

# CAPÍTULO I EL PROYECTO

## I Descripción del Proyecto

### I.1 Formulario de Proyecto

**Título del Proyecto:**

Mejorar La Fisioterapia De Pacientes Con Discapacidad Física Motora, Con Ortesis Teleoperada

**Apellidos y Nombres:**

Jose Humberto Quispe Aguilera

**Carrera/Facultad:**

Ing. Informática / Facultad de Ciencias y Tecnología

**Celular/Tel. Fijo:**

69342197

**Correo Electrónico:**

[joselito131097@gmail.com](mailto:joselito131097@gmail.com)

**Institución/Centro Cooperante:**

**Área/línea de investigación priorizada:**

Robótica/electrónica/ortopedia/industrial

**Grupo: 1**

### I.2 Personal Involucrado de Proyecto.

#### Director de Proyecto

Quispe <i>Apellido Paterno</i>	Aguilera <i>Apellido Materno</i>	Jose Humberto <i>Nombre</i>	10659911 <i>CI</i>
Grupo 1 <i>Grupo</i>	Ingeniería Informática <i>Carrera</i>	Facultad: Ciencias y Tecnología <i>Facultad</i>	
----- <i>Teléfono</i>	69342197 <i>Celular</i>	<a href="mailto:joselito131097@gmail.com">joselito131097@gmail.com</a> <i>Correo Electrónico</i>	<i>Firma</i>

**Participantes equipo de trabajo** (señale categoría: investigador, investigador junior, asesor, etc.)

<b>Categoría</b>	<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Profesión</b>	<b>C.I.</b>	<b>Firma</b>
Director	Jose Humberto Quispe Aguilera	Estudiante	10659911	

**Equipo de trabajo de: Empresas/Instituciones/Organizaciones participantes/cooperantes**

<b>Nombre:</b>			
<b>Dirección:</b>		<b>Teléf. Oficina:</b>	
<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Cargo</b>	<b>C.I.</b>	<b>Firma</b>
Ing. Efraín Simeón Torrejón Tejerina	Docente Guía		
Ing. Jerson Rene Vedia Maita	Asesor		

### I.3 Antecedentes

La fisioterapia es una ciencia que se encarga de utilizar todos los agentes físicos (calor, movimiento...) disponibles en el medio para restaurar la función del cuerpo humano, de tal manera que la calidad de vida y percepción de salud por parte del paciente alcance su máximo exponente.

[3] La fisioterapia y las ortesis se complementa de gran forma, haciendo que las ortesis puedan ayudar o colaborar al proceso de fisioterapia evitando que una articulación o una parte del cuerpo humano que está en proceso de recuperación puedan deformarse.



Las ortesis son aparatos externos que se aplica al cuerpo para restringir o asistir el movimiento. También puede ser utilizado para apoyar músculos débiles, evitar y corregir anomalías.

Las ortesis son generalmente denominadas bragueros, férulas o apoyos e incluyen una amplia variedad de aparatos. Por lo general, un braguero es rígido y un apoyo es blando o semi-rígido. Una férula es un dispositivo temporal que se usa para evitar el movimiento en una articulación en particular. La terminología moderna describe a las ortesis según las articulaciones que abarcan; por lo tanto, una ortesis de pie es una FO; una ortesis de pie y tobillo es una AFO; una ortesis de rodilla, tobillo y pie es una KAFO; etc. [4] Las ortesis cuentan con diferentes tipos en las cuales podemos mencionar

- ❖ La ortesis estabilizadora: son aquellas que nos permite mantener inmóvil la parte del cuerpo que está en tratamiento y se utiliza en casos de parálisis o para reducir alguna parte inflamada. [1]





❖ La ortesis funcional: Son aquellas que nos permite movimientos de la parte o miembro que se encuentra en proceso de tratamiento [1]

- ❖ La ortesis correctora: son aquellas que se usa para corregir deformidades esqueléticas y generalmente, se utilizan durante la infancia puesto que su eficacia es mucho mayor durante este periodo cuando huesos, músculos y cuerpo aún son cambiantes, pues están en desarrollo. [1]



- ❖ La ortesis protectora: son aquellas que facilitan la alineación de una parte del cuerpo lesionado. Entre estas, destacan ortesis de rodilla, que están específicamente dedicadas a personas con problemas de ligamentos externos, internos, cruzados, síndromes rotulianos, artrosis y otras enfermedades degenerativas. También suelen ser usados tras intervenciones quirúrgicas para acelerar la recuperación. [1]



Con los avances de la tecnología surgieron diferentes trabajos de investigación con la finalidad de poder ayudar a las personas con discapacidad física motora, entre los trabajos podemos mencionar los siguientes:

- Br Aimar Moreno y Br Omar Liendo en su trabajo “Diseño y Construcción de una ortesis Para la extremidad interior” (Valencia-2011) describe una ortesis que tiene como objetivo poder ayudar a los pacientes en época de terapia de recuperación, La ortesis diseñada ofrece la posibilidad de modificar la altura y diámetro de las correas para ajustarse a pacientes de distinta talla y peso. También limita los movimientos de abducción y aducción en rodillas y tobillos para evitar lesiones durante la marcha y bipedestación con ortesis.[5].

- Arizaga Cordero y Xavier Augusto en su trabajo “Desarrollo de ortesis (Férula) de tobillo y pie obteniendo mediante técnica de escaneo, Análisis cad/cae y prototipado rápido en 3d” (Ecuador-2019) Describe la obtención de un prototipo de una ortesis de tobillo y pie aplicando técnica de escaneo 3D, tecnología CAD/CAE y prototipado rápido en plástico ABS y PLA. Mediante el escaneo 3D se digitaliza en los formatos (\*.obj, \*.stl, ply) aplicando SolidWorks 2017 con su complemento Scanto3d. La creación de una geometría de ortesis que está basada en la medida les permite determinar hacer un análisis mecánico lo que le permite garantizar que plástico PLA y ABS utilizar para poder hacer la ortesis mediante una determinada fuerza que cuenta el cuerpo sobre la ortesis la cual es de 620N y 774,99N [6].

En Bolivia tanto en nuestro departamento de Tarija existe diferentes tipos de ortopedias que ofrecen ortesis o férulas para la extremidad inferior de una persona, pero no con las especificaciones necesarias, tales es el caso del prototipo tele-operado de una ortesis funcional para la extremidades inferiores de una persona que viene a ser una alternativa de apoyo en las sesiones de fisioterapia de un paciente, la cual este equipo se ofrecerá a la población que la requiera estableciendo así un gran impacto social y emocional en la población que lo requiera.

#### **I.4 Justificación del Proyecto**

El ser humano en situación de discapacidad física o motora ya sea moderada o grave, no alcanza un desarrollo pleno de sus habilidades, lo cual disminuye su calidad de vida y a su vez también las personas que por motivo de infortunio accidental quedan con falta de movilidad leve o grave de su hemisferio inferior lo cual disminuye su calidad de vida.

La discapacidad en miembros inferiores impide el control de las piernas en bipedestación o posición de pie y en la marcha independiente Mientras más severa sea la lesión, mayor será el esfuerzo que requerirán los pacientes para moverse, realizar sus actividades cotidianas y desplazarse en su entorno, haciéndose necesario el uso de ciertos equipos para su rehabilitación permanente.

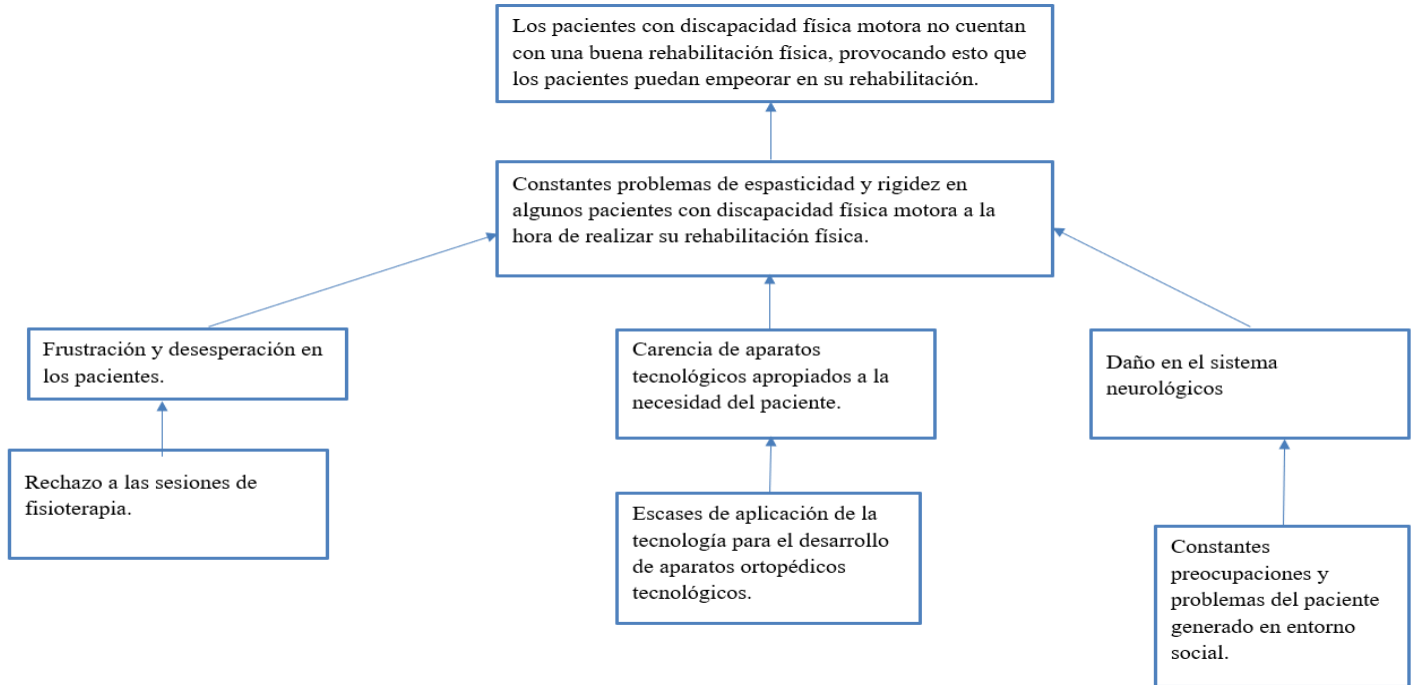
Estos equipos llamados ortesis están como una forma de poder ayudar a la rehabilitación del paciente de manera progresiva, son seleccionados dependiendo el tipo de discapacidad física del paciente.

La selección errónea de estos equipos provoca una pérdida de tiempo y económica del paciente y sus familiares, quien en su gran mayoría cuenta con un limitado recurso para poder adquirir estos equipos.

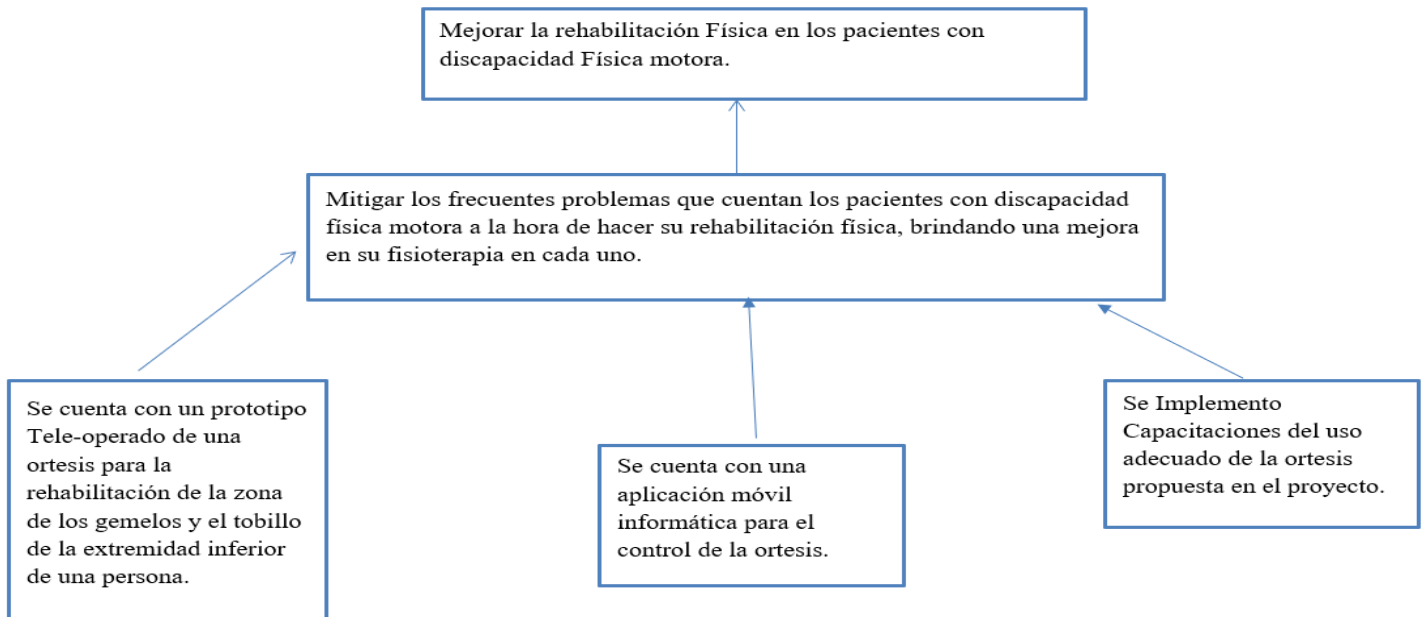
El hecho de poder adquirir una ortesis que cuente con una tecnología innovadora podrá otorgar una alternativa de solución al paciente que lo necesita. Tanto así que con la adquisición de este tipo de ortesis podrá hacer sus sesiones de fisioterapia en un centro de rehabilitación bajo la supervisión de un especialista en la rama, para así poder determinar su evolución en lo posterior, mediante este tipo de ortesis se garantiza un impacto social,

emocional en la población que lo requiera. Mediante este tipo de aparato tecnológico se pretende apoyar a las sesiones de fisioterapia de los pacientes que lo requiera.

### I.5 Árbol de Problemas.



### I.6 Árbol de Objetivos.



## **I.7 Objetivos**

### **I.7.1 Objetivo General**

Mejorar la fisioterapia en los pacientes con discapacidad física motora en la extremidad inferior a través del uso de una ortesis funcional.

### **I.7.2 Objetivos Específicos**

- Desarrollar un prototipo tele-operado de una ortesis para la rehabilitación de la zona de los gemelos y tobillo de la extremidad inferior de una persona.
- Desarrollar una aplicación móvil informática para el control de la ortesis.
- Implementar Capacitaciones del uso adecuado de la ortesis propuesta en el proyecto.

### I.8 Matriz del marco Lógico (MML)

Enunciado del Objetivo	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
<p>Fin (Objetivo de Desarrollo)</p> <p>Contribuir a mejorar la rehabilitación física en los pacientes con discapacidad física motora.</p>	<p>Luego de 2 año de culminado el proyecto, la percepción de la comunidad de personas con discapacidad física motora referente a su rehabilitación, su incremento de recuperación será al menos un 25% con respecto al año base (2020).</p>	<p>Cuadro comparativo de encuestas realizadas en el año base y luego de dos años, con referencia a la percepción de la comunidad de personas con discapacidad física motora con respecto a su recuperación o mejora de su movilidad en la parte afectada.</p>	<p>Las condiciones tecnológicas y económicas son adecuadas para el uso y la implementación de la ortesis.</p>
<p>Propósito (Objetivo General)</p> <p>Fisioterapia en los pacientes con discapacidad física motora en la extremidad inferior, mejorada.</p>	<p>Finalizado el proyecto un paciente con discapacidad física motora de la extremidad inferior, se siente satisfecho por el uso de la ortesis.</p>	<p>Informe de la ortesis desarrollada, avalado por el paciente con discapacidad física motora.</p>	<p>Los pacientes aceptan hacer uso de la ortesis propuesta.</p>
<p>Componentes (Objetivos Específicos)</p> <p>1. Prototipo tele-operado de una ortesis para la rehabilitación de la zona de los gemelos y tobillo de la extremidad inferior de una persona, desarrollada.</p>	<p>1. A los 8 meses de iniciado el proyecto se ha desarrollado un prototipo de una ortesis para la rehabilitación de la extremidad inferior de una persona, basado según la norma UNE 11-909-90/1.</p>	<p>1. Carta del docente de la materia de Taller 3 certificando el desarrollo de la que se realizó de manera precisa.</p>	<p>Todos los componentes tecnológicos que contara la ortesis han llegado en el momento oportuno para el desarrollo del proyecto.</p>



<p>2. Aplicación móvil informática para el control de la ortesis, desarrollada.</p> <p>3. Capacitaciones del uso adecuado de la ortesis propuesta en el proyecto, Implementadas.</p>	<p>2. A los 7 meses de iniciado el proyecto se desarrolló una aplicación móvil informática para el control de la ortesis, Basado en los requerimientos expresado bajo la norma IEEE830.</p> <p>3. Al finalizar el proyecto se ha realizado al menos 2 capacitaciones en el uso adecuado de la ortesis.</p>	<p>2. Carta del docente de taller certificando que la aplicación móvil se desarrolló de manera precisa.</p> <p>3. Carta del asesor certificando que se realizó el diseño y la creación de la aplicación de control de la ortesis.</p> <p>4. Lista firmada por los participantes de la capacitación.</p>	
<p>Actividades</p> <p><b>prototipo tele-operado de una ortesis para la rehabilitación de la zona de los gemelos y tobillo de la extremidad inferior de una persona, desarrollado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de los modelos 3D de una ortesis.</li> <li>• Diseño de la parte electrónica.</li> <li>• Impresión de los modelos 3D.</li> <li>• Armado de la ortesis.</li> <li>• Programación de un micro controlador.</li> <li>• Prueba de funcionamiento.</li> </ul>	<p>Resumen presupuesto:  20000.Servicios No Personales: Bs.4005  30000.Materiales Y Suministros: Bs.6123  40000.Activos Reales: Bs.1880</p> <p>Total Proyecto: Bs. 12008.</p>	<p>Informe presupuestario del proyecto.</p>	<p>Los desembolsos de dinero se realizan de acuerdo a cronograma.</p>

**aplicación móvil informática para el control de la ortesis, desarrollado**

- Inicio
- Elaboración
- Construcción
- Prueba.

**Capacitaciones del uso adecuado de la ortesis propuesta en el proyecto, implementadas**

- Planificación de los eventos
- Elaboración del material
- Distribución del material
- Desarrollo de los eventos.

## **I.9 Metodología de desarrollo del proyecto (detallar las etapas, métodos, técnicas y otros)**

La metodología propuesta por el trabajo, está dividida en 3 etapas partes, la primera etapa se enfocará en desarrollar de un prototipo tele-operado de una ortesis, la segunda etapa se enfocará en realizar una aplicación móvil para el control la tercera etapa tiene que ver con las capacitaciones y/o ejecuciones del uso adecuado de la ortesis.

