamente, se detallará en la siguiente tabla el coste total del ABS según las piezas diseñadas con este material, (ver tabla 9).

Tabla 10. Coste piezas diseñadas ABS.
Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Precio por pieza			
Pieza	Cantidad	Peso unidad (kg)	Precio unidad
Soporte N. °1	1	0,00832	0,11 €
Soporte N. °2	1	0,00956	0,12 €
TOTAL	2	0,001788	0,23 €

Por lo tanto, el coste de material de las piezas comerciales es 0,23 €.

Sin embargo, se tendrá en cuenta el coste total de la bobina de 1kg de ABS, necesario para la fabricación de una unidad, es decir, el coste total de material es **12,87 €**.

- Piezas comerciales.

Los elementos de unión como los imanes o el pegamento han sido comprados a través de distintos proveedores.

Son productos comerciales y poseen un precio de venta al público. Ese precio integra el precio de venta fábrica, gastos generales y el beneficio a obtener. Por lo tanto, hay parámetros que no deben ser calculados, como puede ser la mano de obra.

A continuación, se presenta una tabla donde quedan recogidos todos los datos de compra y el precio final de esta, (ver tabla 10):

Tabla 11. Coste compra elementos comerciales.
Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Denominación	Proveedor	Referencia	Descripción	Cantidad	Precio unidad	Precio total
3450 LOCTITE®	Ferretería Campollano	741886335	Adhesivo epoxi metal	25 ml	12,58€	12,58€
Aros magnéticos	SUPERIMANES SL.	A-40-23-06	NdFeB, N42, niquelado	2	9,75€	19,5€
TOTAL (precio unitario)						32,08€

Como conclusión, se obtiene que el coste de elementos comerciales necesarios para la fabricación de una unidad es de 32,08 €.

Por tanto, el coste del uso de material y elementos comerciales es de **44,95 €**.

SUBTOTAL 1: 44,95 €.

- **Cuadros de fabricación y montaje.**

En este apartado se procederá a realizar los cálculos de coste de mano de obra de la fabricación total del soporte de sujeción, que en este caso serán los gastos en impresión 3D y conformado de las piezas diseñadas, conformado de los aros magnéticos y unión final del sistema.

Antes de calcular estos precios, se debe aportar información sobre el tiempo aplicado en cada una de las operaciones, (ver tabla 11):

*Tabla 12. Tiempo de operaciones.
Fuente: (Elaboración propia, 2021).*

Tiempo de operaciones	
Operación	Tiempo (minutos)
Impresora 3D soporte N. °2	25
Impresora 3D soporte N. °1	12
Desbarbado	0,75
Cilindrado	2
Mandrinado	3
Montaje del soporte	5
TOTAL	47,75

En total se necesitan 47,75 minutos para fabricar un sólo soporte de sujeción con la precisión necesaria requerida. Con este dato y el precio por hora de los trabajadores, adquiridos del convenio colectivo, es posible hallar el coste de mano de obra.

Para hallar el coste de maquinaria se procederá de la siguiente manera, sabiendo el tiempo de utilización de cada máquina, se multiplicará por el coste por hora de dicha máquina.

Se debe tener en cuenta que el precio de uso de la impresora 3D se refiere al coste del operario, es decir, al coste de tener una persona vigilando la impresión, (ver tabla 12).

*Tabla 13. Coste maquinaria.
Fuente: (Elaboración propia, 2021).*

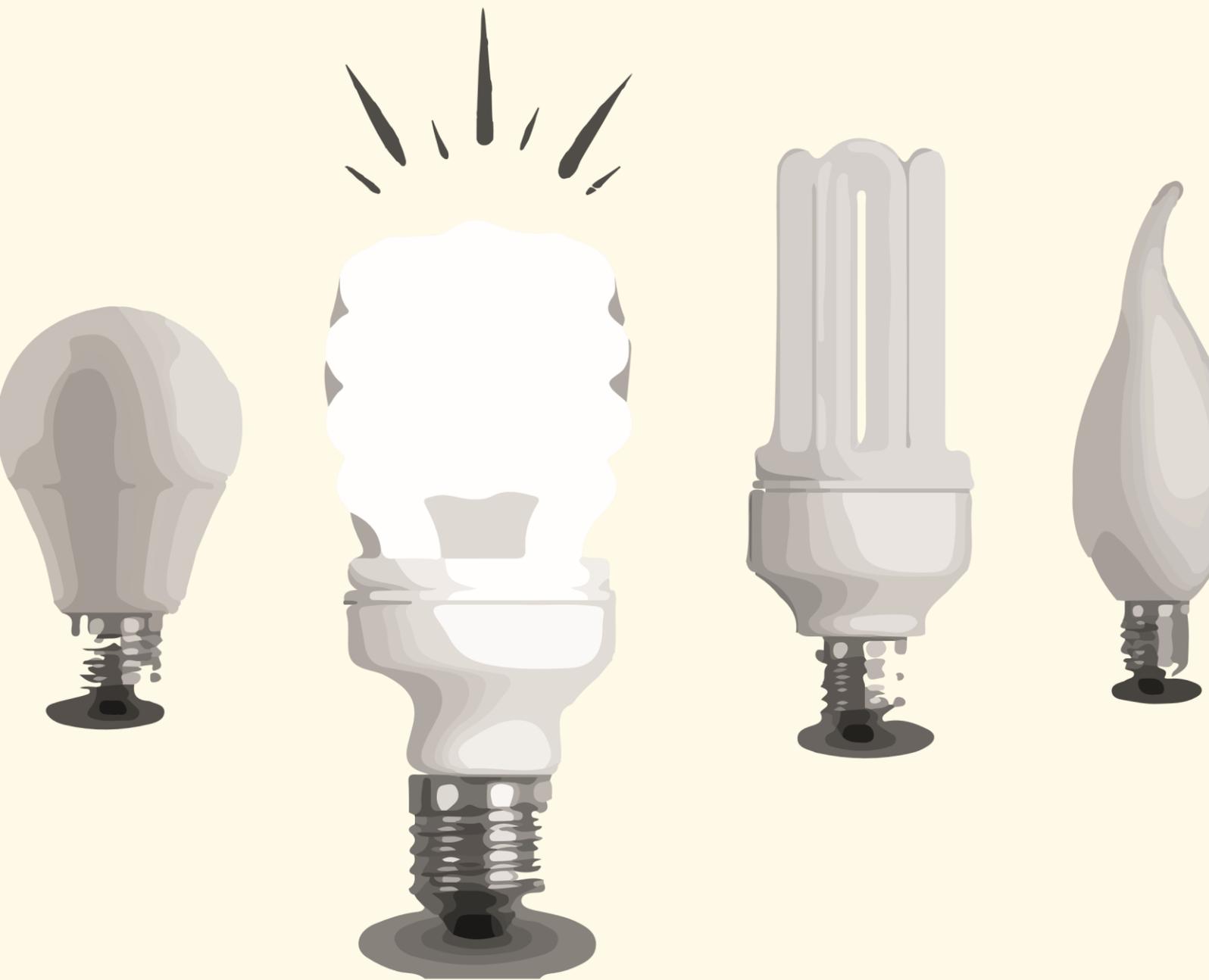
Maquinaria			
	Precio/hora(€/h)	Horas trabajadas (h)	Coste (€)
Impresora 3D	0,08	0,62	0,05 €
Máquina de desbarbado	40	0,013	0,52 €
Torno	31,50	0,033	1,04 €
Mandrinadora	25	0,05	1,25 €
TOTAL			2,86 €

Por tanto, el coste del uso de maquinaria para fabricar una unidad es 2,86 €.

Proyecto Fin de Grado: Conceptualización y diseño de un soporte de sujeción de cámara digital para un colposcopio.

SUBTOTAL 2: 2,86 €.

En resumen, los costes totales debidos únicamente a los materiales, mano de obra y equipos, necesarios para fabricar el nuevo dispositivo son **47,81 €.**



conclusiones

ideas

&

comparaciones

10. Conclusiones.

En resumen, es posible afirmar que los resultados del trabajo han sido satisfactorios, cumpliéndose el objetivo principal del proyecto que era diseñar un soporte de sujeción integrado en un colposcopio que cumpla con los requisitos ergonómicos, dimensionales y estructurales propuestos, a la vez que satisfaga las necesidades de los doctores.

En un principio, el único método de toma de imágenes durante la examinación sobre posible cáncer de útero, era la utilización de una cámara que, en la actualidad, casi ha quedado obsoleta ya que su uso se ha visto reducido al mundo profesional.

Con el nuevo dispositivo diseñado, se facilita la realización de dicho examen, mejorando la visualización de posibles signos cancerosos y simplificando los resultados obtenidos, haciendo que sean más comprensibles para los pacientes.

En definitiva, se ha conseguido generar un sistema de peso muy reducido, rígido y resistente, gracias al uso de ABS como material principal y a los imanes de neodimio, cuyo nivel magnético es lo bastante fuerte como para mantener el smartphone.

En cuanto a lo económico, como se ha indicado anteriormente, el hecho de utilizar un material como el ABS disminuye el precio final del dispositivo, pudiendo realizarse grandes lotes del producto a bajo coste.

bibliografía

enlaces

&

referencias



11. Bibliografía.

- 3450 LOCTITE© https://www.ferreteriacampollano.com/loctite-adhesivo-3450-es-pt-epoxi-cinco-minutos-acero-25ml.html?utm_campaign=shopping&utm_source=shopping&utm_medium=google_ads (Consulta realizada el 27/05/2021).
- 3D, T., 2021. *Modelado por deposición fundida*. [online] Materialise. Disponible en: <https://www.materialise.com/es/manufacturing/tecnologia-de-impresion-3d/modelado-por-deposicion-fundida> (Consulta realizada el 27/05/2021).
- ABS: <https://www.pccomponentes.com/gembird-bobina-de-filamento-abs-175mm-1kg-negro> (Consulta realizada el 27/05/2021).
- AEPC, (2018). Guía: COLPOSCOPIA. ESTÁNDARES DE CALIDAD. Coordinador: Torné A. secretaria: del Pino M. Autores: Andía D., Castro M., de la Fuente J., Hernández J.J., López J.A., Martínez J.C, Medina N., Quílez J.C, Ramírez M., Ramón y Cajal J.M. Publicaciones AEPC, pp: 1-80. Recuperado de: http://www.aepcc.org/wp-content/uploads/2019/01/AEPC_revista10-colposcopia-web.pdf (Consulta realizada el 11/02/2021).
- AirXpanders. (2019). *Acerca de la reconstrucción mamaria*. [online] Recuperado de: <https://www.airxpanders.com/> (Consulta realizada el 3/02/2021).
- Antolín, P., (2019). *Reconstrucción de mama con colgajo DIEP: técnica quirúrgica y recuperación*. [online] Doctorantolin.com. Recuperado de: <https://doctorantolin.com/reconstruccion-de-mama-diep/> (Consulta realizada el 3/02/2021).
- Apple España (2021). *iOS 14*. [online] Recuperado de: <https://www.apple.com/es/ios/ios-14/> (Consulta realizada el 02/03/2021).
- Arturo Barrera (s.f.). *Beneficios de los avances tecnológicos en la medicina*. Recuperado de: <https://www.nextu.com/blog/beneficios-de-los-avances-tecnologicos-en-la-medicina/#:~:text=La%20tecnolog%C3%ADa%20en%20la%20medicina%20salva%20vidas%2C%20mejora%20nuestra%20salud,promedio%20de%20alrededor%20del%2013%25> (Consulta realizada el 3/02/2021).
- Asociación Endometriosis España (2017). *Nuevo método diagnóstico para la endometriosis*. Recuperado de: <https://www.endoinfo.org/nuevo-metodo-diagnostico-para-la-endometriosis/> (Consulta realizada el 3/02/2021).
- Celentano, F., (1972). *Macrofotografía práctica*. Barcelona: Hispano-europea. Recuperado de: <https://books.google.es/books?id=7rAGNQAACAAJ&dq=macrofotograf%C3%A>

- [Da&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiFw_STrYfvAhVBUcAKHQFOBVgQ6AEwAHoECAUQAQ](#) (Consulta realizada el 20/02/2021).
- Centro Nacional de Condiciones de Trabajo (1998). NTP 242: Ergonomía: análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas. Ministerio de trabajo y asuntos sociales. Recuperado de: https://www.cnae.com/ficheros/files/prl/ntp_242.pdf (Consulta realizada el 11/02/2021).
 - Centro Nacional de Condiciones de Trabajo (2014). NTP 1029: Ergonomía en el laboratorio: requisitos de diseño de mobiliario y equipos. Recuperado de: <https://www.insst.es/documents/94886/329170/ntp-1029w.pdf/c4f65f2b-c8cf-4c46-93e0-05bcb8116498> (Consulta realizada el 16/02/2021).
 - David H. Barad , MD, MS, Center for Human Reproduction (2019). *Exploración ginecológica*. Recuperado de: <https://www.msmanuals.com/es-es/hogar/salud-femenina/diagn%C3%B3stico-de-los-trastornos-ginecol%C3%B3gicos/exploraci%C3%B3n-ginecol%C3%B3gica> (Consulta realizada el 5/02/2021).
 - Emily Mullin (2016). La nueva tecnología médica a tener en cuenta para la salud de la mujer. *MIT Technology Review*. Recuperado de: <https://www.technologyreview.es/s/6593/la-nueva-tecnologia-medica-tener-en-cuenta-para-la-salud-de-la-mujer> (Consulta realizada el 3/02/2021).
 - Felipe Ojeda R. Miralles M., de la Flor A., Santacruz B. (2002). ¿Es posible reducir la estancia en cirugía ginecológica benigna mediante la utilización de protocolos de asistencia? *Revista de Calidad Asistencial*. Vol. 17 (4) pp.224-231. [https://doi.org/10.1016/S1134-282X\(02\)77509-X](https://doi.org/10.1016/S1134-282X(02)77509-X)
 - García Acevez, S., (2009). *El Colposcopio*. 1st ed. [ebook] Recuperado de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/archivostgi/tgi-2009/tgi091e.pdf> (Consulta realizada el 14/02/2021).
 - Gloria Seguranyes Guillot (2000). *Enfermería Maternal*. Recuperado de: <https://books.google.es/books?id=LP2npUVKINEC&pg=PA11&dq=exploraci%C3%B3n+ginecol%C3%B3gica&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi0n5-hjv7uAhWMTcAKHZHUC2EQ6wEwAHoECAIQAQ#v=onepage&q=exploraci%C3%B3n%20ginecol%C3%B3gica&f=false> (Consulta realizada el 14/02/2021).
 - Hospital Virgen del Mar de Madrid (2021). Avances tecnológicos en la salud: mejoras aplicadas a la medicina. En: <https://www.hospitalvirgendelmar.es/noticia/la-tecnologia-aplicada-a-la-salud-los-ultimos-y-mejores-avances/20> (Consulta realizada el 11/02/2021).
 - IMANES https://www.superimanes.com/imanes-neodimio-potentes/imanes-neodimio-aros-anillos-magneticos/a-40-23-06#/unidades_tamano_grande_desde_1_ud (Consulta realizada el 27/05/2021).

- Litin, S., (2002). *El libro de la salud familiar*. 1st ed. España: Mayo Clinic Health Letter. Recuperado de: <https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/colposcopy/about/pac-20385036> (Consulta realizada el 14/02/2021).
- Martínez Corral, M., Furlan, W., Pons Martí, A. and Saavedra Tortosa, G., (1998). *Instrumentos ópticos y optométricos. Teoría y prácticas*. Valencia: Universitat. Recuperado de: https://books.google.es/books?id=E-CQUMQzm0MC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false (Consulta realizada el 20/02/2021).
- Ministerio de la Presidencia (1997). Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. (BOE 7.8.1997). Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997. <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/07/18/1215> (Consulta realizada el 11/02/2021)
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (1997). Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. (BOE 23.4.1997). Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/04/14/486/con> (Consulta realizada el 11/02/2021)
- Musso, C., (2021). Formato RAW. ¿Sabes qué es y cuándo y por qué deberías utilizarlo? [Blog] *El blog del fotógrafo*, Recuperado de: <https://www.blogdelfotografo.com/fotos-en-formato-raw-como-sacarle-todo-el-jugo/> (Consulta realizada el 20/02/2021).
- Nisenblat V, Bossuyt PMM, Shaikh R, Farquhar C, Jordan V, Scheffers CS, Mol BJ, Johnson N, Hull M. (2016). Blood biomarkers for the non-invasive diagnosis of endometriosis. Cochrane Database of Systematic Reviews, Issue 5. DOI: 10.1002/14651858.CD012179
- Osuna Acedo, S. and Busón Buesa, C., (2007). *Convergencia de medios. La integración tecnológica en la era digital*. Barcelona: Icaria, p.61. Recuperado de: https://books.google.es/books?id=6L2k_tj8j88C&pg=PA61&dq=resolucion+de+una+imagen+digital&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwis2lKxgZLvAhWQyoUKHeL-AM8Q6AEwAHoECAMQAg#v=onepage&q=resolucion%20de%20una%20imagen%20digital&f=false (Consulta realizada el 25/02/2021).
- Ruíz Moreno, J., (2010). *Pasado, Presente y Futuro de la Colposcopia*. 1st ed. [ebook] Recuperado de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/archivostqi/tqi-2010/tqi102e.pdf> (Consulta realizada el 14/02/2021).
- Tatti, S., (2008). *Colposcopia y Patologías del tracto genital inferior*. 1st ed. Editorial Médica Panamericana. Recuperado de: <https://books.google.es/books?id=3RYFn5fE2KMC&printsec=frontcover&hl=es>

- [&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](#) (Consulta realizada el 14/02/2021).
- UNE-EN 60529:2018, Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
 - UNE-EN 60601-1-2:2015, Equipos electro médicos. Parte 1-2: Requisitos generales para la seguridad básica y características de funcionamiento esencial. Norma colateral: Perturbaciones electromagnéticas. Requisitos y ensayos. (Ratificada por AENOR en noviembre de 2015).
 - Villarreal, D., (2019). Los 5 mejores soportes para el móvil que por menos de 10 euros modernizarán tu coche. [Blog] *diario motor*, Recuperado de: <https://www.diariomotor.com/listas/accesorios-coche/soportes-telefono-movil/> (Consulta realizada el 02/03/2021).
 - Yadroitsev, I., Yadroitsava, I., Du Plessis, A. and MacDonald, E., 2021. *FUNDAMENTALS OF LASER POWDER BED FUSION OF METALS*. 1st ed. [S.l.]: ELSEVIER. <https://www.elsevier.com/books/fundamentals-of-laser-powder-bed-fusion-of-metals/yadroitsev/978-0-12-824090-8> (Consulta realizada el 27/05/2021).

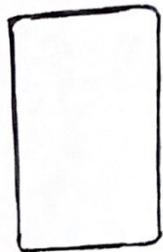
12. Anexos.

Anexo I: Bocetos preliminares.

Anexo II: Bocetos del diseño final.

Anexo III: Planimetría.

IDEAS INICIALES



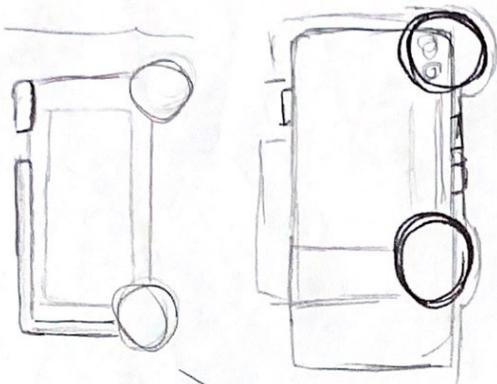
• otra sujeción a los lentes.