En cuanto a la metodología para el desarrollo de un prototipo tele-operado de una ortesis se usará la metodología de prototipo la cual es también conocido como desarrollo con prototipación o modelo de desarrollo evolutivo, se inicia con la definición de los objetivos globales para el software, luego se identifican los requisitos conocidos y las áreas del esquema en donde es necesaria más definición. Este modelo se utiliza para dar al usuario una vista preliminar de parte del software. Este modelo es básicamente prueba y error ya que si al usuario no le gusta una parte del prototipo significa que la prueba fallo por lo cual se debe corregir el error que se tenga hasta que el usuario quede satisfecho. Además, el prototipo debe ser construido en poco tiempo, usando los programas adecuados y no se debe utilizar mucho dinero pues a partir de que este sea aprobado nosotros podemos iniciar el verdadero desarrollo del software. Pero eso si al construir el prototipo nos asegura que nuestro software sea de mejor calidad, además de que su interfaz sea de agrado para el usuario. Un prototipo podrá ser construido solo si con el software es posible experimentar.[7]

La metodología de prototipo cuenta con las siguientes etapas:

- Recolección y refinamiento de requisitos
- Modelado, diseño rápido
- Construcción del Prototipo
- Desarrollo, evaluación del prototipo por el cliente
- Refinamiento del prototipo
- Producto de Ingeniería.

Para ello la metodología de prototipo se lleva a cabo de la siguiente forma, se comienza elaborando un prototipo del producto final: qué aspecto tendrá, cómo funcionará. Para muchas interfaces de usuario, este modelo puede resultar tan simple como unos dibujos con lápiz y papel o tan complejo como el propio código operativo final. Para interfaces de hardware o estaciones de trabajo, el modelo puede consistir en maquetas de espuma, caucho, cartón o cartulina. Cuanto más próximo se encuentre el prototipo al producto real, mejor será la evaluación, si bien se pueden obtener magníficos resultados con prototipos de baja fidelidad [7]

Ventajas de la metodología de prototipo:

- No modifica el flujo del ciclo de vida
- Reduce el riesgo de construir productos que no satisfagan las necesidades de los usuarios
- Reduce costo y aumenta la probabilidad de éxito
- Exige disponer de las herramientas adecuadas.

- Este modelo es útil cuando el cliente conoce los objetivos generales para el software, pero no identifica los requisitos detallados de entrada, procesamiento o salida.
- También ofrece un mejor enfoque cuando el responsable del desarrollo del software está inseguro de la eficacia de un algoritmo, de la adaptabilidad de un sistema operativo o de la forma que debería tomar la interacción humano-máquina.

#### Tipos de prototipos

- El desechable: nos sirve para eliminar dudas sobre lo que realmente quiere el cliente además para desarrollar la interfaz que más le convenga al cliente.
- El evolucionario: es un modelo parcialmente construido que puede pasar de ser prototipo a ser software pero no tiene una buena documentación y calidad. [7]

En cuanto a la metodología para la realización de la aplicación móvil de control se usará la metodología Scrum la cual es un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para **trabajar colaborativamente, en equipo**, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto. Estas prácticas se apoyan unas a otras y su selección tiene origen en un estudio de la manera de trabajar de equipos altamente productivos.

En Scrum se realizan entregas parciales y regulares del producto final, priorizadas por el beneficio que aportan al receptor del proyecto. Por ello, Scrum está especialmente indicado para proyectos en entornos complejos, donde se necesita obtener resultados pronto, donde los requisitos son cambiantes o poco definidos, donde la innovación, la competitividad, la flexibilidad y la productividad son fundamentales. [8]

Scrum también se utiliza para resolver situaciones en que no se está entregando al cliente lo que necesita, cuando las entregas se alargan demasiado, los costes se disparan o la calidad no es aceptable, cuando se necesita capacidad de reacción ante la competencia, cuando la moral de los equipos es baja y la rotación alta, cuando es necesario identificar y solucionar ineficiencias sistemáticamente o cuando se quiere trabajar utilizando un proceso especializado en el desarrollo de producto. [8]

La metodología para las capacitaciones del uso adecuado de la ortesis se basará en el uso de talleres de Capacitación la cual los talleres son un espacio de trabajo en grupo en el que se realiza un proceso de enseñanza-aprendizaje que tiene como objetivos el iniciar al ser humano en una especialidad y en el ejercicio de su profesión.

Se dará en éste, una enseñanza de carácter tutorial bajo la idea de “aprender haciendo”, en este sentido las actividades que se realicen serán muy diversas y podrán cambiar de taller a taller. [9]

Se pretende desarrollar en el ser humano las habilidades, actitudes y aptitudes que lo capaciten para plantear y resolver preguntas en los diferentes campos de trabajo de un tema o área específica.[9]

En donde estos talleres de capacitación cuentan con diferentes características tales como:

- Un taller es una experiencia de trabajo activo. La participación de cada uno/a de los y las integrantes aportando sus experiencias, argumentos y compromiso es fundamental para el éxito. Las actitudes pasivas, exclusivamente receptoras de «aprendizaje silencioso», no deben fomentarse en un taller. [10]
- Un taller es una experiencia de trabajo creativo. Las experiencias sumadas, los elementos conceptuales, la reflexión y las discusiones grupales ayudan a generar nuevos puntos de vista y soluciones mejores que las existentes en el momento de iniciación. Así, ni las personas ni los problemas deberán permanecer invariables después de un taller. [8]
- Un taller es una experiencia de trabajo colectivo. El intercambio, hablar y escuchar, dar y recibir, argumentar y contraargumentar, defender posiciones y buscar consensos es propio de un taller. Las actitudes dogmáticas, o intolerantes, no ayudan al logro de sus objetivos. [10]
- Un taller es una experiencia de trabajo vivencial. Su materia prima son las experiencias propias, y sus productos son planes de trabajo que influirán en la vida de quienes participan. Un taller debe generar identidad, apropiación de la palabra, sentido de pertenencia a un grupo y compromiso colectivo. En un taller, no se puede ser neutral o simple espectador. [10]
- Un taller es una experiencia de un trabajo concreto. Su punto final siempre debe ser un compromiso grupal de ejecutar acciones. Un taller debe desembocar en planes de trabajo o por lo menos, en tareas realizables a corto y mediano plazo. En esto consiste la diferencia entre un taller y una conferencia, un panel o un encuentro. [10]
- Un taller es una experiencia de trabajo sistemático. La precisión es clave al poner por escrito los puntos de vista propios al sistematizar y presentar los trabajos de grupo; igualmente es indispensable la claridad al exponer los desacuerdos y los compromisos, así como la autodisciplina del grupo para cumplir las reglas del juego. Muchos talleres fracasan en la sistematización, en las plenarias, en los compromisos finales y en el manejo de tiempo [10]
- Un taller es una experiencia de trabajo puntual en un proceso institucional, que ni comienza ni termina con el taller. Un taller es momento especial de reflexión, sistematización y planificación. No debe confundirse como un sustituto de estos mismos procesos en el desarrollo diario del trabajo. [10]

Las Capacitaciones Cuenta con 3 etapas:

- Primera Etapa Preparación [10]
  - Diseño
  - Planificación
  - Elaboración.
- Segunda Etapa Ejecución [10]
  - Fase Inicial
  - Fase Central
  - Fase Final.
- Tercera Etapa Evaluación [10]
  - Intermedia
  - Final
  - Procesual y de Impacto [10]

## **I.10 Resultados esperados**

### **Prototipo tele-operado de una ortesis para la rehabilitación de la zona de los gemelos y tobillos de la extremidad inferior de una persona**

Este Componente se refiere a un prototipo tele-operado de una ortesis para la rehabilitación de la zona de los gemelos y tobillo de la extremidad inferior de una persona, mediante el uso de este aparato ortopédico se pretende que el paciente pueda realizar sus sesiones de fisioterapia y así pueda rehabilitarse progresivamente. En donde este componente se realizará mediante el uso del Arduino IDE para su programación de funcionamiento, a su vez el diseño que tendrá será diseñado en SolidWorks (2017) y el diseño de la parte electrónica se lo realizará mediante el programa destinado a ese propósito (Fritzing).

### **Aplicación móvil informática para el control de la ortesis**

Este Componente se refiere a una aplicación móvil destinada al control de la ortesis en la cual el paciente pueda controlar el funcionamiento que contara el aparato ortopédico robótico. Se lo realizará en un entorno de desarrollo de software creado por Google (App Inventor), acompañado de una base de datos destinada a almacenar datos importantes de las sesiones de fisioterapia de un paciente, cumpliendo todos los criterios de calidad en cuanto a la funcionalidad, usabilidad, entre los más importantes.

### **Capacitaciones del uso adecuado de la ortesis propuesta en el proyecto**

Este componente se refiere a la realización de:

Programas de capacitación destinados al uso adecuado de la ortesis desarrollada.

Elaboración y distribución de trípticos explicando cómo es el uso adecuado de la ortesis

Con la implementación de estos componentes, se espera que las fisioterapias en las extremidades inferiores del paciente puedan mejorar y así mismo hacer que las rehabilitaciones puedan tener un mejor éxito.

## **I.11 Beneficiarios**

### **I.11.1 Beneficiarios Directos**

Persona con discapacidad en la extremidad inferior.

### **I.11.2 Beneficiarios indirectos**

Consultorios de fisioterapia, persona fisioterapeuta

## I.12 Cronograma de Actividades

Nº	Actividad	Nº días	Fecha inicio	Fecha Finaliz.	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13
1	<b>prototipo tele-operado de una ortesis para la rehabilitación de la zona de los gemelos y tobillo de la extremidad inferior de una persona, desarrollado</b>	187 días	15/5/20	1/2/21	→												
2	Diseño de los modelos 3D de una ortesis	67 días	15/5/20	15/8/20	X	X	X	X									
3	Diseño de la parte electrónica	67 días	15/5/20	15/8/20	X	X	X	X									
4	Impresión de los modelos 3D	24 días	15/8/20	16/9/20				X	X								
5	Armado de la ortesis	29 días	16/9/20	26/10/20					X	X							
6	Programación de un micro controlador	54 días	30/9/20	14/12/20					X	X	X	X					
7	Prueba de funcionamiento	35 días	15/12/20	1/2/21								X	X	X			
8	<b>aplicación móvil informática para el control de la ortesis, realizada</b>	172 días	15/5/20	11/1/21	→												
9	Inicio	59 días	15/5/20	5/8/20	X	X	X	X									
10	Elaboración	32 días	6/8/20	18/9/20				X	X								
11	Construcción	51 días	21/9/20	30/11/20					X	X	X						
12	Prueba	30 días	1/12/20	11/1/21								X	X				
13	<b>Capacitaciones y/o ejecuciones del uso adecuado de la ortesis propuesta en el proyecto, efectuada</b>	56 días	15/2/21	3/5/21										→			
14	Planificación de los eventos	11 días	15/2/21	28/2/21										X			



<b>15</b>	Elaboración del material	12 días	1/3/21	16/3/21											<b>X</b>		
<b>16</b>	Distribución del material	12 días	17/3/21	1/4/21											<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>17</b>	Desarrollo de los eventos	21 días	5/4/21	3/5/21												<b>X</b>	<b>X</b>

**I.13 Presupuesto general**

<b>ITEM</b>	<b>RUBROS</b>	<b>Aporte Universidad</b>	<b>Otro Aporte</b>	<b>TOTAL (Bs)</b>
<b>20000</b>	<b>SERVICIOS NO PERSONALES</b>			
	<b>21000. Servicios Básicos</b>	0	1680	1680
	<b>22000.Servicio De Transporte</b>	0	175	175
	<b>25000.Servicios Profesionales y Comerciales</b>	0	2150	2150
	<b>Sub total rubro</b>			4005
<b>30000</b>	<b>MATERIALES Y SUMINISTROS</b>			
	<b>31000.Alimentos y Productos Forestales</b>	0	720	720
	<b>32000.Productos de Papel, Cartón e Impresos</b>	0	4950	4950
	<b>39000. Productos Varios</b>	0	453	453
	<b>Sub total componente</b>			6123
<b>40000</b>	<b>ACTIVOS REALES</b>			
	<b>43000.Maquinaria y Equipo</b>	0	600	600
	<b>46000.Descripción de costos de la ortesis</b>	0	1280	1280
	<b>Sub total rubro</b>			1880
	<b>TOTAL</b>		12008	<b>12008</b>

**1) Grupo 20000.SERVICIOS NO PERSONALES**

**a) SUB GRUPO 21000. Descripción de los gastos de servicios básicos.**

<b>Partida</b>	<b>Tipo de servicio básico</b>	<b>Costo</b>	<b>Tiempo mes</b>	<b>Costo Total</b>
21100	Comunicación	100	8	800
21200	Energía Eléctrica	110	8	880
22300	Agua			
<b>TOTAL</b>				1680

\* Se refiere principalmente a los gastos por servicios; como: servicio de correo, servicio de Internet.

**b) SUB GRUPO 22000. Descripción de los gastos de viajes y transporte de personal.**

<b>Partida</b>	<b>Personal</b>	<b>Lugar</b>	<b>N.º de viajes</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
22100	Pasajes		35	5	175
<b>TOTAL</b>					175

\* En el caso de pasajes debe indicarse el costo de ida y vuelta (costo unitario), indicando el número de viajes

**c) SUB GRUPO 25000. Descripción de los gastos en servicios profesionales y comerciales.**

<b>Partida</b>	<b>Tipo de servicio profesionales y comercial</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
25100	Impresión 3D	11	1100
25200	Ortopedia tecnor (elaboración de férulas)	1	1050
<b>TOTAL</b>			2150

\* Se refiere a gastos por servicios profesionales de asesoramiento especializado, se incluyen, estudios, investigaciones, publicidad, imprenta, fotocopias, capacitación de personal y otros ejecutados por terceros.

**2) GRUPO 30000. MATERIALES Y SUMINISTROS**

**d) SUB GRUPO 31000. Descripción de los gastos Alimentos y Productos Agroforestales**

<b>Partida</b>	<b>Tipo de Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo/unitario</b>	<b>Costo Total</b>
31000	Refrigerios y Gastos Administrativos	1	720	720
<b>TOTAL</b>				720

\*Se refiere a la adquisición de materiales y bienes como: alimentos y productos agroforestales, alimentos y bebidas para personas (indicar el total de refrigerios), alimentos para animales, productos pecuarios.

**e) SUB GRUPO 32000. Descripción del gasto de Productos de Papel, Cartón e Impresos**

<b>Partida</b>	<b>Tipo de Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo/unitario</b>	<b>Costo Total</b>
32100	Impresora 3D "CR-10S V2"	1	4700	4700
32200	Papel de Escritorio	5 resmas	50	250
<b>TOTAL</b>				4950

\* Se refiere a la adquisición de; papel y cartón en sus diversas formas y clases, impresos y publicaciones, periódicos, revistas, libros, fotocopias, etc.

**f) SUB GRUPO 39000. Descripción del gasto en productos varios**

<b>Partida</b>	<b>Productos de cuero y caucho</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo/unitario</b>	<b>Costo Total</b>
39100	Material de limpieza	2	15	300
39500	Útiles de Escritorio y de oficina	15	20	30
39700	Útiles y Materiales Electrónico	8	6	48
39800	Otros Repuestos y Accesorios	15	5	75
<b>TOTAL</b>				453

\* Se refiere principalmente a los gastos por productos de limpieza, todo lo referente al funcionamiento de la oficina en material de escritorio

**3) GRUPO 40000. ACTIVOS REALES.**

**g) SUB GRUPO 43000. Descripción del gasto de Maquinaria y Equipo.**

<b>Partida</b>	<b>Tipos de productos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo/unitario</b>	<b>Costo Total</b>
43100	Equipo de Oficina y Muebles	2	300	600
<b>TOTAL</b>				600

\* Se refiere principalmente a los gastos por muebles y enseres, equipo de oficina, comunicación, equipamiento.

**h) SUB GRUPO 46000. Descripción de costos de la ortesis**

<b>Partida</b>	<b>Productos textiles y vestuarios</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo/unitario</b>	<b>Costo Total</b>
46100	Servomotor TD8120MG 20Kg 180g	2	105	210
46200	Motores De Vibración Planos Para Teléfonos Móviles, Tablet, Electrodomésticos, 0.394 X 0.134 In	10	13	130
46300	Modulo Pca9685 Pwm I2c	1	30	30
46400	Driver Puente H L298n	2	20	40
46500	Modulo Bluetooth	2	45	90
46600	Arduino Uno	1	55	55
46700	Jumper			0
46701	Cable Macho Macho	2	20	40
46702	Cable Hembra Macho	2	20	40
46703	Cable Hembra Hembra	2	20	40
46800	Protoboard	2	20	40
46900	Accesorios			0
46901	Vernier Digital	1	130	130
46902	Cautin	1	100	100
46903	Baterías Recargables	4	25	100
46904	Tester Multímetro	1	100	100
46905	Portal Pilas Aa X2	5	5	25
46906	Cargador De Pilas	4	20	80
46907	módulo convertidor DC-DC Step-Down (Buck) LM2596	2	15	30
<b>TOTAL</b>				1280

\* Se refiere a los gastos de los componentes que se utilizaron en el desarrollo de la ortesis.

## CAPÍTULO II COMPONENTE

### II.1 Prototipo tele-operado de una ortesis para la rehabilitación de la zona de los gemelos y tobillos de la extremidad inferior de una persona

#### II.1.1 Introducción

Para poder hablar acerca del diseño del prototipo de una ortesis es importante conocer las características anatómicas y funcionales de una persona, así como también los aspectos más importantes de la locomoción humana y sus diferentes etapas.

#### II.1.2 Anatomía del miembro inferior

En la anatomía humana, el miembro inferior o pelviano comprende cada una de las extremidades fijadas al tronco a nivel de la pelvis, mediante la cintura pelviana. Este se compone fundamentalmente de las siguientes partes:

##### II.1.2.1 Cadera

La función de la cadera es orientar al individuo en todas las direcciones del espacio, para lo cual posee tres ejes y grados de libertad (Figura II.1.2.1)

- Un eje transversal, situado en el plano frontal, alrededor del cual se ejecutan los movimientos de flexo- extensión.
- Un eje anteroposterior en el plano sagital que pasa por el centro de la articulación, alrededor del cual se efectúan los movimientos de abducción y aducción.
- Un eje vertical, que se confunde con el eje longitudinal del miembro inferior cuando la cadera está en posición de alineamiento. Este eje longitudinal permite los movimientos de rotación externa y rotación interna.