- 30 → 12-2 moderna de bolsa



- Posición horizontal, lente izquierda para que caíada con la cámara trasera

no hay giro ocuparía las 2 lentes

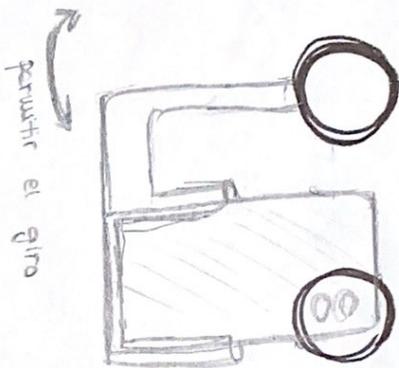


→ sistema carreadora

Microdata



VERTICAL



→ walden

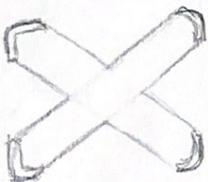
// Tlo desde el otro lado

- girado el móvil en la

lente derecha para coincidir con la cámara de trasera sin necesidad de girar los filtros

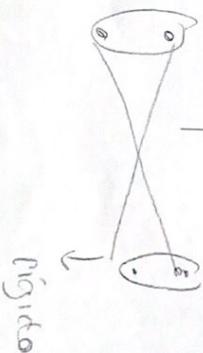


→ No es viable



→ no

→ Gomas



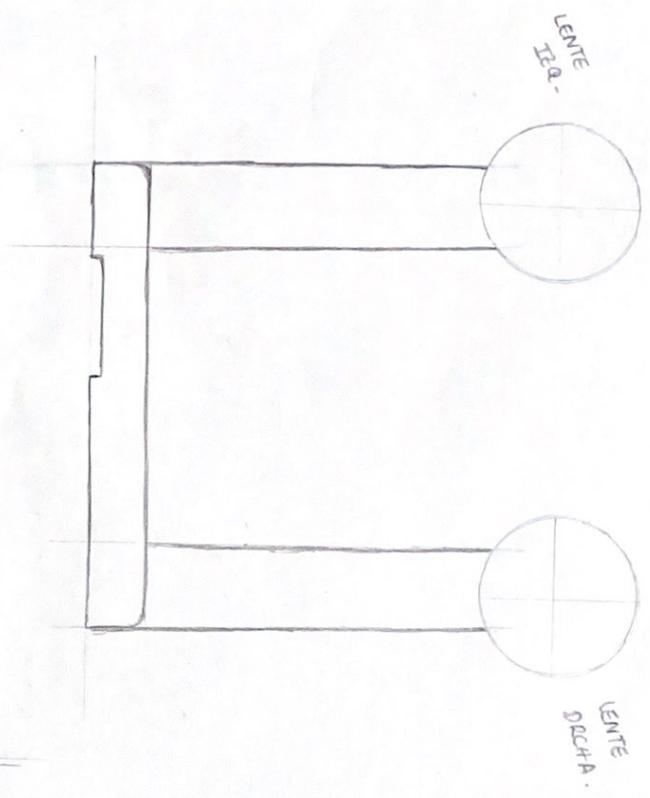
DISEÑO DIFERENTE

- sujeto al pie del celular.
- con un brazo de varas giras que permita al usuario ajustarlo a sus necesidades para posiciones

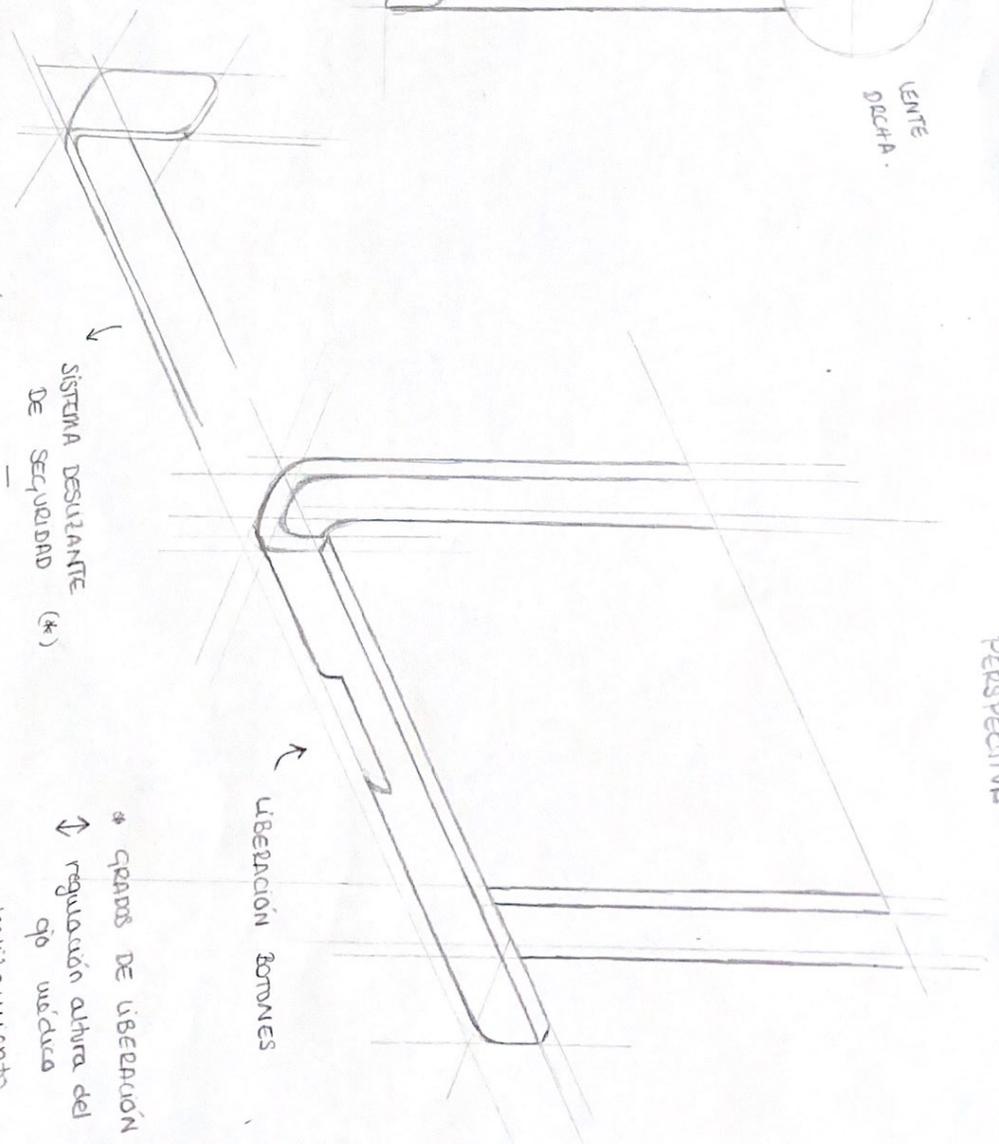
→ sujeción grados de libertad para regulación del ojo

Opción 1

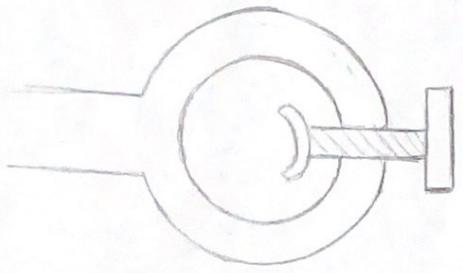
VISTA FRONTAL



PERSPECTIVA



sujeción
A LAS LENTES
MORADA
CON TORNILLO
—
FORMA PLANA

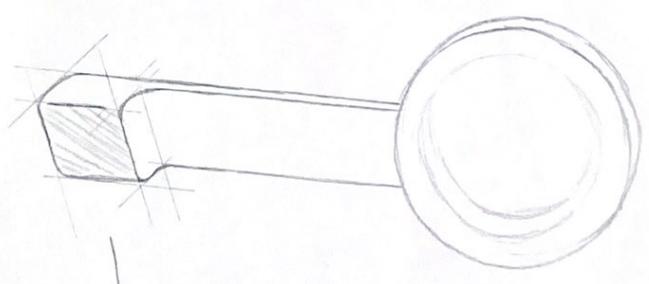
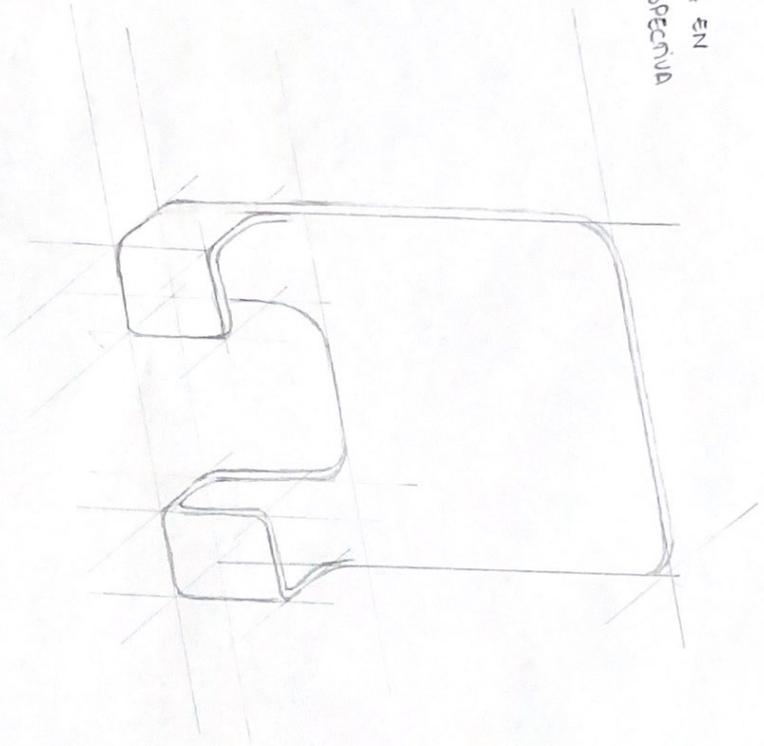


SISTEMA DESVIANTE
DE SEGURIDAD (*)
—
servir al de
una grapadora
—
Per el extremo
opuesto a la cámara

* GRABOS DE LIBERACION
↕ regulación altura del
qto uédica
↔ desplazamiento
lateral (*)

- fijación vertical en una sola lente (derecha)

VISTA EN PERSPECTIVA



→ fijación a la lente

→ unión a la parte trasera del soporte

Opción 2 "CABEÍN"

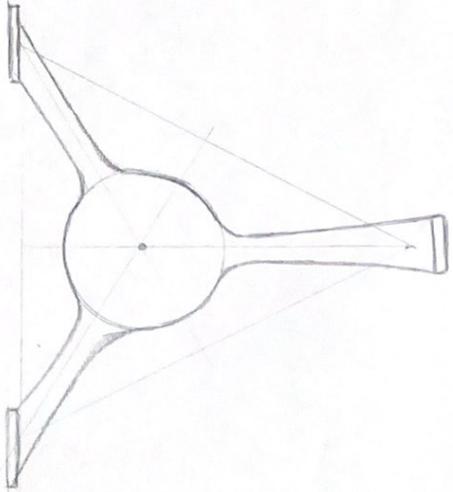
* Posición vertical del usuario
 * Liberación del espacio de visión de la lente derecha.

* GRANOS DE LIBERARIL
 ↑ deslizamiento vertical
 acompañada al desplazamiento en cualquier movimiento



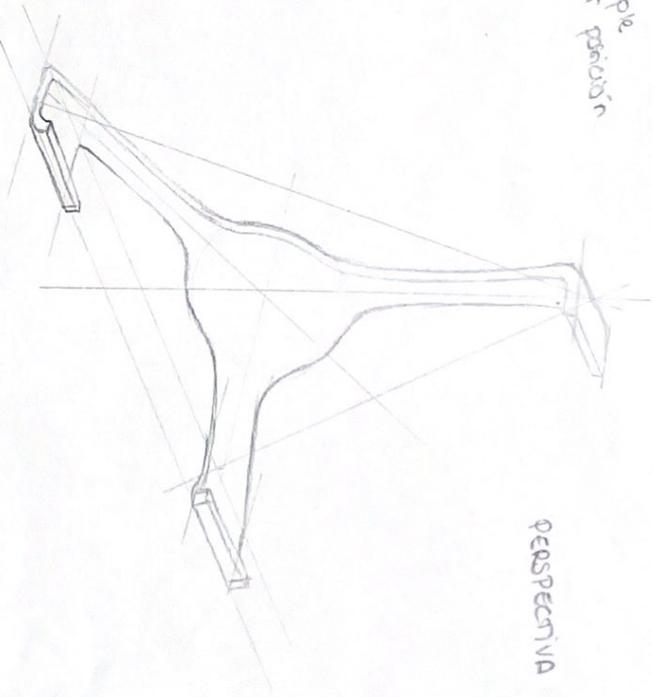
3 PUNTOS DE
SUJECCIÓN

VISTA FRONTAL



↙ Posibilidad de giro 360°

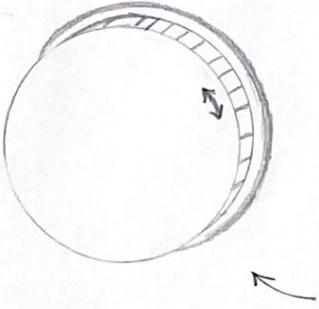
- GRADOS DE LIBERACIÓN
- ↳ Regulación altura del ojo humano
- ↳ Giro 360° respecto a cualquier posición



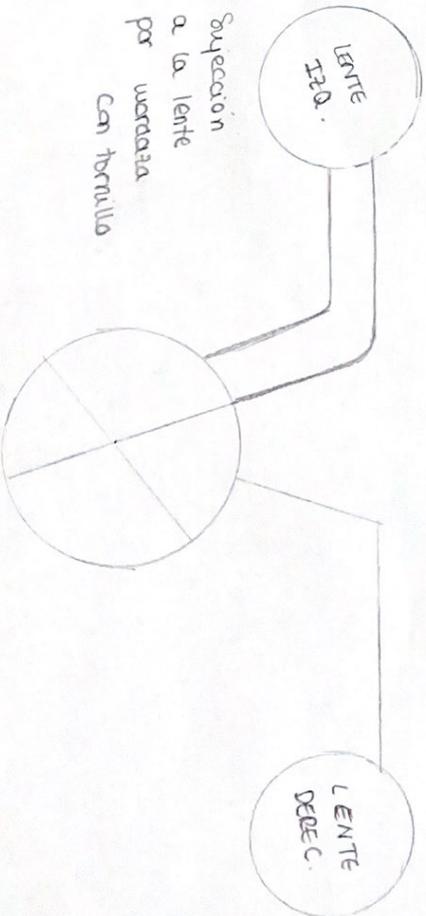
PERSPERCTIVA

OPCIÓN 3

MECANISMO
TRABAJERO



↑ Dos partes: la de atrás fija y la de delante en movimiento 360°

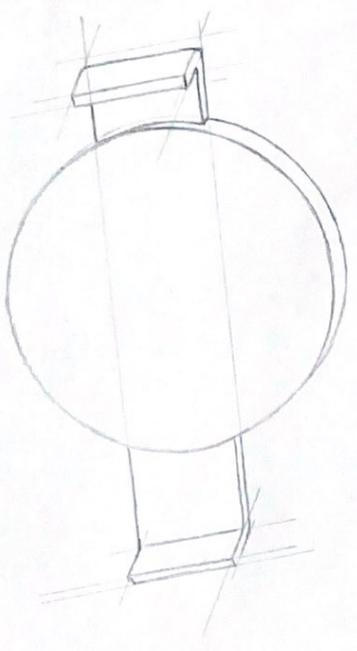


UNIÓN A LA LENTE

Sujeción a la lente por un tornillo con tuerca

- Soporte como elemento único q habría q unir a una lente
- Soporte magnético.

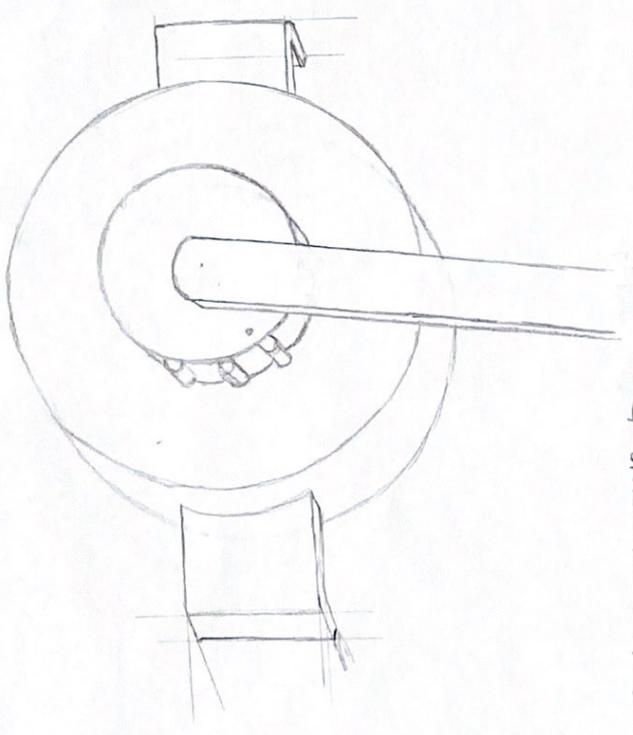
PARTE DELANTERA
PERSPECTIVA



- ← grados de vibrado
- ↕ regulación altura del qo humano
- ↻ giro 360° posibilidad de ajustar a cualquier posición

ORIÓN 4 : GIRA COMPLETO

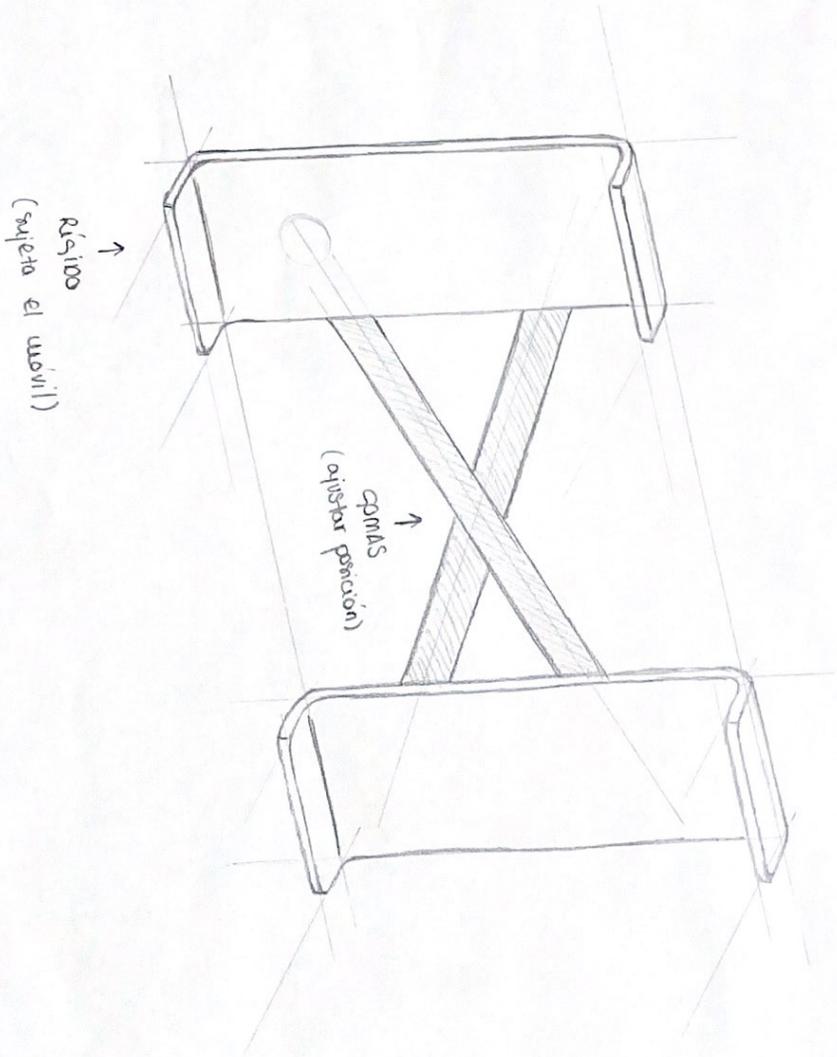
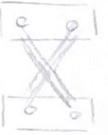
PARTE TRASERA
PERSPECTIVA



↪ UNIÓN AL COLPISCOPIO

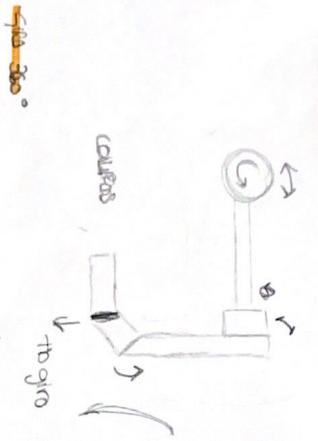
↪ LA RUEDA PERMITE EL GIRA 360°

- sistema de sujeción con guías que permiten / respetan el movimiento / giro de las lentes



Opción 5.