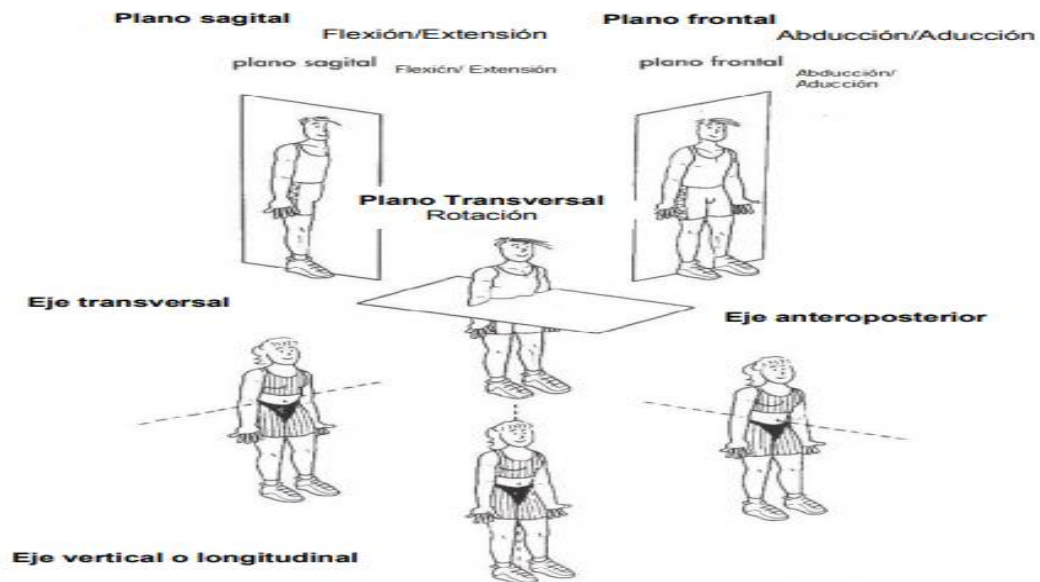
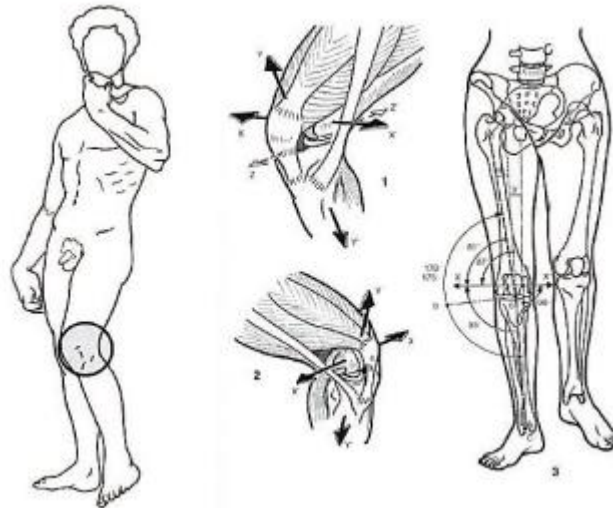


Figura II.1.2.1 ejes y plano de movilidad

### II.1.2.2 Rodilla

La rodilla es la articulación intermedia del miembro inferior (Figura II 1.2.2) Principalmente es una articulación de un solo grado de libertad la flexión-extensión, que le permite aproximar o alejar, en mayor o menor medida, su principal función es regular la distancia del cuerpo con respecto al suelo, la rodilla trabaja, esencialmente en compresión bajo la acción de la gravedad.

De manera accesorio la articulación de la rodilla posee un segundo grado de libertad, la rotación sobre el eje longitudinal de la pierna, que solo aparece cuando la rodilla esta flexionada



**Figura II.1.2.2 Extensión de la Rodilla en diferentes ángulos**

### II.1.2.3 Tobillo

La articulación del tobillo o tibio tarsiano, es la articulación distal del miembro inferior.

Condiciona los movimientos de la pierna en relación al pie en el plano sagital no solo es necesario sino indispensable para la marcha, tanto si esta e desarrolla en terreno llano, como si se desarrolla en terreno accidentado.

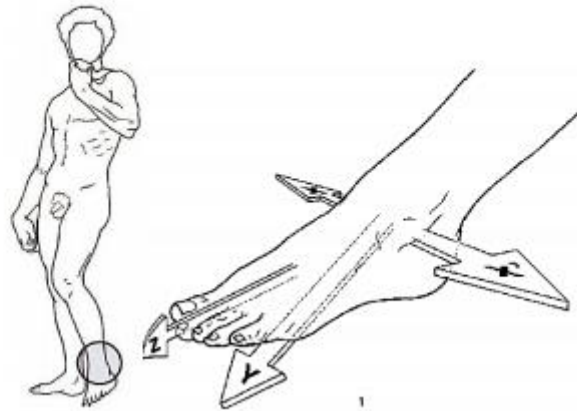
Se trata de una articulación muy cerrada, que sufre limitaciones importantes ya que el apoyo monopodal soporta la totalidad del peso del cuerpo incluso aumentando por la energía cinemática cuando el pie contacta con el suelo a cierta velocidad durante la marcha, la carrera o la recepción del salto.

#### II.1.2.3.1 El complejo articular del pie

En realidad, la tibio tarsiana es la articulación más importante. Este conjunto de articulaciones, con ayuda de la rotación axial de la rodilla, tiene las mismas funciones que una sola articulación de grados de libertad que permite orientar la bóveda plantar en todas las direcciones para que se adapte al terreno accidentado.

El eje transversal XX' (Figura II.1.2.3) pasa por dos métodos y corresponde al eje de la articulación tibio tarsiana este incluido en el plano frontal y

condiciona los movimientos de flexión-extensión del pie que se realiza en el plano sagital. El eje longitudinal de la pierna Y es vertical y condiciona los movimientos de aducción-abducción del pie que se efectúa en el plano transversal. El eje longitudinal del pie Z es horizontal y pertenece al plano sagital. condiciona la orientación de la planta del pie de forma que le permite “mirar “ya sea directamente hacia abajo, hacia afuera o hacia adentro Por analogía con el miembro superior estos nombres reciben el nombre de pronación y supinación.



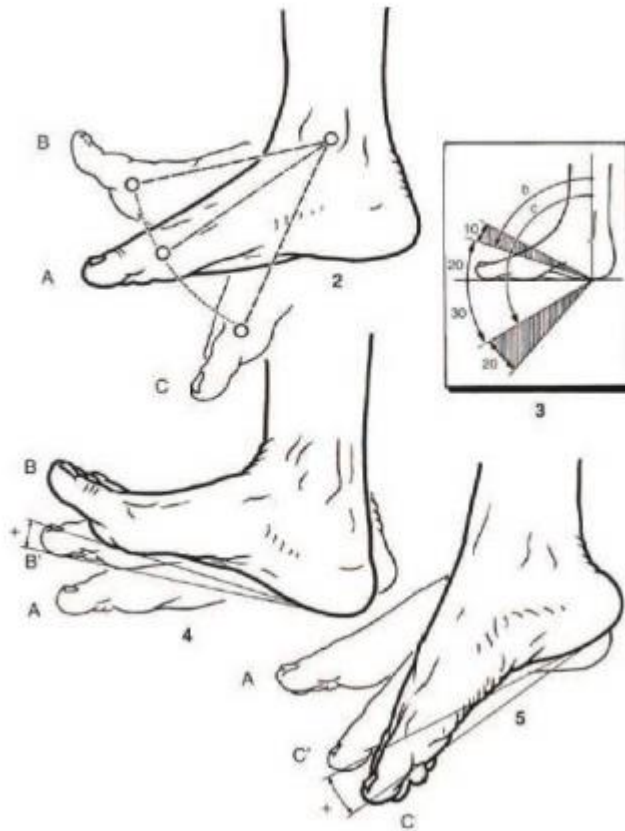
**Figura II.1.2.3 Tobillo**

### **II.1.2.3.1 La flexión-extensión**

La posición de referencia es aquella en la planta del pie es perpendicular al eje de la pierna, (Figura II.1.2.4). A partir de esta posición, la flexión del tobillo se define como el movimiento que aproxima el dorso en el pie a la cara anterior de la pierna, también denominado flexión dorsal o dorsiflexión.

Por el contrario, la extensión de la articulación tibio tarsiana aleja el dorso del pie de la cara anterior de la pierna mientras que el pie tiende a situarse en la prolongación de la pierna este movimiento también se denomina flexión plantar, aunque no es la denominada más adecuada





**Figura II.1.2.4 Extensión-flexión del tobillo**

#### **II.1.2.4 Pie**

Las articulaciones del pie son numerosas y complejas; unen los huesos del tarso entre sí, además de conectarlos con los del metatarso. Son las que a continuación exponen:

- La articulación calcaneoastragalina, denominada también subastragalina.
- La articulación mediotarsiana.
- La articulación tarsometatarsiana.
- Las articulaciones escafo cuboidea y escafo cuneales

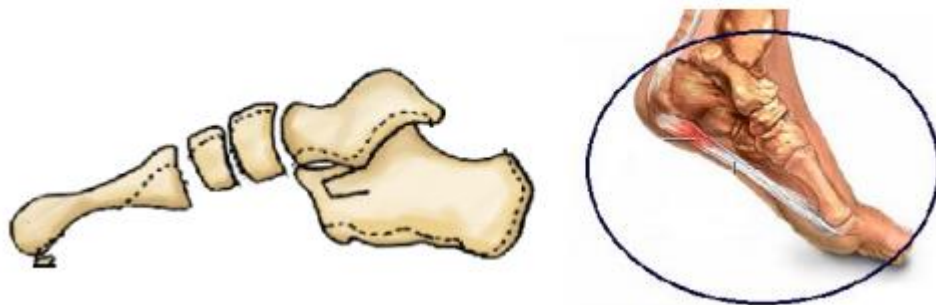
Estas articulaciones tienen una doble función: en primer lugar, orientar el pie con respecto a los otros dos ejes (ya que la orientación en el plano sagital le corresponde a la tibia tarsiana) para que el pie se pueda orientar correctamente con respecto al suelo sea cual sea la posición de la pierna y la inclinación del terreno y en segundo lugar; modificar tanto la forma como la curva de la bóveda plantar para que el pie se pueda adaptar a las desigualdades del terreno además de crear entre el suelo y la pierna, transmitiendo el peso del cuerpo, un sistema que amortigüe dando al paso elasticidad y flexibilidad, la anatomía del pie puede apreciarse en la (Figura II.1.2.5).



**Figura II.1.2.5 Anatomía del pie**

### II.1.2.5 La bóveda plantar

Se llama bóveda plantar al conjunto que forman los elementos óseos y ligamentosos del pie. Este conjunto conforma una bóveda elástica (Figura II.1.2.6), lo que le permite adaptarse a todas las irregularidades del terreno, actuando a la vez como amortiguador, proporcionando suavidad a la marcha.



**Figura II.1.2.6 Bóveda plasmar**

### **II.1.2.6 Músculo de los gemelos**

Los gemelos y el sóleo son músculos que dan forma a la pantorrilla que le da forma, los mismos inician el recorrido de sus fibras musculares desde la parte alta de peroné e interna de la tibia distribuyéndose por toda la parte posterior de la pierna hasta insertarse en el Tendón de Aquiles anclado en el calcáneo (hueso del talón).

Las funciones de este grupo muscular son principalmente la estabilización de la articulación de la rodilla, la extensión del tobillo, así como el control de la postura erguida durante la bipedestación. Además, los músculos pueden realizar la supinación del tobillo y una ligera flexión en la articulación de la rodilla, pero ésta no son sus funciones principales. (Figura II.1.2.7),



**Figura II.1.2.7 Músculo de los Gemelos**

Los siguientes puntos que se describirá a continuación nos ayudó a poder desarrollar el prototipo de manera más ordenada permitiéndonos así poder obtener un buen producto final.

### II.1.3 Recolección y refinamiento de requisitos

En el caso del componente (prototipo de una ortesis tele-operada) los requisitos que se recolectaron para su desarrollo fue las dimensiones de la entre pierna y el pie del paciente de esta manera nos permitió realizar un diseño previo. (Figura II.1.3)

Partes	Dimensiones				
	Largo	alto	Ancho	Longitud de arco grande	Longitud de arco pequeño
<b>Entre pierna</b>	23,4cm		9,3cm	23,02 cm	12.04cm
<b>Pie</b>	26cm	7 cm	12 cm		12.04 cm

**Figura II.1.3 Recolección de Datos**

Lo más recomendable para la realización de este proyecto es poder obtener los datos del paciente mediante un molde y así poder garantizar que los datos recolectados sean correctos (Figura II.1.4)



**Figura II.1.4 Recolección de requerimientos**

## II.1.4 diseño rápido

El diseño rápido que sirvió como un modelo a seguir para la construcción del prototipo, está sujeto a los requisitos obtenidos del paciente de tal manera que nos sirvió como un ejemplo para poder determinar la funcionalidad que tendrá el producto final (Figura II.1.5)



Figura II.1.5 Primer Diseño

## II.1.5 Construcción del Prototipo

Para poder realizar la construcción del prototipo se tuvo que seguir los siguientes pasos de tal manera poder hacer que la construcción del prototipo pueda tener un proceso ordenado y claro.

### II.1.5.1 Diseño de los modelos 3D de una ortesis

El diseño de los modelos 3D que se hizo para la creación de la parte mecánica y la simulación del funcionamiento que cuenta la ortesis pretendida se lo realizó mediante el programa que se visualiza en la (Figura II.1.5.1)



Figura II.1.5.1 Programa SolidWorks

SOLIDWORKS es un software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. El software que ofrece un abanico de

soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto. Sus productos ofrecen la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño.

La Ortesis está compuesta con 2 partes principales a su vez también cuenta con otras partes la cual lo permite realizar el movimiento pretendido, dichas partes se lo mencionara a continuación.

### II.1.5.1.1 Apoyo de la entre-pierna

Esta parte es donde se apoyará la entre-pierna del paciente cuando se encuentre realizando su fisioterapia establecida. La pieza de apoyo de la entre-pierna está sujeta a medida de acuerdo al paciente de tal forma que la parte ya mencionada cuenta con medidas que se lo visualizará en la (Figura II.1.5.1.1)

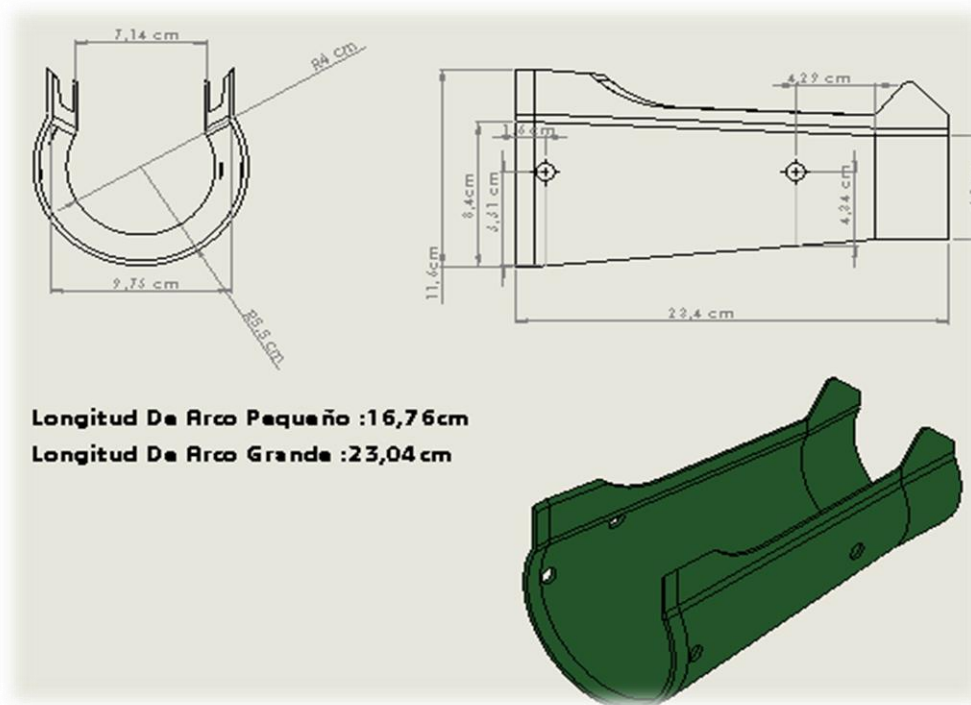
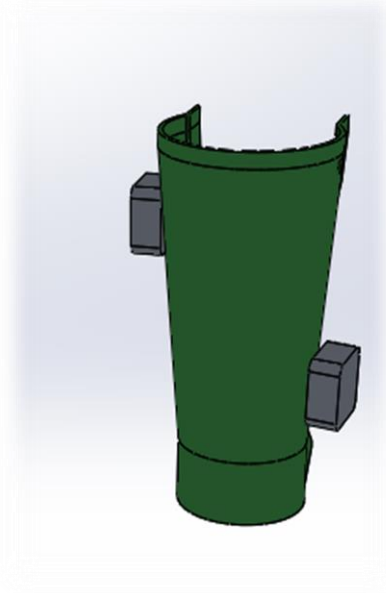


Figura II.1.5.1.1 Dimensión de la pieza apoyo entre-pierna

En esta parte se situará los actuadores que tiene como función establecer el funcionamiento que contara la ortesis funcional, esta pieza a la hora de que el paciente efectuó el uso de este aparato se encontrara fija (Figura II.1.5.1.2).

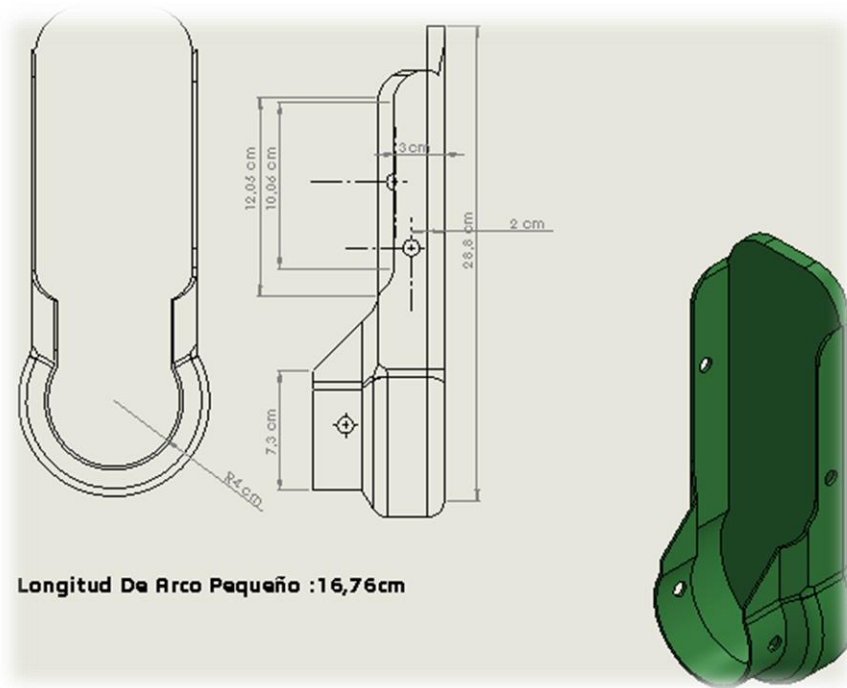


**Figura II.1.5.1.2 Ubicación de los actuadores en la pieza apoyo entre pierna**

### **II.1.5.1.2 Apoyo del pie**

La pieza de apoyo del pie, consiste en ser una pieza en donde el pie del paciente se apoyará a la hora de su rehabilitación. Esta es la segunda parte principal que cuenta la ortesis donde se ve reflejado la funcionalidad de este aparato en la cual consiste en mover el pie hacia arriba como también hacia abajo, de tal manera que el pie se moverá 10 ° grado hacia arriba y 20 ° grado hacia abajo tal como se ve en la (Figura II.1.2.4).

Al igual que la parte de apoyo de entre-pierna esta segunda parte principal está sujeta a medida del paciente estableciendo así que el paciente pueda estar cómodo a la hora de realizar su rehabilitación (Figura II.1.5.1.3).



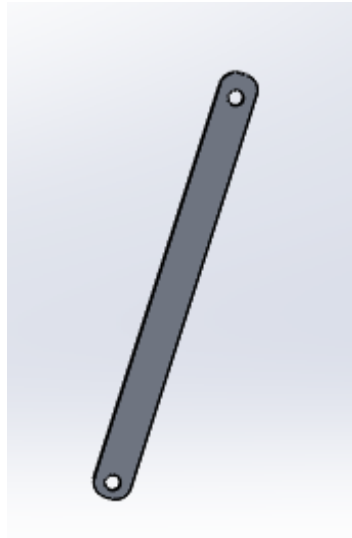
**Figura II.1.5.1.3 Dimensión de la pieza apoyo del pie**

Esta pieza cuenta con 4 orificio, donde 2 de los cuatro orificios permite la unión de los soportes interno y externo en la parte superior de esta pieza, los 2 restantes orificio es para unir tanto el lateral interno L2 como también unir el lateral externo L2 con esta pieza. (Figura Final)

### **II.1.5.1.3 Soporte interno**

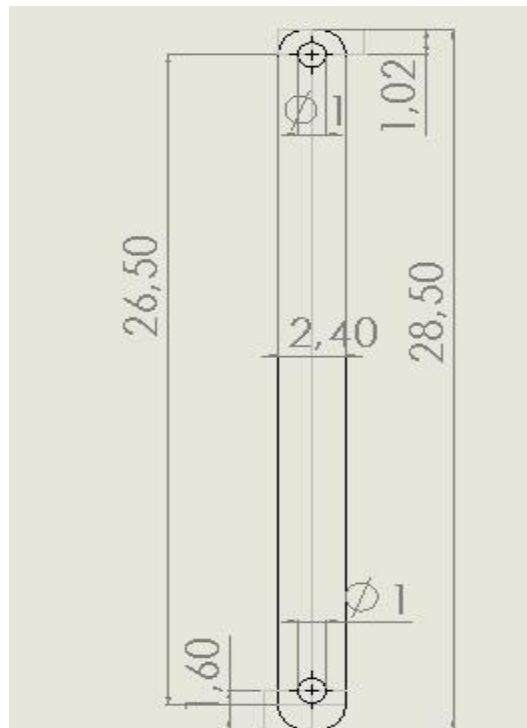
El soporte interno consiste en una barra plana de hierro que tiene como principal función unir la pieza de apoyo de la entre-pierna y la pieza apoyo del pie, también tiene como función ayudar a la pieza de apoyo del pie pueda cumplir su función establecida, esta pieza cuenta con dos orificios, un orificio se ubica en la parte superior y otro en la parte inferior asiendo así la unión de las dos partes principales que compone este proyecto (Figura II.1.5.1.4).





**Figura II.1.5.1.4 Soporte interno**

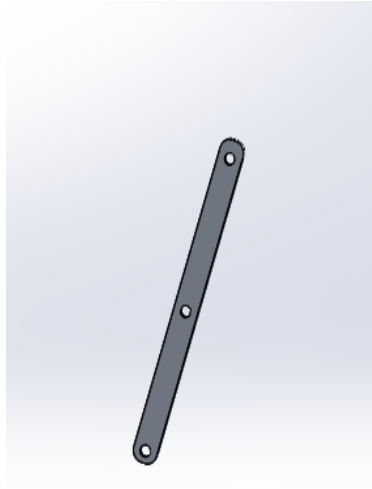
En tal sentido el diseño del soporte interno está destinado a unir la parte interna del diseño de la entre pierna y el sujetador del pie, para ello el soporte interno cuenta con las siguientes dimensiones (Figura II.1.5.1.4.1).



**Figura II.1.5.1.4.1 Dimensión del soporte interno**

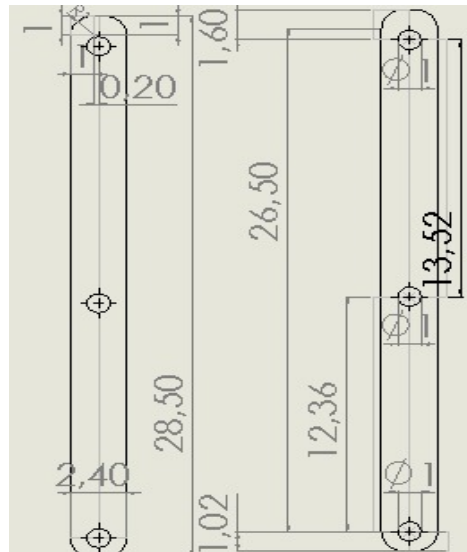
#### **II.1.5.1.4 Soporte externo**

El soporte externo consiste en una barra plana de hierro que tiene como principal función unir la pieza de apoyo de la entre-pierna, la pieza del pie y la pieza del lateral externo L2, también tiene como función colaborar a la pieza de apoyo para que cumpla su función establecida, esta pieza cuenta con tres orificio un orificio se ubica en la parte superior, otro en la parte inferior y el otro casi al centro de la pieza de apoyo de la entre-pierna, asiendo así la unión de la pieza de apoyo de la entre-pierna, la pieza del pie y la pieza lateral externo L2 de la parte externa de la ortesis (Figura II.1.5.1.5)



**Figura II.1.5.1.5 Soporte Externo**

En tal sentido el diseño del soporte externo está destinado a unir la parte externa del diseño de la entre-pierna y el sujetador del pie, para ello el soporte externo cuenta con las siguientes dimensiones (Figura II.1.5.1.5.1).



**Figura II.1.5.1.5.1 Dimensión del soporte externo**

### II.1.5.1.5 Lateral interno

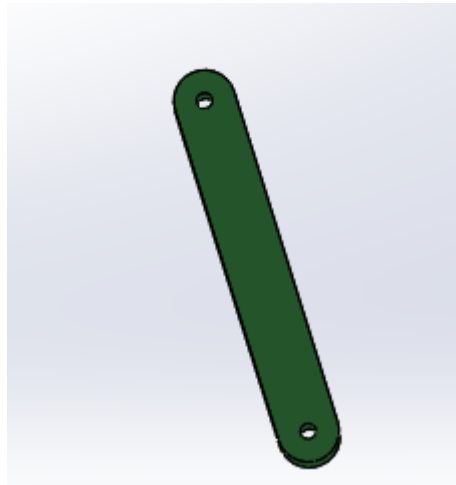
Las piezas que componen el lateral interno son dos piezas las cual se lo describirá a continuación:

- Pieza lateral interna L1
- Pieza lateral interno L2

#### **II.1.5.1.5.1 Pieza latera interno L1**

La pieza lateral interna L1 tiene como función ayudar a poder hacer la función establecida de la ortesis, esta pieza es la más grande de todos los laterales que cuenta la ortesis (Figura II.1.5.1.6).

Cuenta con 2 orificios, uno se unirá con la pieza del apoyo de pie y el otro con la pieza lateral interno L2

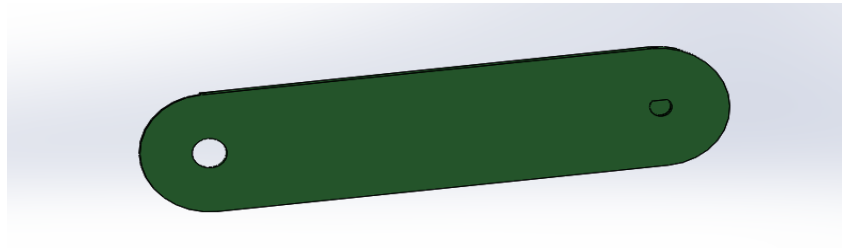


**Figura II.1.5.1.6 Lateral interno L1**

#### **II.1.5.1.5.2 Pieza lateral Interno L2**

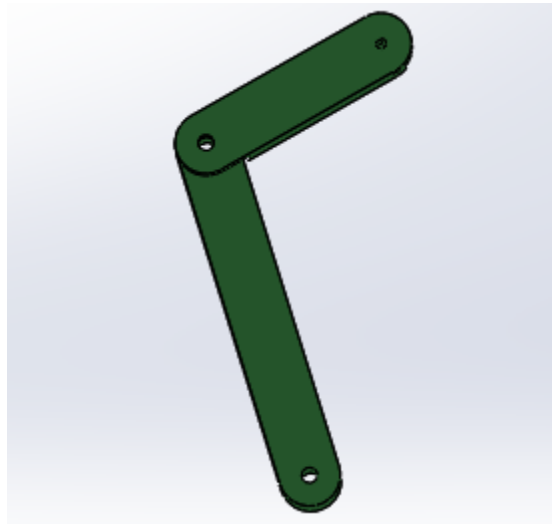
La pieza lateral interna L2 tiene como función ayudar a que la función de la pieza lateral L1 se pueda realizar. En esta pieza se ubicará uno de los dos actuadores que contará la ortesis (Figura II.1.5.1.7).

Cuenta con 2 orificios la cual uno se unirá con la pieza de apoyo de la entre-pierna y el otro con la pieza lateral interno L1



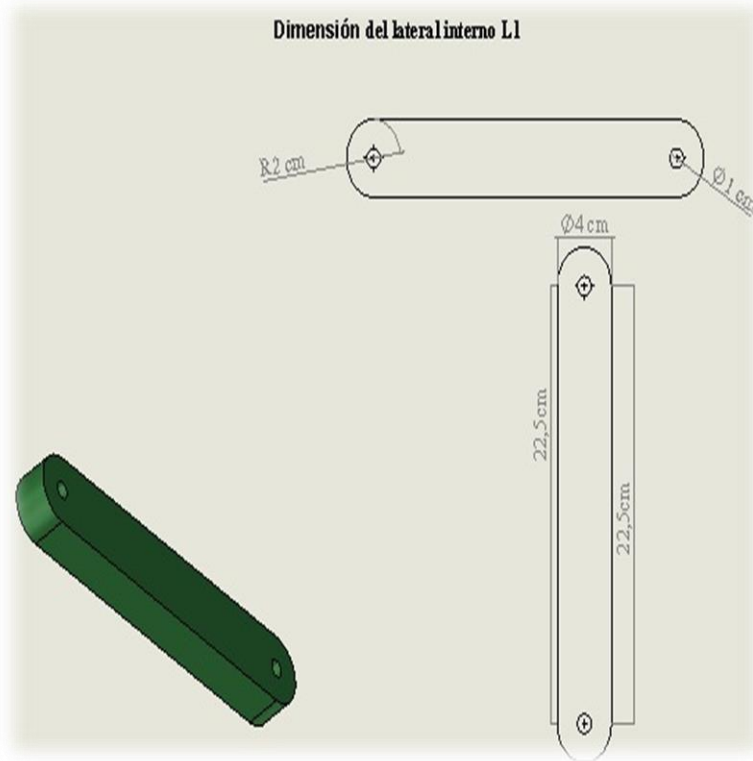
**Figura II.1.5.1.7 Lateral interno L2**

De tal sentido asiendo la unión de la pieza lateral interno L1 y la pieza lateral interno L2 podemos establecer la siguiente forma (Figura II.1.5.1.8).

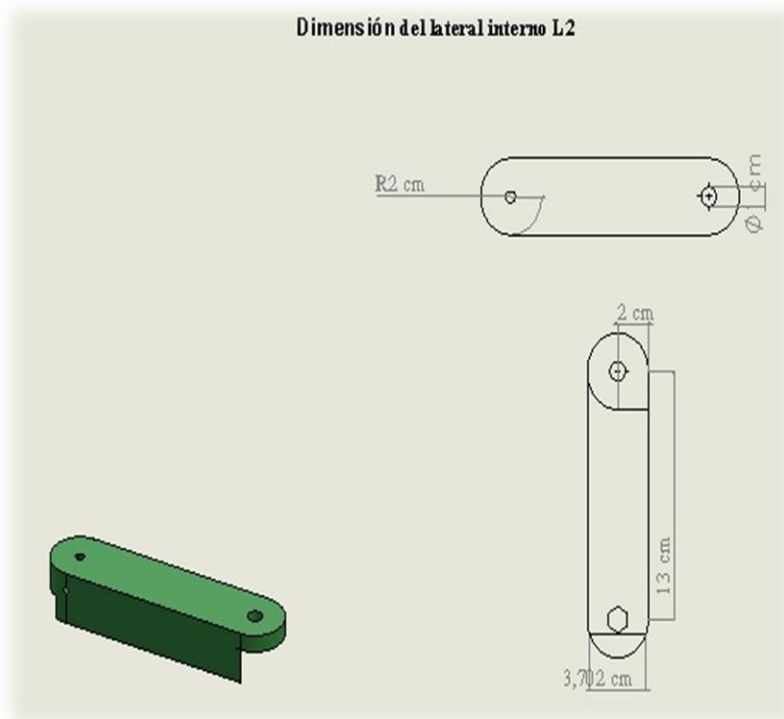


**Figura II.1.5.1.8 Unión de lateral interno L1 y L2**

En cuanto al lateral interno L1 como así también al lateral interno L2 están sujetos a dimensiones que se reflejará en los siguientes gráficos (Figura II.1.5.1.9) (Figura II.1.5.1.10).



**Figura II.1.5.1.9 Dimensión del lateral interno L1**



**Figura II.1.5.1.10 Dimensión del lateral interno L2**

### II.1.5.1.6 Lateral externo

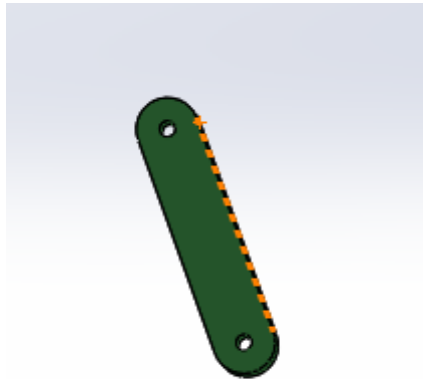
Las piezas que componen el lateral externo son dos piezas las cual se lo describirá a continuación:

- Pieza lateral externo L1
- Pieza lateral externo L2.

#### II.1.5.1.6.1 Pieza latera externo L1

La pieza lateral externa L1 tiene como función ayudar a poder hacer la función establecida que tendrá ortesis (Figura II.1.5.1.11).

Cuenta con 2 orificios la cual uno se unirá con la pieza de apoyo del pie y el otro con la pieza lateral interno L2.

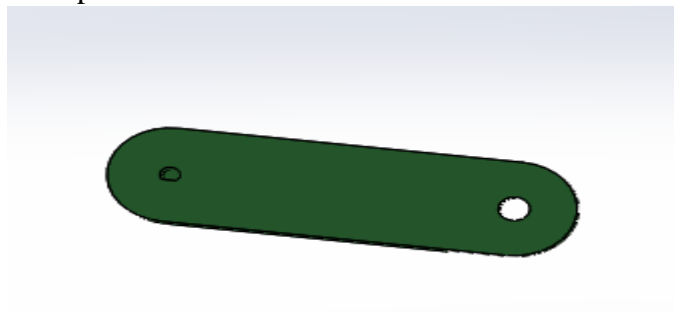


**Figura II.1.5.1.11 Lateral externo L1**

#### II.1.5.1.6.2 Pieza lateral externo L2

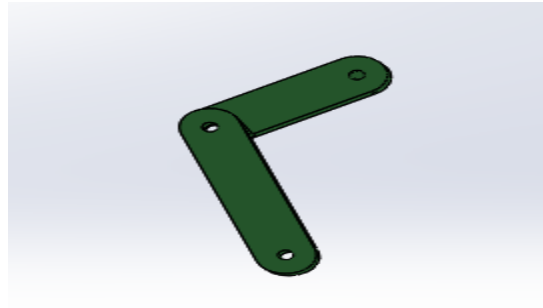
La pieza lateral externa L2 tiene como función poder ayudar a que la función de la pieza lateral externa L1 pueda realizar. En esta pieza se ubicará uno de los dos actuadores que contará la ortesis (Figura II.1.5.1.12).

Cuenta con 2 orificios la cual uno se unirá con la pieza de apoyo de la entre-pierna y el otro con la pieza lateral externa L1.



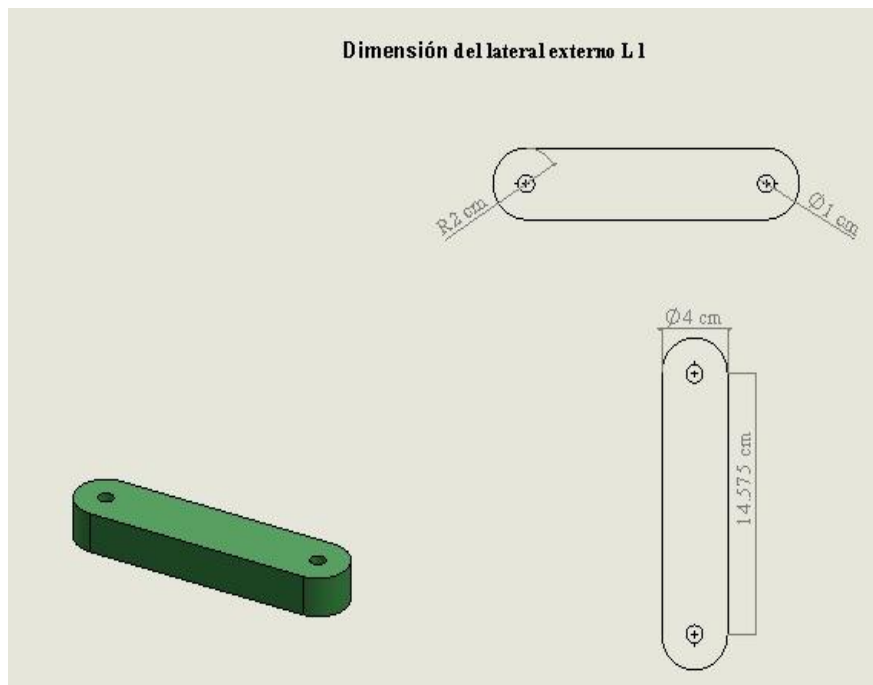
**Figura II.1.5.1.12 Lateral externo L2**

De tal sentido haciendo la unión de la pieza lateral externa L1 y la pieza lateral externa L2 podemos establecer la siguiente forma (Figura II.1.5.1.13).

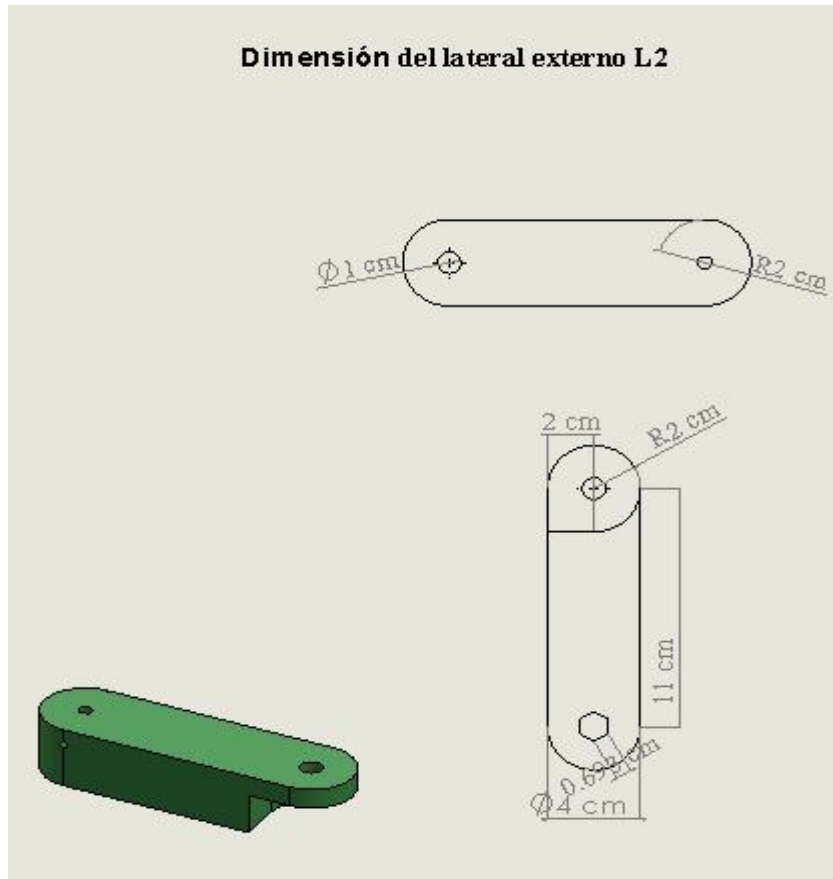


**Figura II.1.5.1.13 Unión de los laterales externo L1 y L2**

En cuanto al lateral externo L1 como así también al lateral externo L2 están sujetos a dimensiones que se reflejará en los siguientes gráficos (Figura II.1.5.1.14) (Figura II.1.5.1.15).