- posibilidad de dar otra forma a la parte rígida
- sujeción a la lente por uerdasa
- uso de varios materiales más económicos
- * GRADOS DE LIBERTAD
 → deslizamiento horizontal



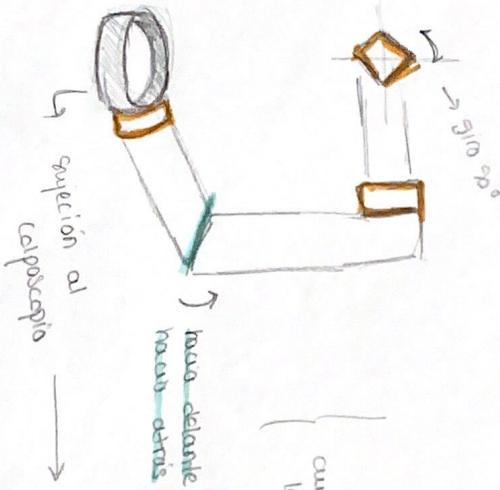
①
194 g
6"1"



Desplegado : 285 x 125 x 103 mm
 Tamaño plegado : 154 x 130 x 46 mm
 Peso : 405 g

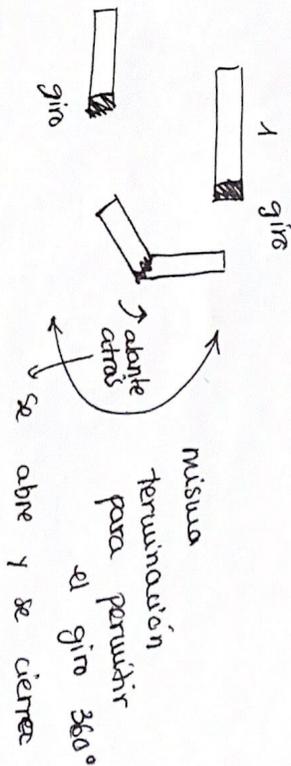
Telefonos compatibles

Peso 400 + 30 g
 ≤ 180 mm (≤ 7.08 ")

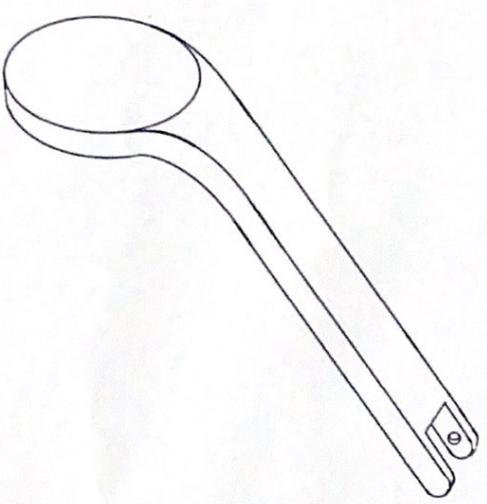
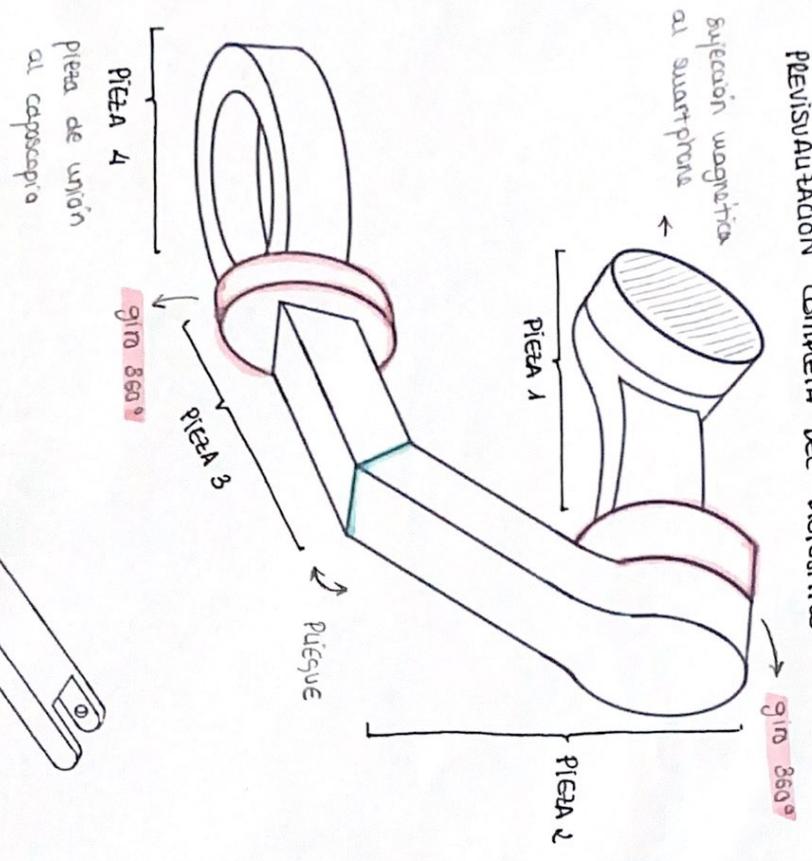


cuanto har
length?

apertura : - usada
 - tipo pinta para sin cierre total

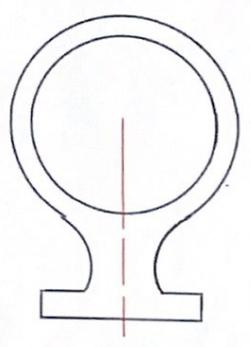


PREVISUALIZACIÓN COMPLETA DEL DISPOSITIVO

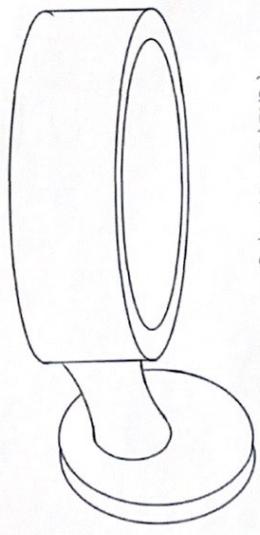


PIEZA 1
PIEZA 2
PIEZA 3
PIEZA 4
PIEZA DE UNIÓN AL CAPOSCOPIO

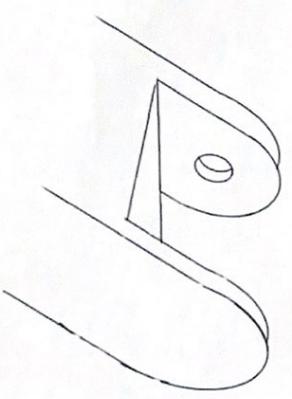
VISTA SUPERIOR, PIEZA 4.



PEROPECNIVA PIEZA 4.

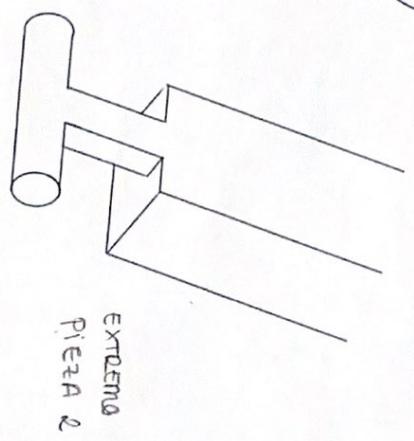


EXTREMO PIEZA 3



OPCIÓN 6.

sistema de brazo extensible unido al caposcopio.



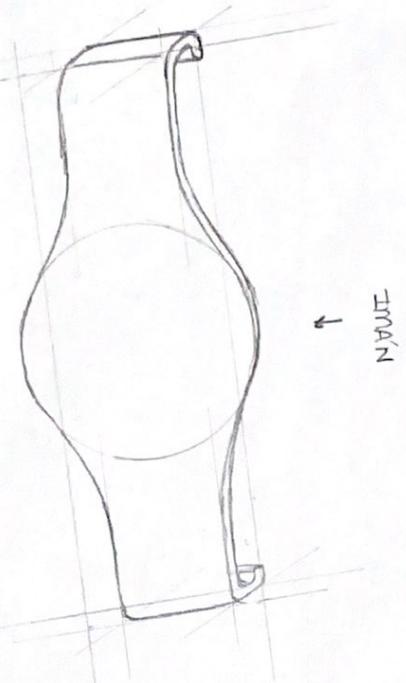
EXTREMO PIEZA 2

MÉTODOS DE UNIÓN ENTRE PIEZA 2 Y 3

- ENCANCHE MAGNÉTICO AL SMARTPHONE

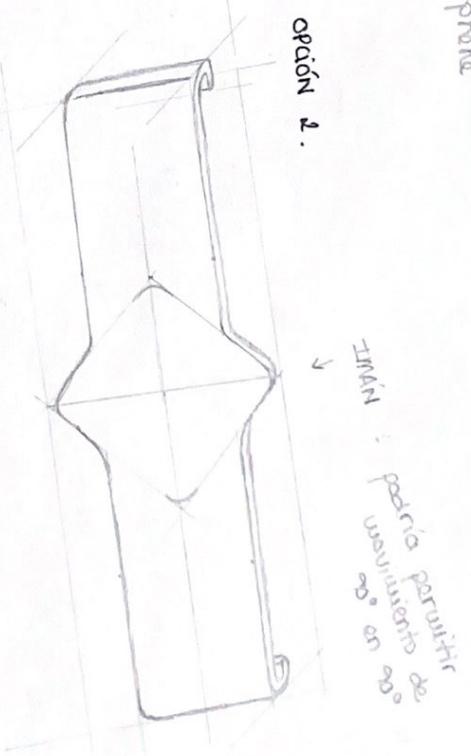
CONTINUACIÓN OPCIÓN 6. Dispositivo de agarre al smartphone lo "abrazaba"

Opción 1.