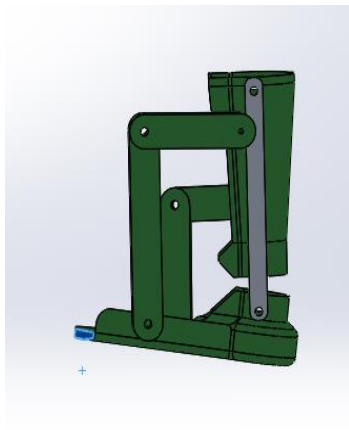


**Figura II.1.5.1.14 Dimensión del lateral externo L1**

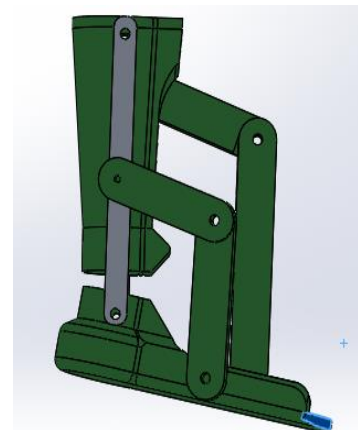


**Figura II.1.5.15 Dimensión del lateral externo L2**

La función que realiza y que cuenta la ortesis diseñada es la siguiente. vista en dos tipos de ángulos tanto en el ángulo interno como así en el ángulo externo (Figura II.1.5.1.16) (Figura II.1.5.1.17).



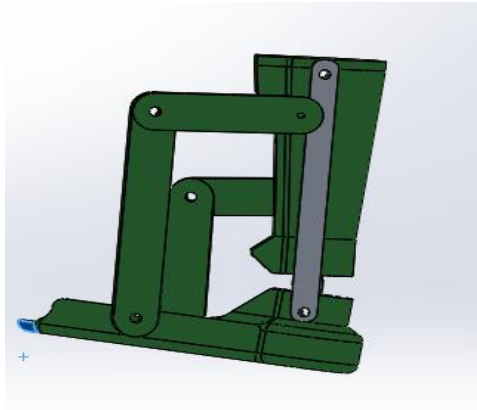
**Figura II.1.5.1.16 Movimiento interno**



**Figura II.1.5.1.17 Movimiento externo**



Uniendo todas las piezas ya mencionadas anteriormente podemos obtener el siguiente diseño (Figura II.1.5.1.18).



**Figura II.1.5.1.18**      **Figura Final**

Para poder tener una certeza que los diseños realizados estén correctamente se determinó elaborar un segundo diseño en la cual la finalidad de este segundo diseño es poder tener la certeza que los diseños principales estén bien diseñada para posteriormente imprimirlos, Para la realización del segundo diseño se elabora mediante la utilización de varias vendas de yeso de tal sentido se obtuvo el siguiente producto (Figura II.1.5.1.19).



**Figura II.1.5.1.19**      **Segundo Diseño**

### **II.1.5.2      Diseño de la parte electrónica**

El modelamiento de la parte electrónica que cuenta la ortesis se realizó mediante la utilización de un programa, la cual nos permitió realizar el esquema electrónico que cuenta la ortesis (Figura II.1.5.2).



**Figura II.1.5.2      Fritzing**

Fritzing es el programa por excelencia para la realización de esquemas eléctricos en proyectos con Arduino y es open source. Además, permite hacer esquemas eléctricos, diseñar nuestro PCB final y un sinnúmero de opciones que convierten a este programa en una herramienta muy útil.

También nos permitirá obtener el esquema eléctrico, listado de componentes usados y el diagrama para poder fabricar la PCB.

Pero antes de poder describir a cada uno de los componentes que se utilizó para determinar la funcionalidad de la ortesis funcional se tiene que mencionar ciertos criterios que nos ayudó a poder determinar dicho componente tal es el caso de los componentes que se utilizaron para el ejercicio de dorsiflexión y plantar flexión se tuvo que realizar operaciones físicas la cual nos permitió determinar el componente idóneo para usar. (ilustración 1).

En tal sentido los puntos de ubicación de los motores se encuentran a 17 y 30 cm, respecto a la articulación de la cadera con pierna.



Fuerza producida por el musculo:  $F_m$   
 Peso de propio de la entre pierna:  $T$   
 Peso del objeto sujetado:  $T_1$   
 Fuerza de reacción en la articulación:  $F_r$   
 Momento de fuerza =  $m$   
 Distancia entre el primer motor y el eje de rotación:  $M_1$   
 Distancia entre el segundo motor y el eje de rotación:  $M_2$   
 Distancia entre del tobillo y el eje de rotación:  $L_1$

Datos

$M_1 = 17 \text{ cm}$   
 $M_2 = 30 \text{ cm}$   
 $T = 20 \text{ kg}$   
 $T_1 = 9,88 \text{ oz} = 0,28 \text{ kg}$   
 $L_1 = 42 \text{ cm}$   
 Caso 1 = Peso propio

$$\sum m = 0 \rightarrow M_2 * T - M_1 * F_m = 0$$

$$M_1 * F_m = M_2 * T \rightarrow F_m = \frac{M_2 * T}{M_1} \rightarrow F_m = \frac{30 * 20}{17} = 37 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow -F_r + F_m - T = 0$$

$$F_r = F_m - T \rightarrow F_r = 37 - 20 = 17 \text{ N}$$

Caso 2: Sujetando un objetivo

$$\sum m = 0 \rightarrow L_1 * T_1 + M_2 * T - M_1 * F_m = 0$$

$$-M_1 * F_m = -L_1 * T - M_2 * T \quad (* -) \quad \rightarrow \quad M_1 * F_m = L_1 * T + M_2 * T$$

$$\rightarrow \quad F_m = \frac{L_1 * T + M_2 * T}{M_1} \quad \rightarrow \quad F_m = \frac{(42 * 0,28) + (30 + 20)}{17} = \frac{11,7 + 600}{17} = 35 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow -F_r + F_m - T - T_1 = 0$$

$$F_r = F_m - T - T_1 \quad \rightarrow \quad F_r = 35 - 20 - 0,28 = 14,7 \text{ N}$$

Ilustración 1 Procedimiento analítico

### II.1.5.2.1 Servomotor TD8120MG 20Kg 180g

Especificación:

- Tamaño del servo: 40 x 20 x 40 mm
- Peso: 83g
- Tipo de engranaje: Metálico
- Ángulo límite del mecanismo: 180 Grados
- Ranura del engranaje del eje de salida: diámetro 6 mm
- Cable del conector del engranaje de dirección: 250 mm
- A prueba de agua: No

Características eléctricas:

- Voltaje de operación Voltaje de operación: 4.8V / 6.0V
- Velocidad sin carga: 0.20sec / 60 Grados.
- Torque: 20 kg.cm (6.0V)

Corriente de Funcionamiento: 1800mA / 2200mA

- a. De tal sentido este tipo de motor paso bipolar es más adecuado para este proyecto.  
(Figura II 1.5.2.1.1)



Figura II 1.5.2.1.1 Servomotor TD8120MG 20Kg 180g

### II.1.5.2.2 módulo convertidor DC-DC Step-Down (Buck) LM2596

El módulo convertidor DC-DC Step-Down (Buck) LM2596 es capaz de regular un voltaje de entrada mayor y convertirlo en uno menor a su salida. A diferencia de los tradicionales reguladores lineales como el LM317 o el LM7805, esta fuente de alimentación de corriente directa puede proveer hasta 3 amperes a tus circuitos de manera muy eficiente y por lo tanto emitiendo una menor cantidad de calor. La fuente está basada en el circuito integrado LM2596. Se trata de una fuente conmutada (switching) de bajo perfil y alta eficiencia que puede usarse para adaptar el voltaje de alimentación en distintas etapas de un circuito, alimentar circuitos lógicos desde baterías (aumentando el tiempo de vida de éstas), circuitos experimentales, control de acceso, etc. (Figura II 1.5.2.2.1)

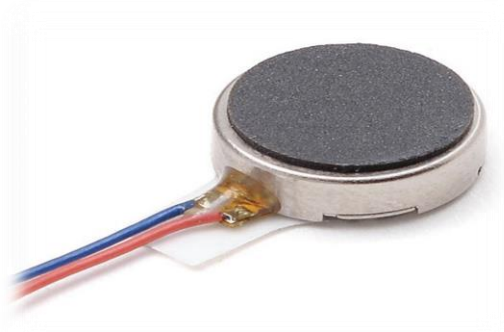
- Especificaciones:
- Convertidor Buck de alta eficiencia: ~80%
- Voltaje de entrada: 4.75 a 30V
- Voltaje de salida: 1.25 a 26V
- Voltaje de salida ajustable
- Corriente promedio de salida: 2A
- Corriente pico de salida: 3A
- Basado en el regulador LM2596S
- Led indicador de encendido.



**Figura II 1.5.2.2.1      módulo convertidor DC-DC Step-Down (Buck) LM2596**

### **II.1.5.2.3 Motores De Vibración Planos**

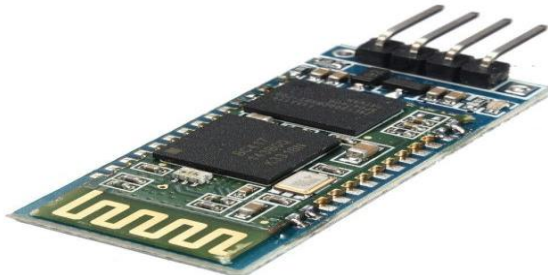
Los motores de vibración plano están destinados en la utilización de teléfono móvil, tableta y otros electrodomésticos la cual cuenta Dimensión 0.395 x 0.134 (diámetros por profundidad) a su también cuenta con una corriente 3V CC, también tiene una Corriente nominal 80mA, cuenta con una velocidad de 12000 rpm, su rendimiento es estable, cuenta con una fuerte potencia, de tal forma su ciclo de vida útil es largo. (Figura II 1.5.2.3.1)



**Figura II.1.5.2.3.1 Motor de vibración plano**

#### **II.1.5.2.4 Módulo Bluetooth**

El módulo Bluetooth HC-06 nos permite conectar nuestros proyectos con Arduino a un smartphone, celular o PC de forma inalámbrica (Bluetooth), con la facilidad de operación de un puerto serial. La transmisión se realiza totalmente en forma transparente al programador, por lo que se conecta en forma directa a los pines seriales de nuestro microcontrolador preferido (respetando los niveles de voltaje, ya que el módulo se alimenta con 3.3V). Todos los parámetros del módulo se pueden configurar mediante comandos AT. La placa también incluye un regulador de 3.3V, que permite alimentar el módulo con un voltaje entre 3.6V - 6V. Este módulo es el complemento ideal para nuestros proyectos de robótica, domótica y control remoto con Arduino, PIC, Raspberry PI, ESP8266, ESP32, STM32, etc. (Figura II 1.5.2.4.1)



**Figura II.1.5.2.4.1 Módulo Bluetooth HC-06**

### II.1.5.2.5 Arduino Uno

Arduino Uno es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328. Cuenta con 14 entradas/salidas digitales, de las cuales 6 se pueden utilizar como salidas PWM (Modulación por ancho de pulsos) y otras 6 son entradas analógicas. Además, incluye un resonador cerámico de 16 MHz, un conector USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reseteo.

La placa incluye todo lo necesario para que el microcontrolador haga su trabajo, basta conectarla a un ordenador con un cable USB o a la corriente eléctrica a través de un transformador. (Figura II 1.5.2.5.1)

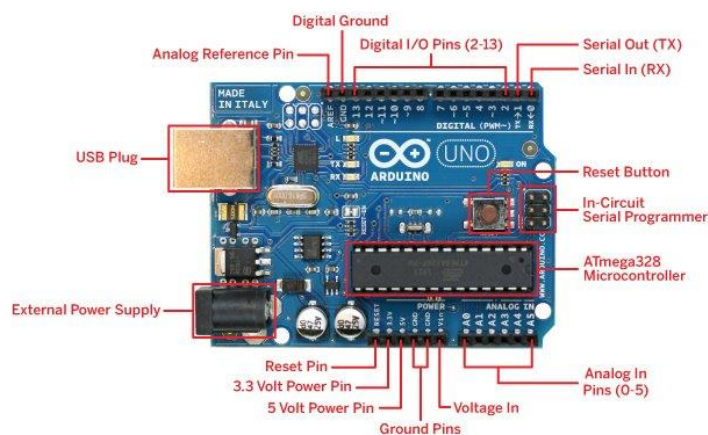


Figura II.1.5.2.5.1 Arduino uno

### II.1.5.2.6 Fuente de alimentación

La fuente de poder o de alimentación (*PSU* en inglés) es el dispositivo que se encarga de transformar la corriente alterna de la línea eléctrica comercial que se recibe en los domicilios (220 volts en la Argentina) en corriente continua o directa; que es la que utilizan los dispositivos electrónicos tales como televisores y computadoras, suministrando los diferentes voltajes requeridos por los componentes, incluyendo usualmente protección frente a eventuales inconvenientes en el suministro eléctrico, como la sobretensión.

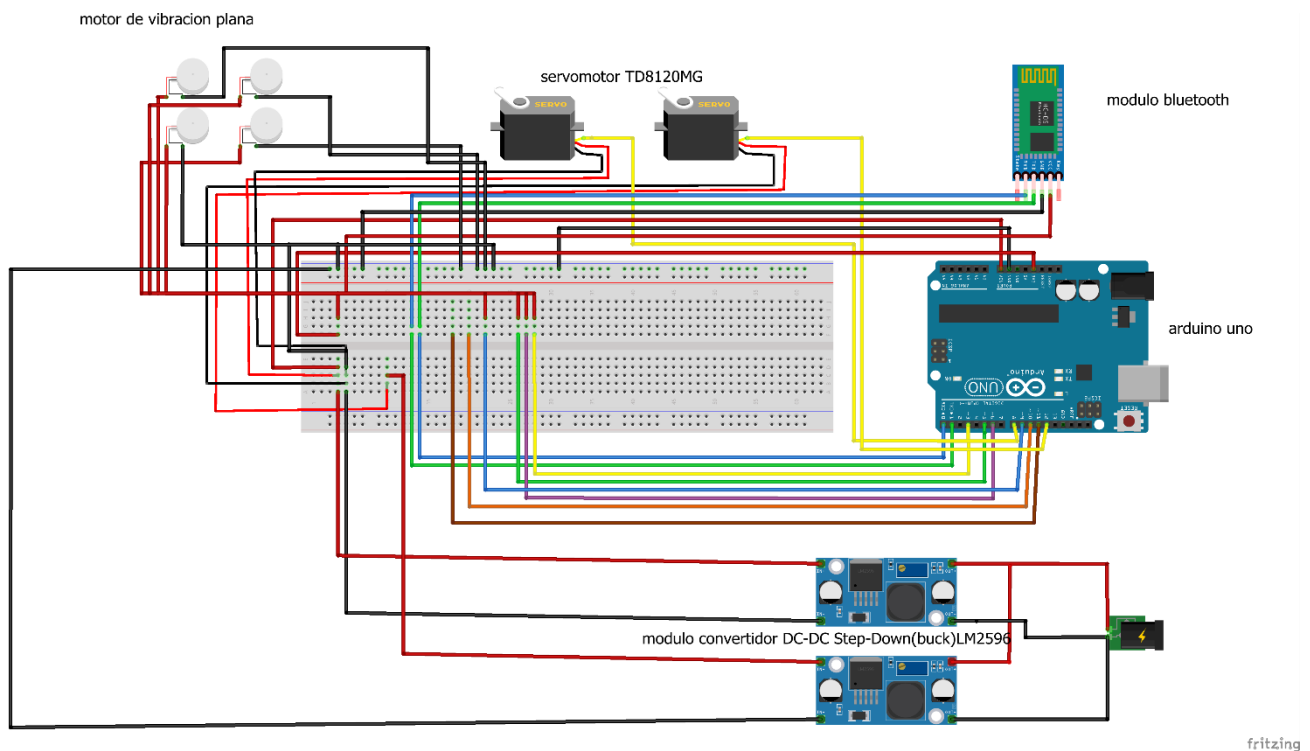
Las fuentes de alimentación pueden ser lineales o conmutativas:

Fuentes lineales. Siguen el esquema de transformador (reductor de tensión), rectificador (conversión de voltaje alterno a onda completa), filtro (conversión de onda completa a continua) y regulación (mantenimiento del voltaje de salida ante variaciones en la carga). Fuentes conmutativas. Estas, en cambio, convierten la energía eléctrica por medio de conmutación de alta frecuencia sobre transistores de potencia. Las fuentes lineales son típicamente de regulación ineficiente, comparadas con fuentes conmutativas de similar potencia. Estas últimas son las más utilizadas cuando se requiere un diseño compacto y de bajo costo. (Figura Figura II 1.5.2.6.1)



**Figura II.1.5.2.6.1 Fuente de alimentación**

De tal forma mediante la utilización de estos componentes ya mencionado nos permitió elaborar un esquema electrónico que se utilizó para poder determinar el funcionamiento de la ortesis (Figura II 1.5.2.6.2)



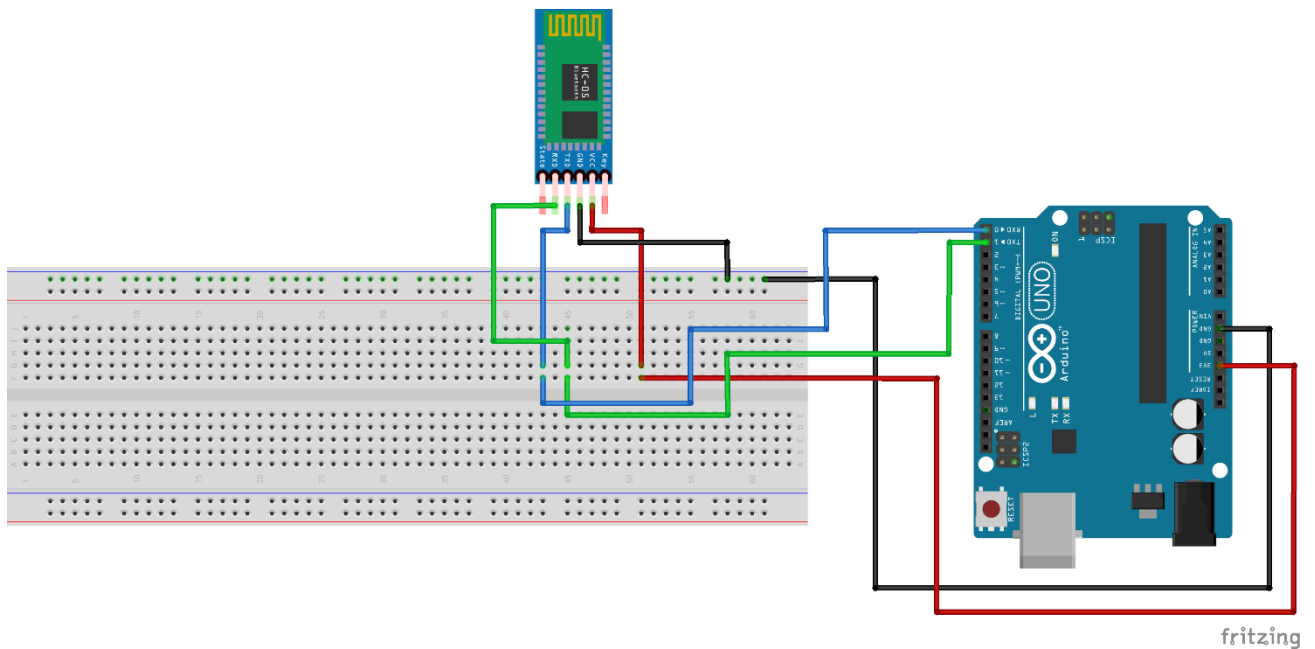
**Figura II.1.5.2.6.2 Esquema electrónico General utilizado**



Para detener más el entendimiento del esquema general se elaboró diseños electrónicos por cada componente que se utilizó.

### Especificación del diseño electrónico de la conexión del bluetooth

El dispositivo bluetooth se encuentra alimentado con 3.3 v, la cual dicho voltaje es proporcionado por el Arduino mediante el pin de 3.3 V, con la utilización del pin GND del Arduino el dispositivo bluetooth se proporciona del GND que necesita, así mismo mediante los pines TX y RX de Arduino el dispositivo bluetooth se podrá comunicar, Para que pueda existir dicha comunicación del dispositivo bluetooth con el Arduino, el pin TX de bluetooth se tiene que conectar con el pin RX del Arduino y el pin RX del bluetooth se tiene que conectar con el pin TX de Arduino (Figura II.1.5.2.6.2.1).



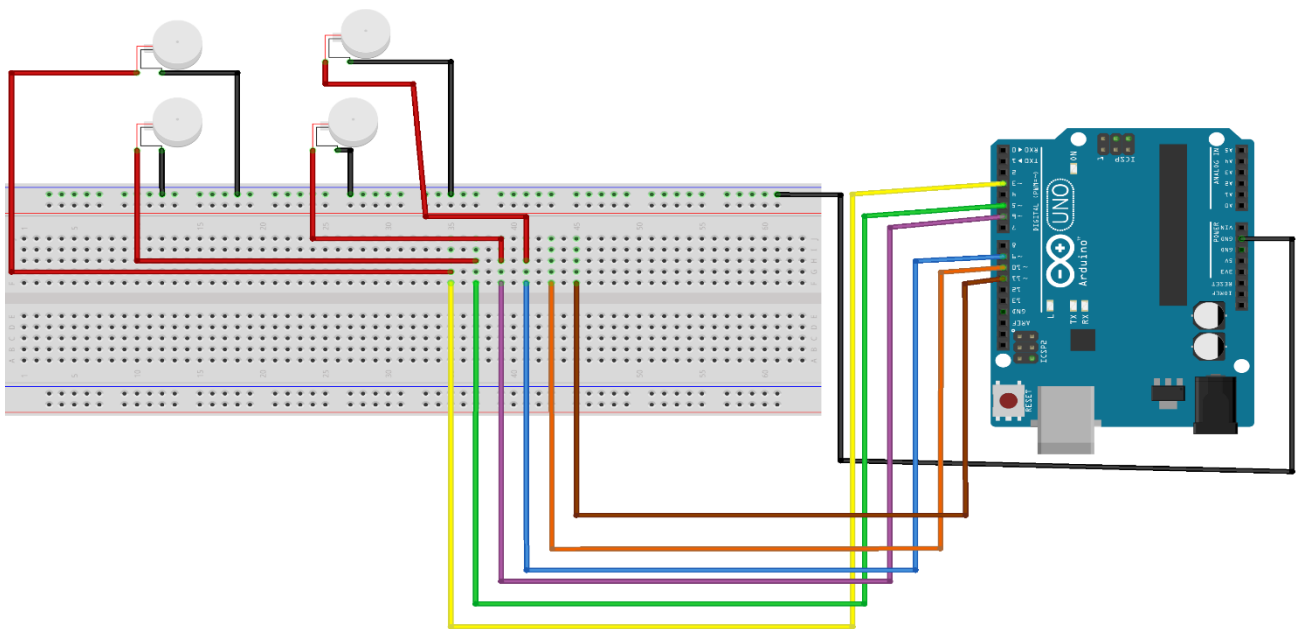
**Figura II.1.5.2.6.2.1**      **Diseño electrónico de la conexión del Bluetooth**

## Especificación de la conexión para los motores vibradores

En cuanto al funcionamiento de los motores de vibración se realiza de la siguiente manera:

- ❖ Se utilizo pines PWM Arduino para la alimentación de los motores de vibración.
- ❖ Se utilizo el pin GND del Arduino para el cable de la tierra o GND del componente se pueda conectar.
- ❖ Los pines que utilizaron del Arduino fueron:
  - ✓ Pin 3
  - ✓ Pin 5
  - ✓ Pin 6
  - ✓ Pin 9
  - ✓ Pin 10
  - ✓ Pin 11

Tal descripción se lo visualiza en la (Figura II.1.5.2.6.2.2).



fritzing

**Figura II.1.5.2.6.2.2** Conexión electrónica para los motores vibradores



### II.1.5.3 Impresión de los modelos 3D

El desarrollo de la impresión 3D está revolucionando al mundo. Esta económica tecnología evoluciona día a día a grandes saltos y ya pueden realizarse impresiones en materiales tan variados como distintos tipos de metales, plásticos, maderas, arcillas, etc. Sus profundos efectos de cambio ya se están sintiendo a través de hermosos proyectos que se puede desarrollar implementando estas tecnologías.

El material que se pretende usar para este proyecto es el plástico PLA ya que es un material ligero y fácil de modelar de acuerdo a nuestras necesidades con una impresora 3D. (Figura II.1.5.3.1)



**Figura II.1.5.3.1 Filamento PLA**

### II.1.5.4 Materiales externos que se utilizara para el armado de la ortesis

De tal forma para poder unir cada uno de los diseños que cuenta la ortesis se tiene que usar materiales externos tal es caso de perno y tuerca .la cual se utilizara como ya se mencionó para poder unir las piezas de la ortesis. De tal sentido se utiliza diferentes tipos de dimensión en los pernos (Figura II.1.5.4.1) en caso de la tuerca cuenta con solo tipo de dimensión. (Figura II.1.5.4.2)



**Figura II.1.5.4.1 Pernos**

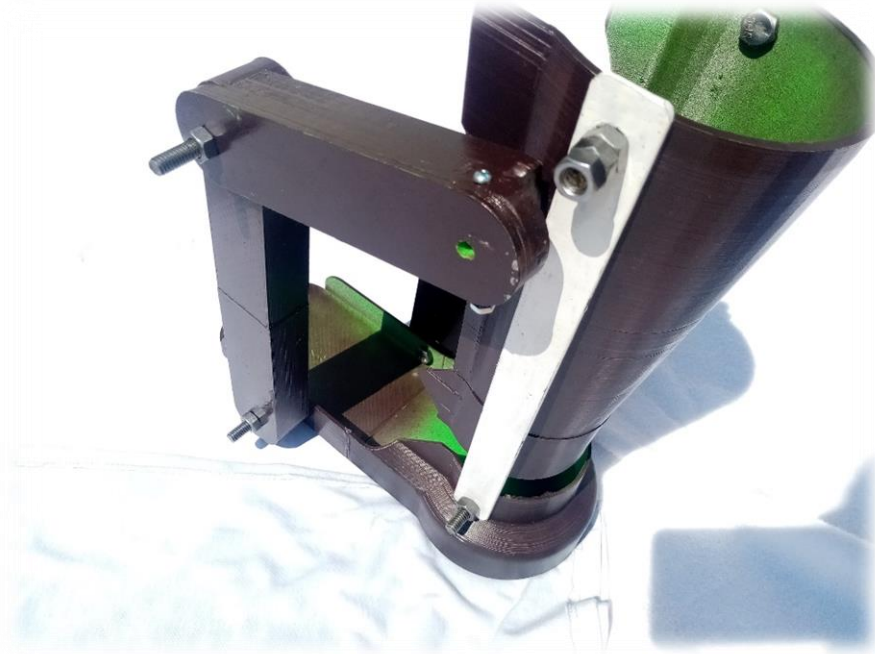


**Figura II.1.5.4.2 tuerca**

### II.1.5.5 Ensamblaje Del Prototipo

Mediante los diseños rápidos que se realizaron y con el proceso de impresiones se lograron poder empezar el ensamblaje de los diseños del prototipo en tal sentido ya con los diseños ya impreso pudimos empezar la presente etapa. Para ello para proceder el ensamblaje de los diseños se tuvo como base el ensamblaje que se realizó mediante una simulación que se realizó para poder determinar el comportamiento del funcionamiento del prototipo. (Figura II.1.5.5.1)





**Figura II.1.5.5.1 Foto del ensamblaje**

## **II.1.5.6 Programación de micro controlador**

Para la programación del micro controlador que cuenta la ortesis se utiliza en el entorno de desarrollo integrado Arduino (Figura II.1.5.6.1) de tal sentido esta aplicación nos permitirá obtener desarrollar el fruncimiento que contará el proyecto

```
Blink | Arduino 1.8.5
Blink 5
This example code is in the public domain.
http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink
//
// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}
// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}
32 Arduino/Genuino Uno on COM1
```

**Figura II.1.5.6.1 IDE Arduino**

El entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino es una aplicación multiplataforma (para Windows, macOS, Linux) que está escrita en el lenguaje de programación Java. Se utiliza para escribir y cargar programas en tableros compatibles con Arduino. El IDE de Arduino suministra una biblioteca de software, que proporciona muchos procedimientos comunes de entrada y salida. El código escrito por el usuario solo requiere dos funciones básicas, para iniciar el boceto y el ciclo principal del programa, el IDE de Arduino emplea el programa avduide para convertir el código ejecutable en un archivo de texto en codificación hexadecimal que se carga en la placa Arduino mediante un programa de carga en el firmware de la placa

### II.1.5.7 Aspectos importantes

Para determinar unas de las funciones que tendrá el prototipo de una ortesis teleoperada, es poder determinar un punto inicial de donde se efectuará el funcionamiento de dicha función, para el caso del ejercicio de dorsiflexión y plantar-flexión del pie en otras palabras el ejercicio de arriba hacia abajo del pie, para este caso se tomó como referencia o aspecto importante la forma correcta de cómo se debe sentar en una silla una persona (Figura II.1.5.7.1 )de tal manera determinando ese aspecto se tomara como punto inicial para efectuar el ejercicio(Figura II.1.5.7.2 )



**Figura II.1.5.7.1 Forma correcta de sentarse**





**Figura II.1.5.7.2 Imagen Referente**



Unos de los aspectos que se tomó mucho en cuenta para efectuar el los ejercicio que realizara el prototipo es la distribución de la corriente adecuada a cada componente que se utilizara para efectuar cada ejercicio, tal es el caso para la realización del ejercicio de relajación de gemelos los componentes que se utilizó se tuvo que adecuar a su alimentación correspondiente mediante la utilización de la operación matemática de la regla de 3 simple (Figura II.1.5.7.3). Unos de los aspectos importantes que se tomó en cuenta para la realización el ejercicio de dorsiflexión y plantar flexión es poder determinación del tiempo correspondiente de ejecución de tal que para determinar el tiempo exacto de ejecución se utilizó una conversión y se empleó una operación matemática mediante las pruebas determino que es la correcta. (Figura II.1.5.7.4)

#### OPERACIÓN DE REGLA DE 3 SIMPLE

5 V		255	
			255 = intensidad máxima
3 V		X	

$$3 * 255 = 765$$

$$765 / 5 = 153$$

$$X=153$$

**Figura II.1.5.7.3 Regla de 3 simple**

#### FÓRMULA PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE EJECUCIÓN

$$T_e = (t_{actual} - t_{cap}) \leq 6 * 10000$$

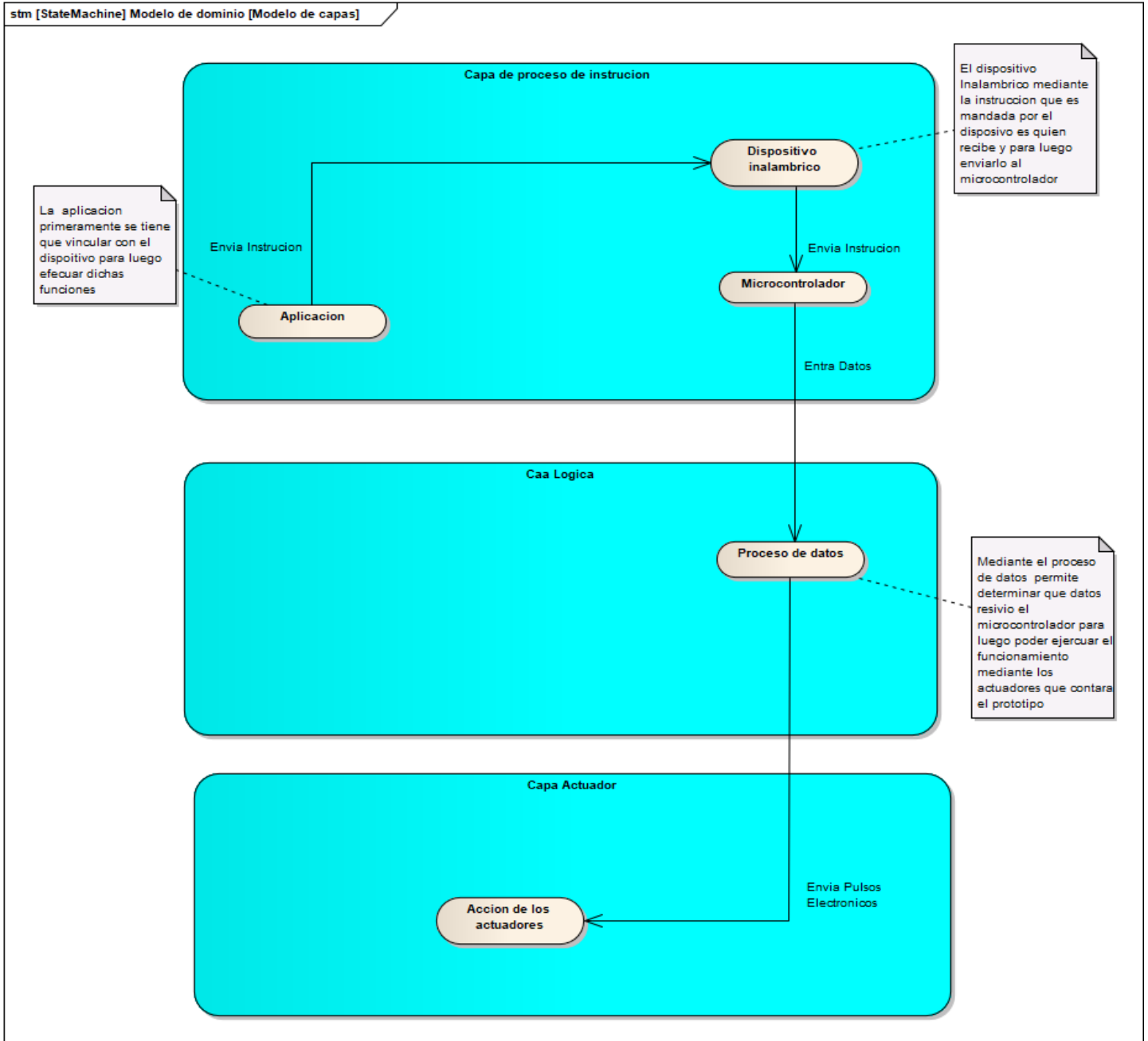
$t_{actual}$  = tiempo actual

$t_{cap}$  = tiempo captado

**Figura II.1.5.7.4 Fórmula de tiempo de ejecución**



## II.1.5.8 Diagrama De Capa



## II.1.6 Medio de Verificación

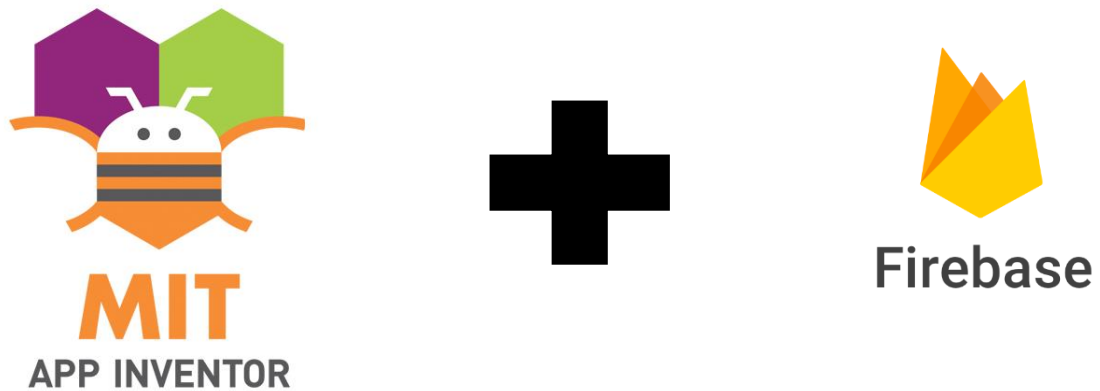
Este medio se encuentra en el [Anexo 7 Carta de certificación]

- Carta de certificación acerca del desarrollo de la ortesis por parte del docente de materia.

## II.2 Aplicación móvil informática para el control de la ortesis

### II.2.1 Introducción

Antes de poder empezar a explicar la elaboración de este componente se tiene que hacer conocer la metodología que se empleó la cual es la metodología Scrum cuenta con diferentes etapas. Este componente desarrollado fue realizado mediante un entorno de desarrollo de software creado por Google (App Inventor) lo cual está acompañada mediante la utilización de una base de datos (Firebase) (Figura II.2.1)



**Figura II.2.1 Entorno de Desarrollo**

### II.2.2 Planificación de Sprint

En esta etapa se determinó como llevar adelante el desarrollo de este componente. Para empezar a desarrollar este componente el director planifico los tiempos establecidos mediante un cronograma (Figura II.2.2)

	Actividad	Días	Inicio	Final	M	M	M	M	M	M	M	M	M
					1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>aplicación móvil informática para el control de la ortesis, realizada</b>	172 días	15/5/20	11/1/21	→								
<b>1</b>	Inicio	59 días	15/5/20	5/8/20	X	X	X	X					
<b>2</b>	Elaboración	32 días	6/8/20	18/9/20				X	X				
<b>3</b>	Construcción	51 días	21/9/20	30/11/20					X	X	X		
<b>4</b>	Prueba	30 días	1/12/20	11/1/21								X	X

**Figura II.2.2 Cronograma de actividad**

### II.2.3 Etapa de desarrollo

La aplicación móvil informática tiene como fin realizar el control del funcionamiento del primer componente, En esta etapa se describe como se desarrolló la aplicación:

- Inicio
- Elaboración
- Construcción
- Prueba.

### II.2.3.1 Inicio

En esta etapa se realizaron diferentes recolecciones de datos, los cuales permitieron el funcionamiento de la aplicación desarrollada, la característica principal que tiene la aplicación para efectuar el funcionamiento de este componente, es que está sujeto al código del prototipo tele-operado, la cual mediante esta aplicación se podrá realizar los ejercicios establecidos del prototipo como también contará con algunos aspecto importante de las sesiones de fisioterapia, en la siguiente imagen se refleja un diseño previo del funcionamiento principal de la aplicación (Figura II.2.3.1).



**Figura II.2.3.1 Diseño Previo**

### II.2.3.2 Elaboración

Mediante el diseño previo y con la incorporación de las nuevas funcionalidades que contara la aplicación se realizó algunos diagramas especificando el comportamiento de aplicación y así mismo poder determinar las actividades que tendrá el usuario que ocupara en dicha aplicación y así mediante estas graficas poder dar paso al siguiente Sprint.