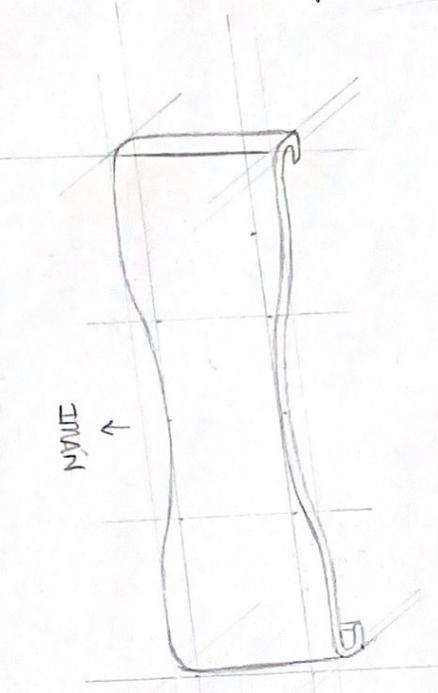
IMÁN ↓

Opción 2.



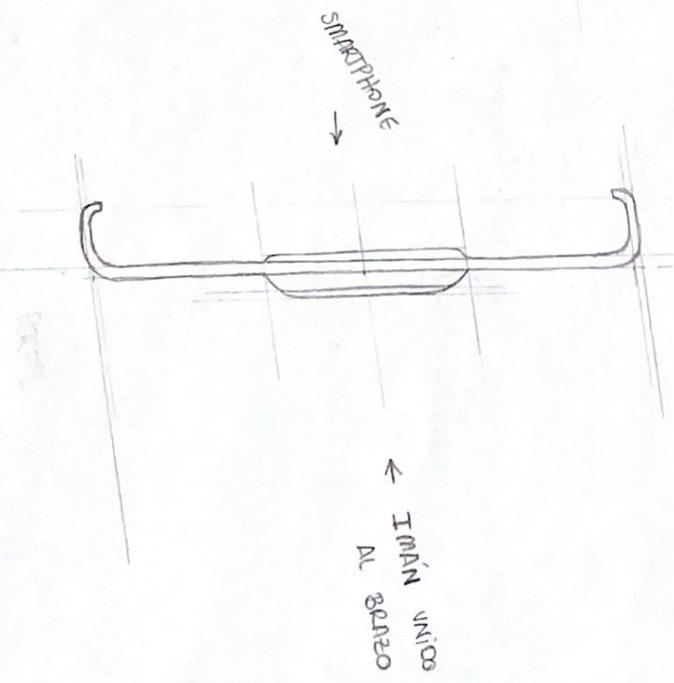
IMÁN : podría permitir el cierre automático de la tapa

Opción 3.



IMÁN ↓

VISTA DE PERFIL

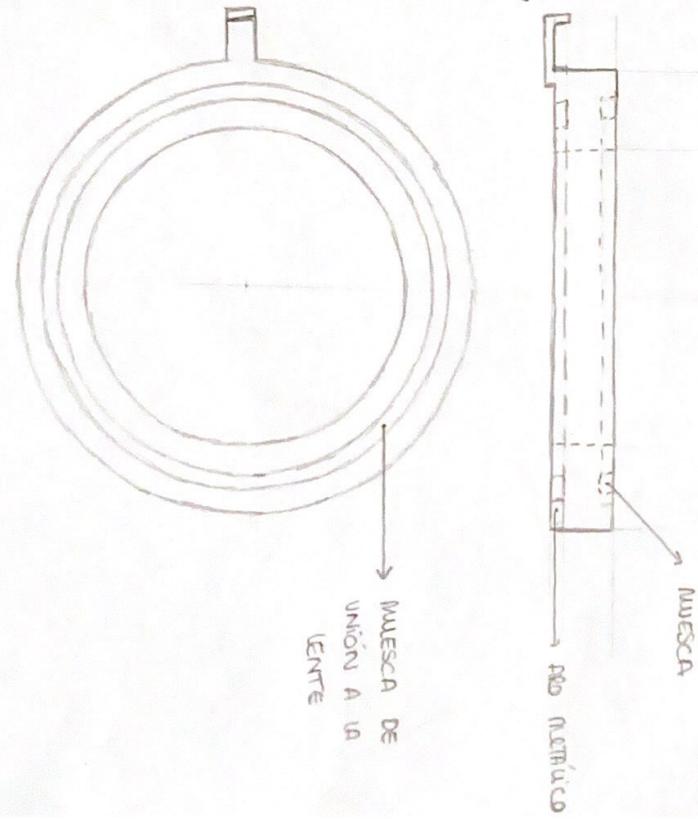
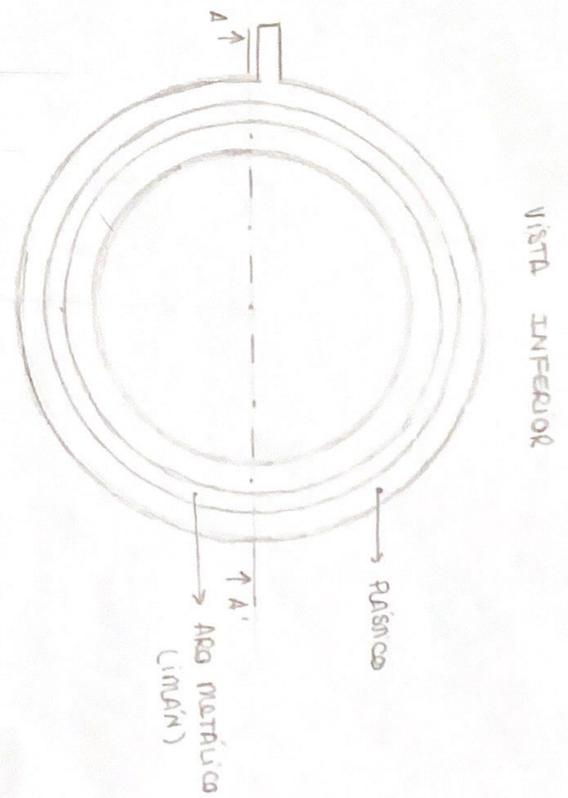
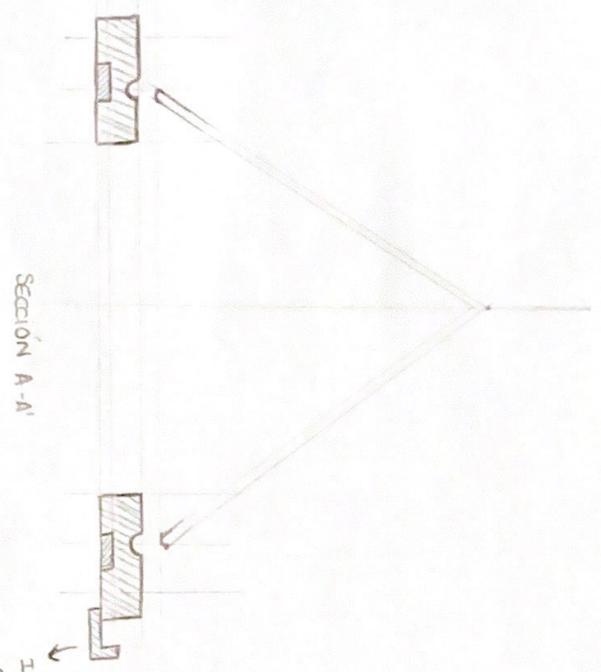


← IMÁN UNIDO AL GRUPO

* El imán siempre estará situado en la zona central, lo que cambia es el diseño de la pieza, que conciliará el diseño de la pieza 1, ya que deben ser iguales en su zona metálica.

PIEZA 1

1ª Opción → muesca al rededor de la arandela.
Se introduce el borde del protector de la lente a la lente

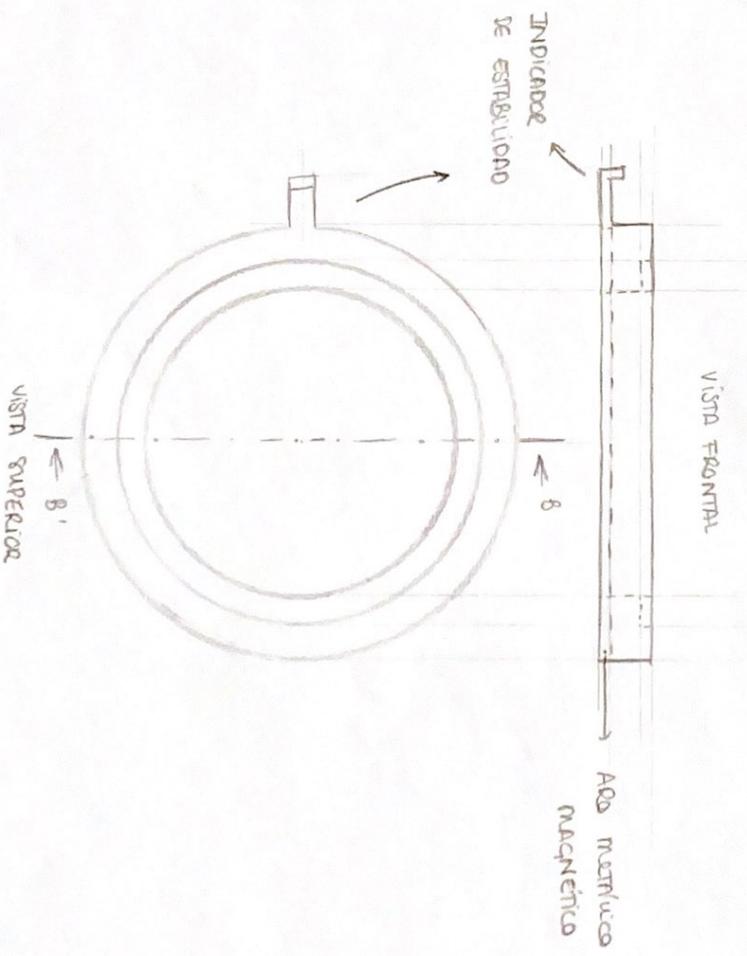
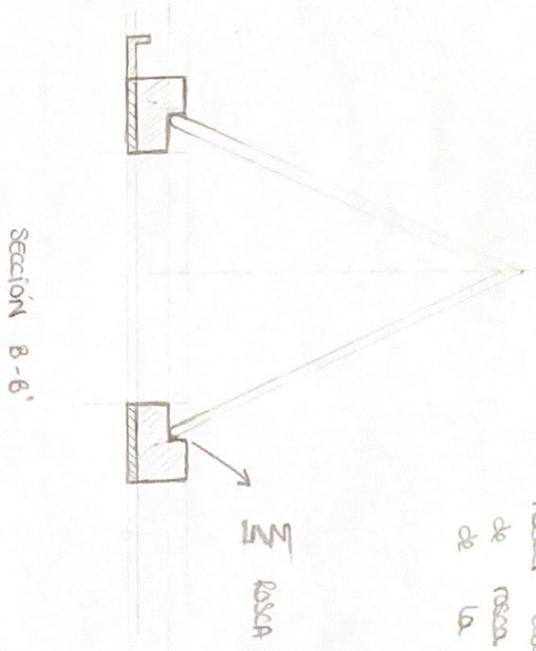