## **1. LISTA DE ACTORES**

- PRIMARIO

- \* Usuario\_Fisioterapia

- CONSULTOR

- \* Usuario\_Consultor

## **2. LISTA DE CASO DE USO**

- \* Gestión Atención

- \* Ver Atención

- \* Gestión Paciente

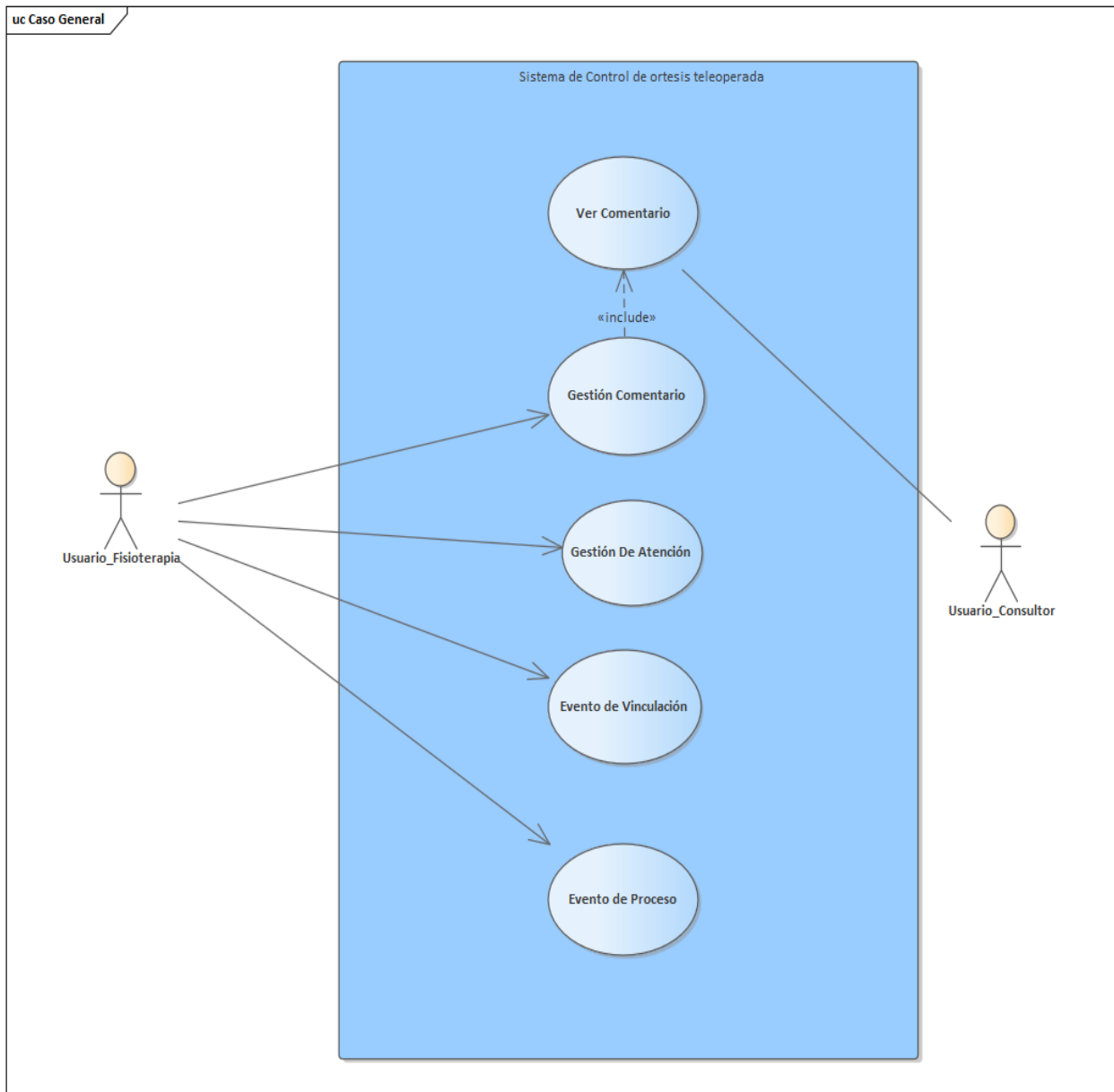
- \* Ver comentario.

## **3. LISTA DE EVENTOS**

- \* Evento de vinculación

- \* Evento de Proceso.

## 4. Diagrama General Del Sistema



#### 4.1.DOCUMENTACIÓN DE CASO DE USO

Modelo de caso de uso	Gestión Comentario
Prioridad	Alta
Área (Sesión)	Fisioterapia
Actor	Usuario_Fisioterapia
Tipo de Actor	Primario
Descripción del Caso de uso	
El Usuario_Fisioterapia una vez terminada la sesión de Fisioterapia de un paciente se encarga de llenar un formulario de diagnóstico de cada paciente, mediante este formulario ayuda a determinar las sesiones de fisioterapia utilizando la ortesis tele-operada.	

Modelo de caso de uso	Ver comentario
Prioridad	Alta
Área (Sesión)	consultoría
Actor	Usuario Consultor
Tipo de Actor	secundario
Descripción del Caso de uso	
Mediante el formulario de diagnóstico realizado por el paciente el usuario_consultor determina mediante los cometario lanzado por el formulario cómo va el proceso de recuperación mediante la utilización del prototipo	

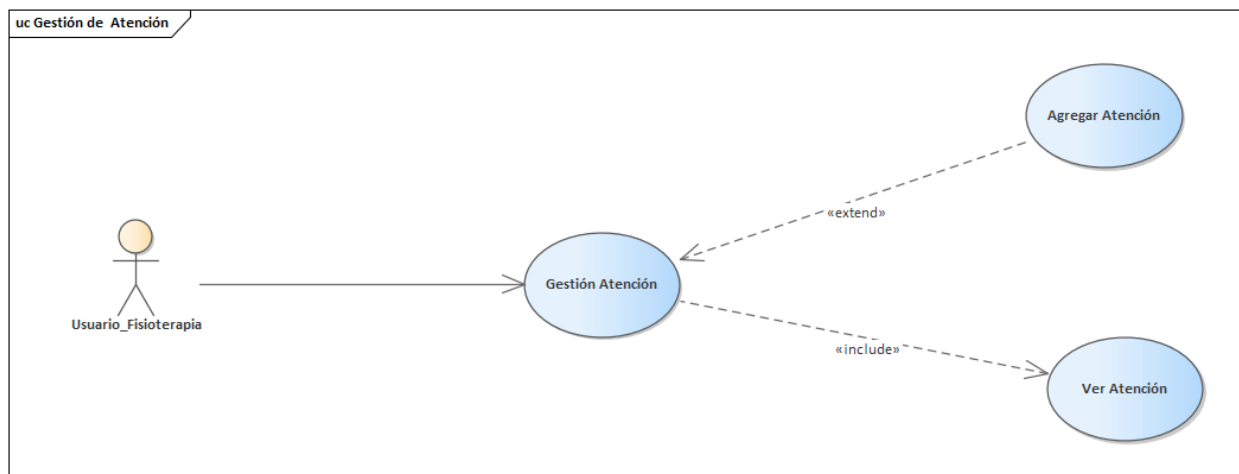
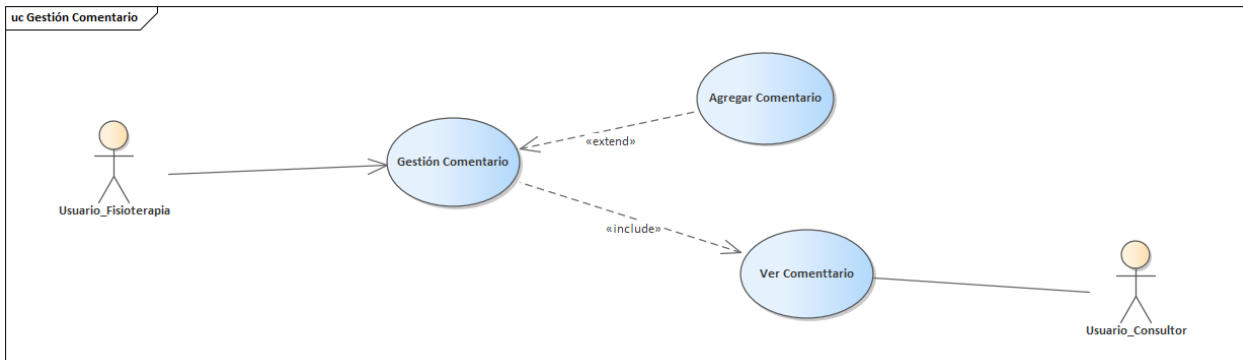
Modelo de caso de uso	Gestión Atención
Prioridad	Alta
Área (Sesión)	consultoría
Actor	Usuario Consultor
Tipo de Actor	secundario
Descripción del Caso de uso	
El Usuario_Fisioterapia se encarga de proceder a realizar registro de atención de cada paciente estableciendo así un horario y fecha de atención que contara dicho paciente. Mediante este formulario se logrará registrar datos importantes del paciente que le servirá mucho en las sesiones que se realizará.	

## 4.2.DOCUMENTACIÓN DE EVENTOS

Nombre del Evento	Evento Vinculación
Prioridad	Alta
Área (Sesión)	Fisioterapia
Actor	Usuario_Fisioterapia
Tipo de Actor	Primario
Descripción del Evento	
Una vez que el Usuario_Fisioterapia inicia su respectiva pantalla de trabajo tiene que proceder a ejecutar el evento de vinculación, su función es hacer que la aplicación se conecte de manera inalámbrica con el dispositivo bluetooth que contara la ortesis. A su vez mediante este evento nos permitirá vincular y desvincular de dicho dispositivo bluetooth.	

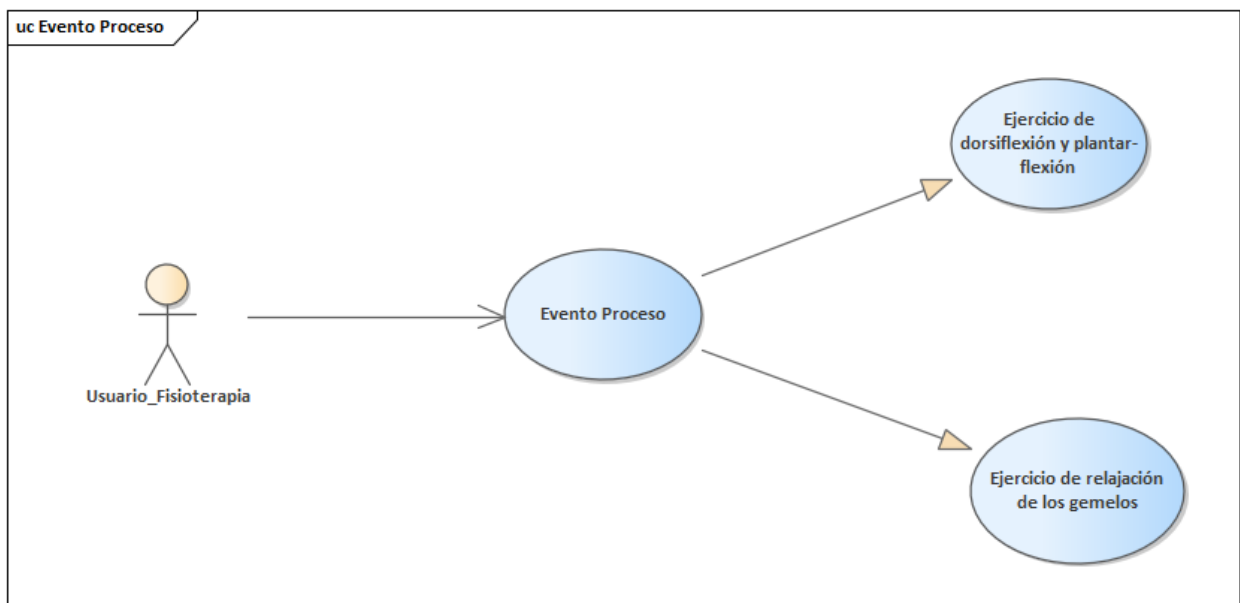
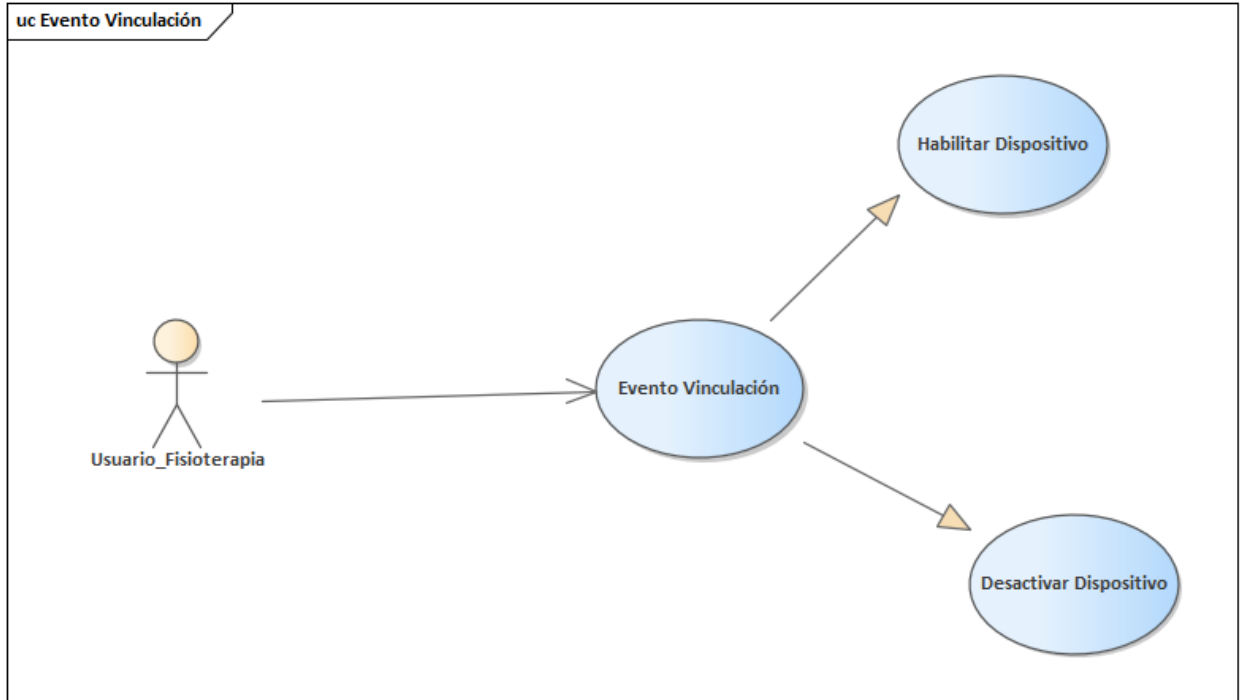
Nombre del Evento	Evento de Proceso
Prioridad	Alta
Área (Sesión)	Fisioterapia
Actor	Usuario_Fisioterapia
Tipo de Actor	Primario
Descripción del Evento	
Una vez que el Evento de vinculación esta puesta en marcha mediante la vinculación de la aplicación en el dispositivo, el evento de proceso empieza a realizar su trabajo, la cual consiste en poder habilitar y deshabilitar el funcionamiento que contara el prototipo.	

## 5. CASO DE USO EXPANDIDO





## 6. DIAGRAMA DE EVENTOS



## 7. Descripción de escenario de Caso de Uso y eventos

### 7.1. Interfaces grafica del sistema que se utilizara para el control del prototipo a desarrollar

A continuación, se mostrará como lucirá el sistema que permitirá ejercer el control del prototipo con su funcionalidad.

Para entender un poco más del sistema, se ira describiendo paso a paso el trabajo que realizara los usuarios para que pueda utilizar esta aplicación.

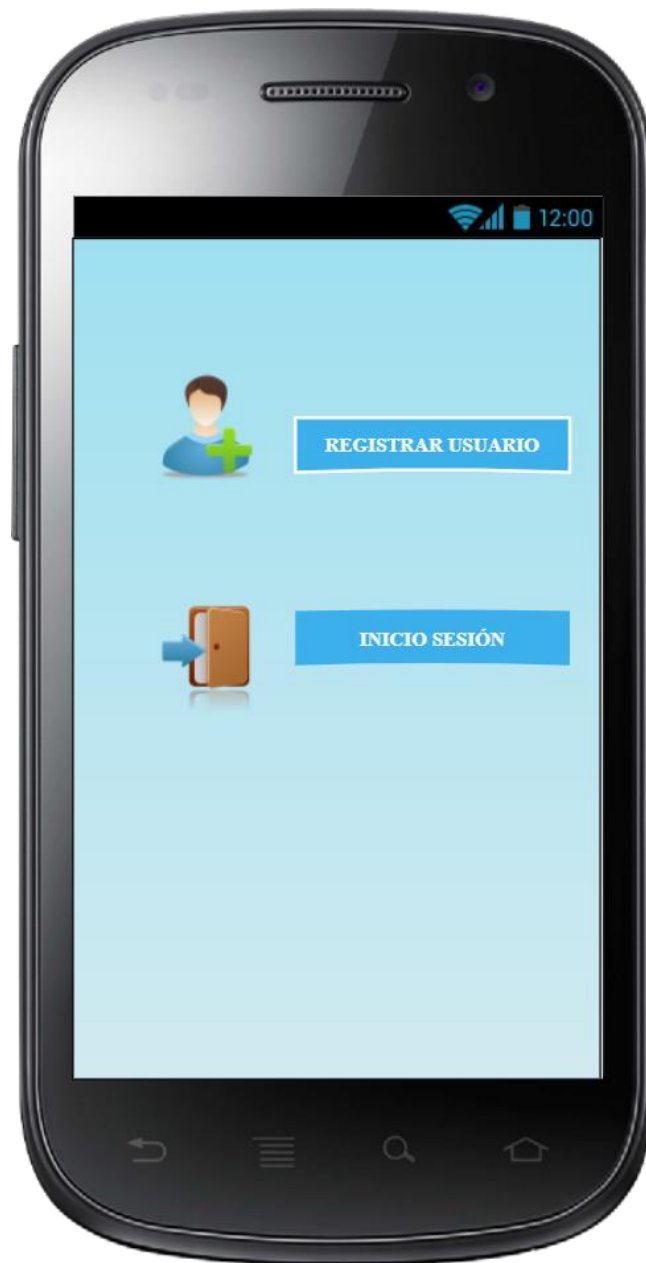
La siguiente que se presentara es la pantalla de inicio, donde todos usuarios tendrán que interactuar con ella para poder registrarse o simplemente poder iniciar sesión al sistema.

#### *Pantalla 1 Pantalla de inicio*



Para acceder a la aplicación destinada al control de la ortesis como punto principal, si es un usuario que recién usara la aplicación como partida inicial se debe registrarse al sistema, para ese cometido primeramente tiene que hacer click en el botón **registrar usuario**, así como se muestra en la **pantalla de indicación 1** la cual le permitirá acceder a la **pantalla 2**.

## Pantalla de indicación 1



Una vez hecho click al botón de **registrar usuario** nos permitirá acceder a una pantalla, donde cada usuario deberá llenar un formulario para que así pueda contar con una cuenta de acceso al sistema.

## Pantalla 2



En la pantalla 2 nos muestra todos los campos que tiene que llenar un usuario para ejercer su registro y así poder contar con una cuenta de acceso al sistema.