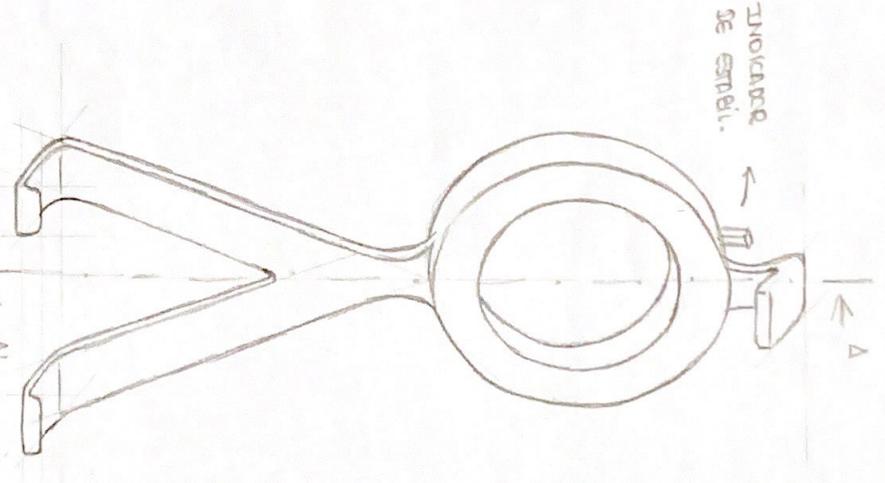
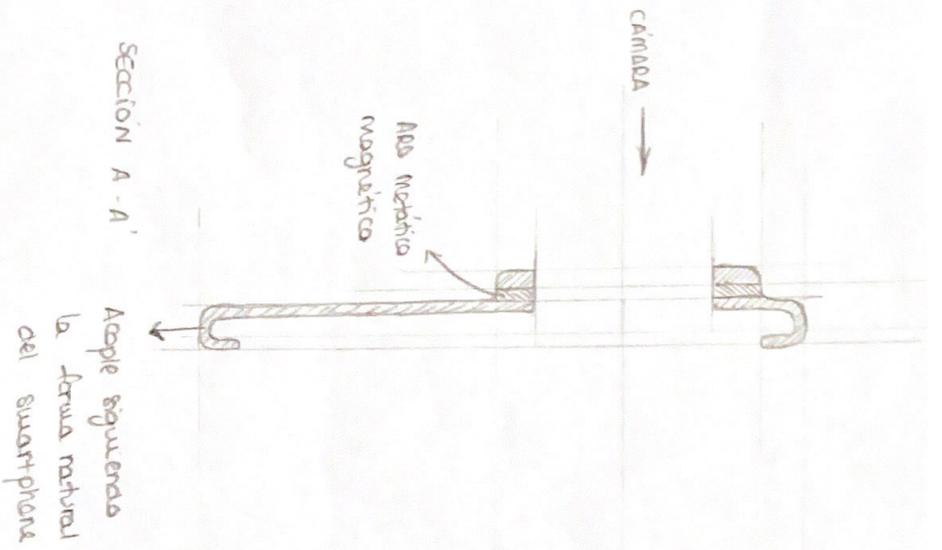
PIEZA 2

1ª Opción

→ con ventajas en el exterior
sujeción a la lente por fibra
o forma de "abrasa"

* Posibilidad de
hacer usuarios
de rosca al rededor
de la zona de encaje





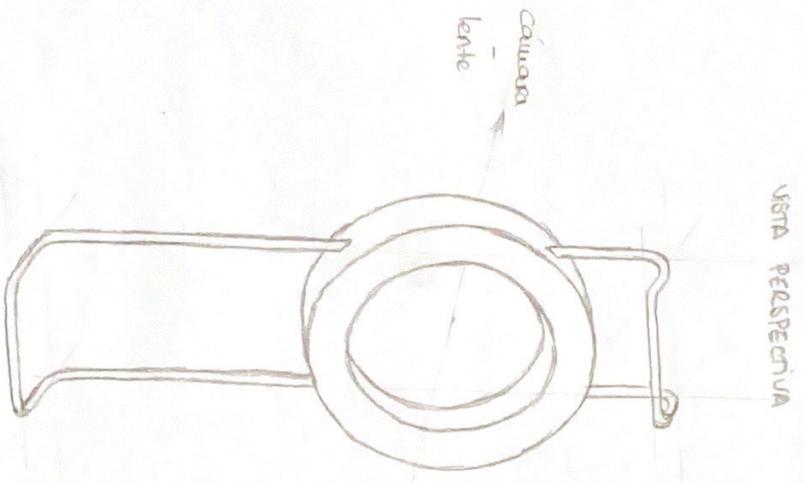
Abertura: respeta
situación de los
botones del smartphone.

PIEZA 2: OPCIÓN 1: Pieza 2
ejecución del usuario



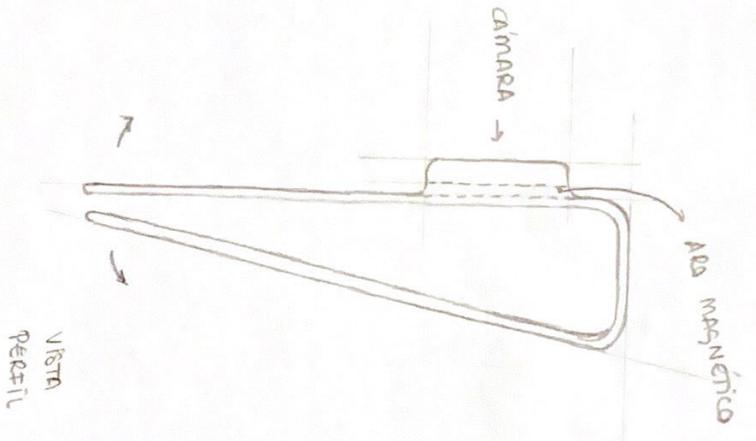
3 puntos de apoyo

- * El anillo será similar al de la pieza 1. Con un anillo metálico magnético en el interior
- * Pieza indicadora de estabilidad
- * Libertad de movimiento al ser unión magnética.



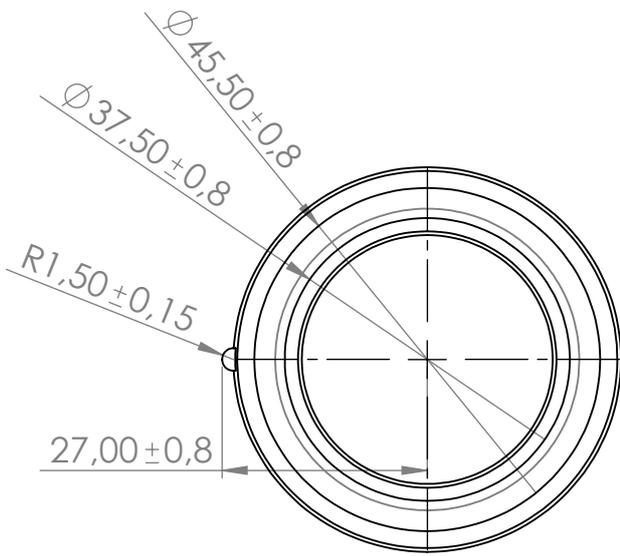
VISTA PERSPECTIVA

Opción 2: pieza 2
 "Diseño alambres"
 objetivo es quitar el mayor peso posible a través de una estructura alambre.

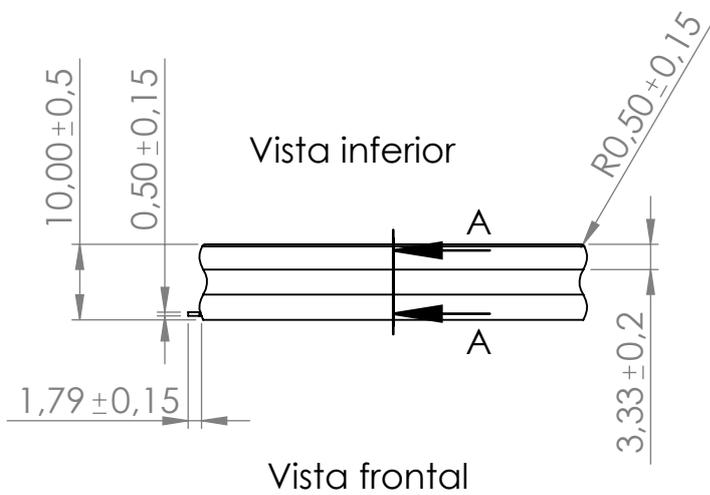


VISTA PERFIL

Opción 3: "FINZA"
 Agarre mediante presión
 * Necesaria comprobación de sujeción en prototipo.

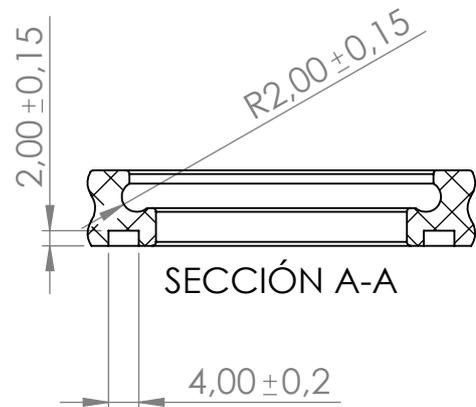


Isométrica

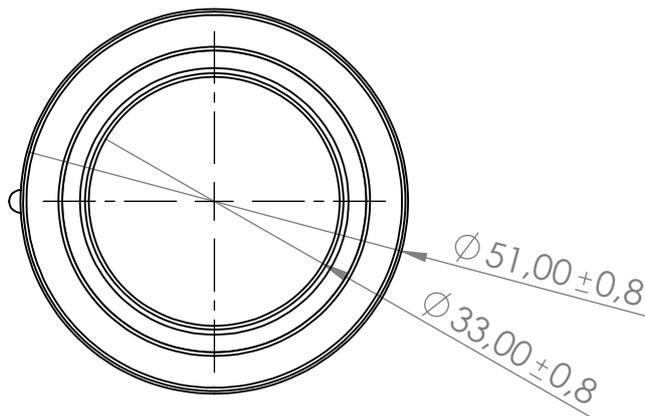


Vista inferior

Vista frontal



SECCIÓN A-A



Vista superior

Material: ABS

Soporte N.º 1

TFG

ESCALA:1:1

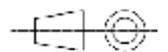
HOJA 1 DE 4

05/06/21



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

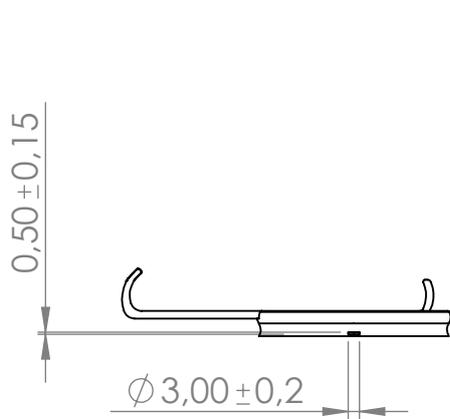
Andrea Fernández de la Torre



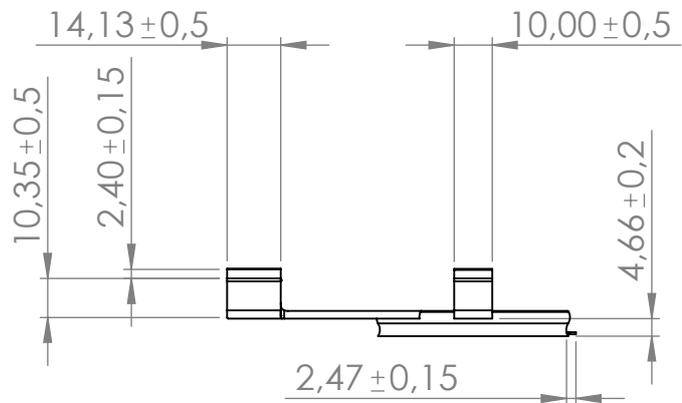
ISO 2768-c

Ingeniería en Diseño Industrial
y Desarrollo de Productos

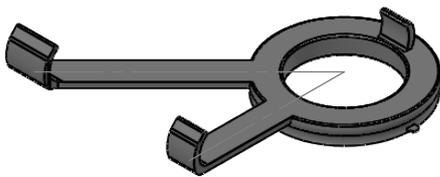
Unidad lineal
mm



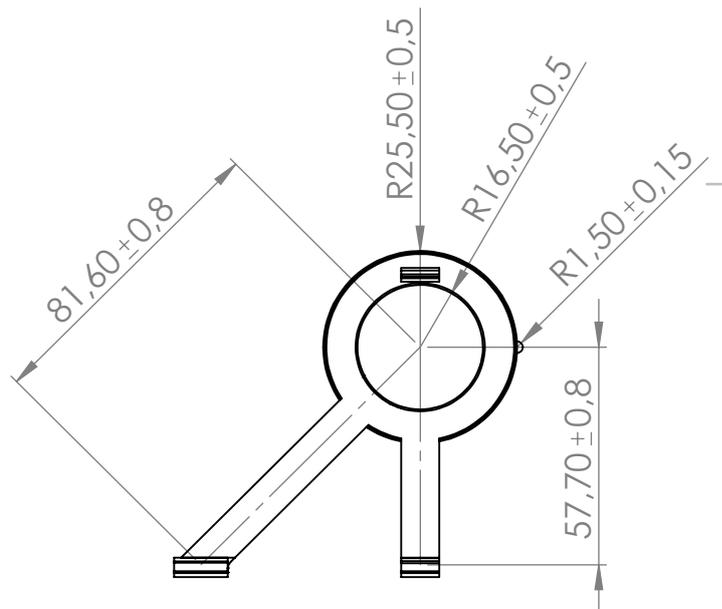
Vista lateral drcha



Vista superior



Isométrica



Vista frontal

Material: ABS

Soporte N.º 2

TFG

ESCALA:1:2

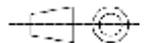
HOJA 2 DE 4

05/06/21



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

Andrea Fernández de la Torre



ISO 2768-c

Ingeniería en Diseño Industrial
y Desarrollo de Productos

Unidad lineal
mm

4 3 2 1

F

F

E

E

D

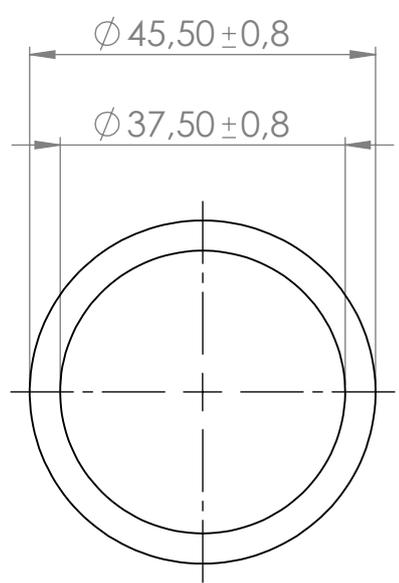
D

C

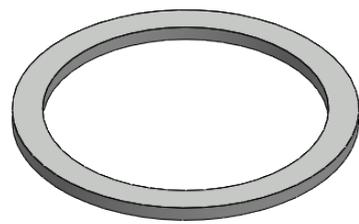
C

B

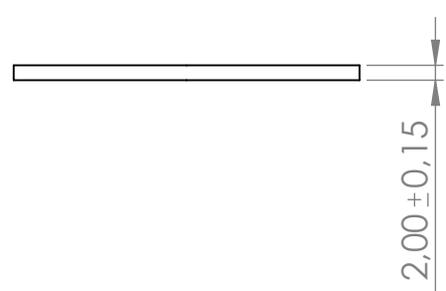
B



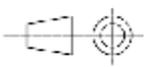
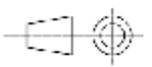
Vista inferior



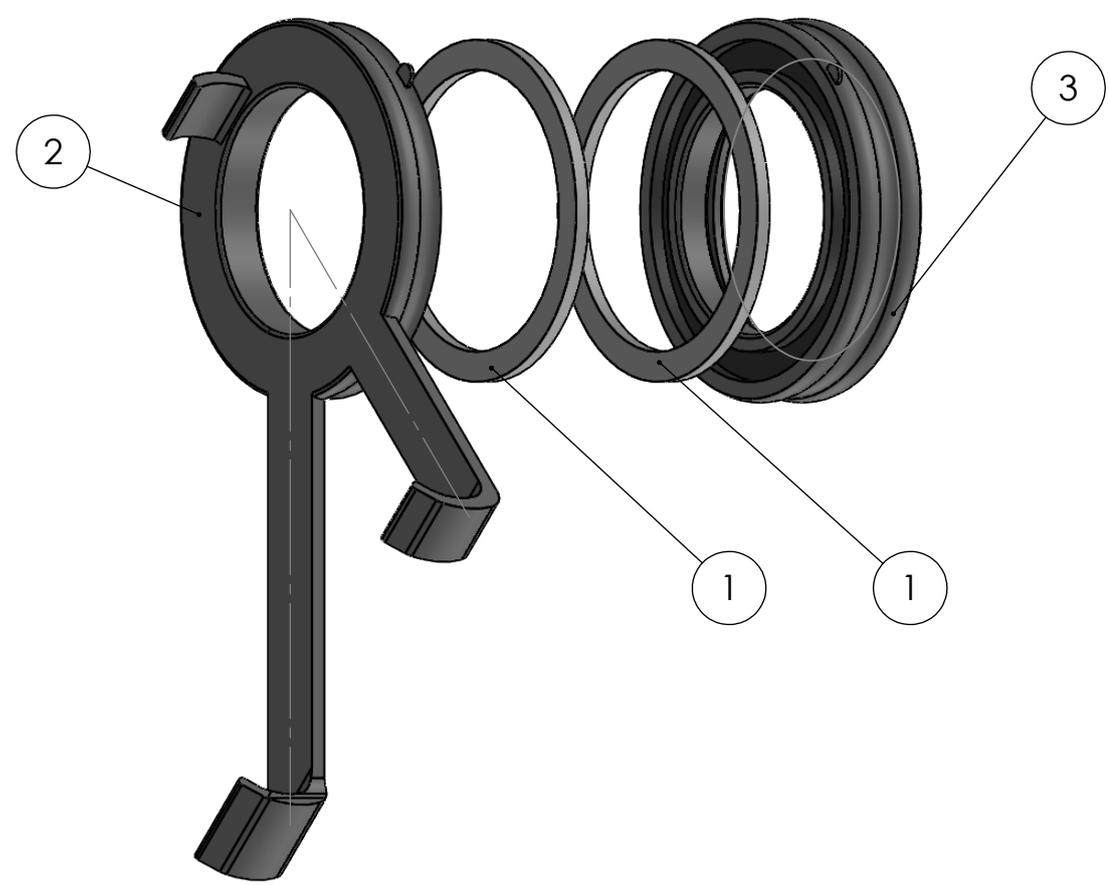
Isométrica



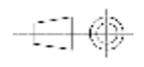
Vista frontal

	Material: ABS	Aros magnéticos	TFG	ESCALA 1:1	HOJA 3 DE 4
A	05/06/21	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Andrea Fernández de la Torre		
	ISO 2768-c		Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos		

4 3 2 1



N.º elemento	Descripción	Cantidad
1	Aros magnéticos	2
2	Soporte N.º2	1
3	Soporte N.º1	1

Material: ABS	Explosionado	TFG	ESCALA 1:1	HOJA 4 DE 4
05/06/21	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Andrea Fernández de la Torre		
Norma UNE-EN 10219-2006		Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	Unidad lineal mm	