Una vez que llene todos los campos el usuario tiene que hacer click en el botón de **registrar** y así su registro será ejecutado, mediante un mensaje permitirá reflejar que su registro se realizó correctamente, dicho mensaje será ejecutado mediante un *label* emergente que surgirá una vez que se haga un click en el botón **Registrar**. Cada usuario puede acceder al sistema de dos formas, el campo rol es quien define el manejo de la aplicación donde el usuario registrado puede ser un usuario fisioterapeuta o un usuario consultor, si se registra mediante el rol Fisioterapia tiene acceso al control de la ortesis, pero si se registra con el rol de Consultor solo podrá ver los comentarios de los pacientes que hacen uso del prototipo. La cual se puede visualizar en la [Pantalla 2.1](#).

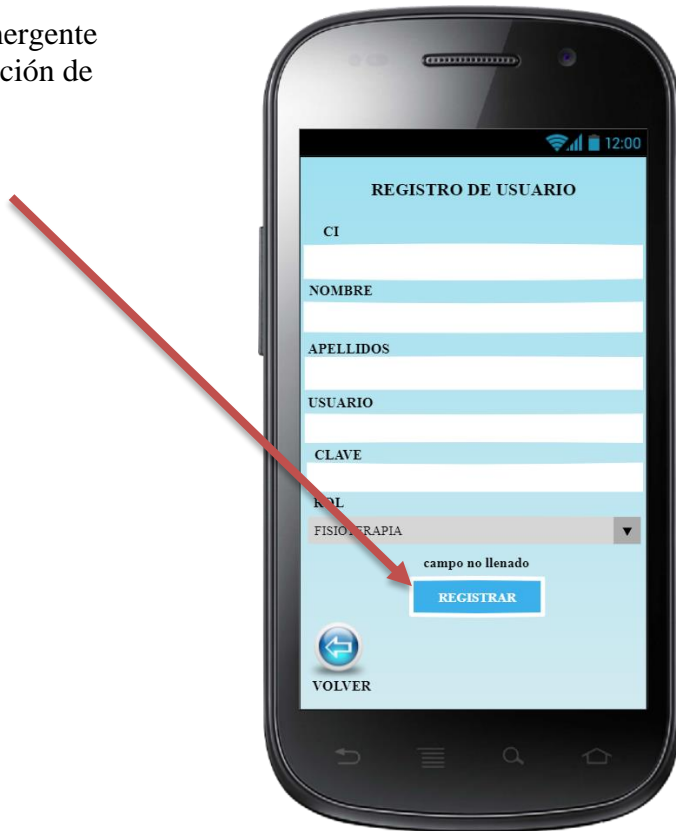
Pantalla 2. 1



En el caso de que, si el usuario hace click en el botón **Registrar** sin haber llenado el formulario, el *label* emergente indicara que los campos no están llenados, el proceso de registro es rechazado. [Pantalla2.2](#)

## Pantalla 2. 2

*Label* emergente de indicación de situación



Una vez realizado el registro de manera correcta el usuario mediante un click en el icono **volver** podrá salir de la **pantalla 2** y se dirigirá a la **Pantalla 1 (pantalla inicio)**, donde mediante un click en el botón **Inicio de sesión** accede a la **pantalla 3** donde se mostrara campos que el usuario deberá introducir, en este caso el usuario deberá introducir su usuario y clave ya registrado y mediante el botón **ingresar** podrá ingresar a sus respectivas funcionalidad asignada, dicha funcionalidad dependerá del campo rol que tiene en la cuenta registrada. En tal sentido el campo rol juega un papel muy importante, si un usuario tiene una cuenta de fisioterapia la **Pantalla 3** le llevara a la **Pantalla 4** y en el caso que el usuario tiene una cuenta de consultor la **Pantalla 3** le llevara a la **Pantalla 9**.

### Pantalla 3



En la **Pantalla 3** se cuenta con los campos de usuario y contraseña, donde deberá ser llenado por el usuario si es que cuenta con una cuenta de acceso a su vez también en dicha pantalla se puede reflejar un botón de ingresar y un icono asignado a **Volver**, mediante el icono asignado a **volver** el usuario podrá regresar a la **Pantalla 1** (Pantalla Inicio).

Una vez que la **Pantalla 3** permite el acceso de la cuenta creada tanto como fisioterapia o consultor los respectivos usuarios cuentan con diferentes actividades que se mencionará a continuación.

## 1º Gestión Atención

Para la gestión atención se ve involucrado el usuario\_Fisioterapia, como primer trabajo es hacer el registro de la atención del paciente, para que este pueda contar con un horario y fecha de atención para las sesiones correspondientes.

Descripción de Casos de Uso	
Caso de Uso	<b>Gestión atención</b>
Actores	Usuario_Fisioterapia
Tipo	Básico
Propósito	Permite asignar citas clínicas para que cada paciente pueda contar con un horario y una fecha establecida para empezar a realizar sus sesiones correspondientes.
Resumen	El Usuario_Fisioterapia es quien inicia este caso de uso. Donde debe añadir datos personales de cada paciente, además debe añadir un motivo del porqué de la atención, una referencia de cada paciente para poder establecer el tratamiento correspondiente, una situación actual que tiene cada paciente incluyendo fecha y hora de atención, así mismo se registrara el número de seguro que cuenta cada paciente.
Flujo Principal	
<b>Usuario</b> <b>1: Acceder a la aplicación (inicio)</b> <b>2: Seleccionar el botón “inicio sesión”</b> <b>4: Ingresar datos en los campos establecido</b> <b>6: Seleccionar el botón “ingresar”</b>	<b>SISTEMA</b> <b>3: Desplegar pantalla (Acceso) → Pantalla 3</b> <b>5: Verificar Datos en: datos</b> <b>5.1: Incorrecto: No desplegar pantalla → Pantalla 3</b> <b>5.2: Correcto: Desplegar Pantalla → Pantalla 4</b> <b>7: Desplegar pantalla (control de la ortesis) → Pantalla 4</b>
<b>Subflujo</b>	Los Subflujos son: s-1: Nueva Atención
<b>Excepción</b>	



<b>Descripción de Casos de Uso</b>	
<b>Caso de Uso</b>	<b>Agregar Atención</b>
<b>Actores</b>	Usuario_Fisioterapia
<b>Tipo</b>	Extensión
<b>Propósito</b>	Es determinar y generar diferentes atenciones que tendrán diversos pacientes, para así tener una cita clínica en donde puedan realizar sus sesiones de fisioterapia.
<b>Resumen</b>	La agregación de una atención es iniciada por el Usuario_Fisioterapia, la cual permite agregar nuevas citas Clínicas en la base de datos para cada paciente.
<b>Precondición</b>	El Usuario_Fisioterapia debe estar previamente registrado en el sistema, para poder Ingresar a la aplicación.
<b>Postcondicion</b>	Los datos de la nueva Cita Clínica se almacenan en la base de datos
<b>Flujo Principal</b>	
<b>Usuario</b> <b>1: Acceder a la aplicación (Inicio)</b> <b>2: Seleccionar el botón “Inicio Sesión”</b> <b>4: Ingresar Datos en los campos establecido</b> <b>6: Seleccionar el botón “Ingresar”</b> <b>8: Seleccionar el icono asignado a la “Nueva Atención”</b> <b>10: Ingresar Datos a los campos establecido</b>	<b>SISTEMA</b> <b>3:</b> Desplegar pantalla (Acceso) → <b>Pantalla 3</b> <b>5:</b> Verificar Datos en: datos <b>5.1:</b> Incorrecto: No desplegar pantalla → <b>Pantalla 3</b> <b>5.2:</b> Correcto: Desplegar Pantalla → <b>Pantalla 4</b> <b>7:</b> Desplegar pantalla (control de la ortesis) → <b>Pantalla 4</b> <b>9:</b> Desplegar pantalla (Registro de atención) → <b>Pantalla 5</b> <b>11:</b> Valida Datos y campos <b>11.1:</b> campos no son llenado: Desplegar una alerta de aviso → <b>Pantalla 5.1(Interfaz de mensaje)</b> <b>12:</b> Si el Usuario ha sido agregado correctamente: Desplegar una alerta de aviso → <b>Pantalla 5.2 (Interfaz de mensaje)</b>
<b>Subflujo</b>	Ninguno

<b>Caso de Uso</b>	<b>Ver Atención</b>
<b>Actores</b>	Usuario_Fisioterapia
<b>Tipo</b>	incluye
<b>Propósito</b>	Permitir poder ver la Atención Clínica de cada paciente y la evolución a cada sesión que se realiza
<b>Resumen</b>	El caso de uso Ver atención es iniciado por el Usuario_Fisioterapia el cual le permitirá ver la atención de cada paciente y además poder ver la evolución que tiene cada paciente en cada sesión
<b>Precondición</b>	El Usuario_Fisioterapia debe estar previamente registrado en la aplicación, para poder Ingresar a la aplicación
<b>Postcondición</b>	
<b>Flujo Principal</b>	
<b>Usuario</b> <b>1: Acceder a la aplicación (Inicio)</b> <b>2: Seleccionar el botón “Inicio Sesión”</b> <b>4: Ingresar Datos en los campos establecido</b> <b>6: Seleccionar el botón “Ingresar”</b>  <b>8: Seleccionar el icono asignado a “Historial”</b> <b>10.- Selecciona dato</b> <b>11: Seleccionar “Muestra de historial”</b>	<b>SISTEMA</b> <b>3: Desplegar pantalla (Acceso) → Pantalla 3</b> <b>5: Verificar Datos en: datos</b> <b>5.1: Incorrecto: No desplegar pantalla → Pantalla 3</b> <b>5.2: Correcto: Desplegar Pantalla → Pantalla 4</b> <b>7: Desplegar pantalla (control de la ortesis) → Pantalla 4</b> <b>9: Desplegar pantalla (ver Atención) → Pantalla 8</b> <b>9.1: muestra de datos de Paciente → Pantalla 8</b> <b>12: Recuperación de datos</b> <b>12.1 muestra Datos recuperados seleccionado → Pantalla 8</b>
<b>Subflujo</b>	Ninguno

Para la gestión Comentario se ven involucrados dos tipos de actores lo cual el principal que hace que los pacientes puedan registra su comentario es el Usuario\_Fisioterapia de tal manera el Usuario\_Consultor es el actor secundario para este caso, dicho usuario contara con la disposición de poder ver los comentarios que se lo realizan a los pacientes en las sesiones de fisioterapia utilizando el prototipo.

Descripción de Casos de Uso	
Caso de Uso	<b>Gestión Comentario</b>
Actores	Usuario_Fisioterapia, Usuario_Consultor
Tipo	Básico
Propósito	Permite controlar los datos y comentario que hacen los pacientes con respecto a sus sesiones de fisioterapia mediante el uso de un prototipo de una ortesis tele-operada
Resumen	El Usuario_Fisioterapia es quien inicia este caso de uso. Donde podrá añadir un comentario respecto a la sesión de fisioterapia de un paciente, la cual el control de cada comentario que hagan cada paciente se podrá reflejar en su historial, así como también el Usuario_Consultor podrá visualizar el comentario, mediante estos comentarios poder garantizar que el producto es favorable a los pacientes que usan el producto.
Flujo Principal	
<b>Usuario</b> <b>1: Acceder a la aplicación (Inicio)</b> <b>2: Seleccionar el botón “Inicio Sesión”</b> <b>4: Ingresar Datos en los campos establecido</b> <b>6: Seleccionar el botón “Ingresar”</b>	<b>SISTEMA</b> <b>3:</b> Desplegar pantalla (Acceso) → <b>Pantalla 3</b> <b>5:</b> Verificar Datos en: datos <b>5.1:</b> Incorrecto: No desplegar pantalla → <b>Pantalla 3</b> <b>5.2:</b> Correcto: Desplegar Pantalla → <b>Pantalla 4</b> <b>7:</b> Desplegar pantalla (control de la ortesis) → <b>Pantalla 4</b>
Subflujo	Los Subflujos son: s-1: Comenta la sesión realizada
Excepción	

Descripción de Casos de Uso	
Caso de Uso	<b>Agregar Comentario</b>

<b>Actores</b>	Usuario_Fisioterapia
<b>Tipo</b>	Extensión
<b>Propósito</b>	Es poder generar diferentes comentarios de diversos pacientes para así poder saber cómo es la sesión de fisioterapia de cada paciente
<b>Resumen</b>	El proceso de agregar un Comentario es iniciado por el Usuario_Fisioterapia la cual permite agregar nuevos comentarios de una sesión de fisioterapia de cada paciente a la base de datos
<b>Precondición</b>	El Usuario_Fisioterapia debe estar previamente registrado en la aplicación, para poder Ingresar a la aplicación
<b>Postcondicion</b>	Los datos nuevos comentario se almacena en la base de datos
<b>Flujo Principal</b>	
<b>Usuario</b> <b>1: Acceder a la aplicación (Inicio)</b> <b>2: Seleccionar el botón “Inicio Sesión”</b> <b>4: Ingresar Datos en los campos establecido</b> <b>6: Seleccionar el botón “Ingresar”</b> <b>8: Seleccionar el botón” Comenta la sesión realizada”</b> <b>10: Selecciona dato</b> <b>11: Seleccionar el icono de” Buscar”</b> <b>13: Ingresar Datos</b>	<b>SISTEMA</b> <b>3: Desplegar pantalla (Acceso) → Pantalla 3</b> <b>5: Verificar Datos en: datos</b> <b>5.1: Incorrecto: No desplegar pantalla → Pantalla 3</b> <b>5.2: Correcto: Desplegar Pantalla → Pantalla 4</b> <b>7: Desplegar pantalla (control de la ortesis) → Pantalla 4</b> <b>9: Desplegar pantalla (Registro de Comentario) → Pantalla 7</b> <b>12: Recuperación de datos → Pantalla 7</b> <b>14: Valida Datos y campos</b> <b>14.1: campos no son llenado: Desplegar una alerta de aviso → Pantalla 7.1(Interfaz de mensaje)</b> <b>15: Si el Usuario ha sido agregado correctamente: Desplegar una alerta de aviso → Pantalla 7.2 (Interfaz de mensaje)</b>
<b>Subflujo</b>	Ninguno

### 3º Ver Comentario

Descripción de Casos de Uso	
<b>Caso de Uso</b>	<b>Ver Comentario</b>
<b>Actores</b>	Usuario_Consultor
<b>Tipo</b>	incluye
<b>Propósito</b>	Permitir poder ver los comentarios de cada paciente
<b>Resumen</b>	El caso de uso Ver comentario es iniciado por el Usuario_Consultor el cual le permitirá ver los comentarios de cada paciente de su respectiva sesión de fisioterapia mediante el uso del prototipo de una ortesis, la cual dichos comentarios son guardados en una base de datos.
<b>Precondición</b>	El Usuario_Consultor debe estar previamente registrado en la aplicación, para poder Ingresar a la aplicación
<b>Postcondicion</b>	
<b>Flujo Principal</b>	
<p><i>Usuario</i></p> <p><b>1: Acceder a la aplicación (Inicio)</b>  <b>2: Seleccionar el botón “Inicio Sesión”</b>  <b>4: Ingresar Datos en los campos establecido</b>  <b>6: Seleccionar el botón “Ingresar”</b>  <b>9.-Selecciona dato</b>  <b>10: Seleccionar el botón “Mostrar Comentario”</b></p>	<p><b>SISTEMA</b></p> <p><b>3:</b> Desplegar pantalla (Acceso) → <b>Pantalla 3</b>  <b>5:</b> Verificar Datos en: datos  <b>5.1:</b> Incorrecto: No desplegar pantalla → <b>Pantalla 3</b>  <b>5.2:</b> Correcto: Desplegar Pantalla → <b>Pantalla 9</b>  <b>7:</b> Desplegar pantalla (ver comentario) → <b>Pantalla 9</b>  <b>8:</b> muestra de datos de Paciente → <b>Pantalla 9</b>  <b>11: Recuperación de datos</b>  <b>11.1 muestra Datos recuperados seleccionado</b> → <b>Pantalla 9 (actualizado)</b></p>
<b>Subflujo</b>	Ninguno

#### 4º Evento Vinculación

Descripción de Evento	
Evento	<b>Evento vinculación</b>
Actores	Usuario_Fisioterapia
Propósito	Permite poder conectarse la aplicación con el dispositivo inalámbrico que contara el prototipo de una ortesis
Resumen	El Usuario_Fisioterapia es que inicia este evento. Donde podrá añadir el dispositivo inalámbrico de la ortesis en la cual mediante este dispositivo inalámbrico permite que el controlador pueda recibir instrucciones que son enviada de la aplicación asiendo que el prototipo de una ortesis pueda ejercer su funcionalidad.
Flujo Principal	
<b>Usuario</b> <b>1: Acceder a la aplicación (Inicio)</b> <b>2: Seleccionar el botón “Inicio Sesión”</b> <b>4: Ingresar Datos en los campos establecido</b> <b>6: Seleccionar el botón “Ingresar”</b>	<b>SISTEMA</b> <b>3: Desplegar pantalla (Acceso) → Pantalla 3</b> <b>5: Verificar Datos en: datos</b> <b>5.1: Incorrecto: No desplegar pantalla → Pantalla 3</b> <b>5.2: Correcto: Desplegar Pantalla → Pantalla 4</b> <b>7: Desplegar pantalla (control de la ortesis) → Pantalla 4</b>
Subflujo	Los Subflujos son: s-1: Conexión a bluetooth s-2: Desconexión a bluetooth
Excepción	

<b>Descripción de Evento</b>	
<b>Evento</b>	<b>Habilitar Dispositivo</b>
<b>Actores</b>	Usuario_Fisioterapia
<b>Propósito</b>	Es permitir que el dispositivo inalámbrico de la ortesis pueda vincularse con la aplicación
<b>Resumen</b>	El Habilitar Dispositivo tiene como finalidad poder conectar el dispositivo inalámbrico del prototipo de la ortesis con la aplicación para que así pueda la ortesis ejercer su funcionalidad
<b>Flujo Principal</b>	
<p><i>Usuario</i></p> <p><b>1: Acceder a la aplicación (Inicio)</b></p> <p><b>2: Seleccionar el botón “Inicio Sesión”</b></p> <p><b>4: Ingresar Datos en los campos establecido</b></p> <p><b>6: Seleccionar el botón “Ingresar”</b></p> <p><b>8: Seleccionar el botón “Conexión a Bluetooth”</b></p>	<p><b>SISTEMA</b></p> <p><b>3:</b> Desplegar pantalla (Acceso) → <b>Pantalla 3</b></p> <p><b>5:</b> Verificar Datos en: datos</p> <p><b>5.1:</b> Incorrecto: No desplegar pantalla → <b>Pantalla 3</b></p> <p><b>5.2:</b> Correcto: Desplegar Pantalla → <b>Pantalla 4</b></p> <p><b>7:</b> Desplegar pantalla (control de la ortesis) → <b>Pantalla 4</b></p> <p><b>9:</b> Desplegar pantalla (listado de dispositivo inalámbrico) → <b>Pantalla 6</b></p> <p><b>10:</b> verificación de conexión</p> <p><b>10.1:</b> si la conexión no se realiza: Desplegar una alerta de aviso → <b>Pantalla 6.1</b></p> <p><b>11:</b> si la conexión se realiza de manera correcta: Desplegar una alerta de aviso → <b>Pantalla 6.2</b></p>
<b>Subflujo</b>	Ninguno

<b>Descripción de Evento</b>	
<b>Evento</b>	<b>Desactivar Dispositivo</b>
<b>Actores</b>	Usuario_Fisioterapia
<b>Propósito</b>	Es permitir que el dispositivo inalámbrico de la ortesis pueda desactivarse con la aplicación
<b>Resumen</b>	El desactivar Dispositivo tiene como finalidad poder desactivar el dispositivo inalámbrico del prototipo de la ortesis con la aplicación
<b>Flujo Principal</b>	
<p><i>Usuario</i></p> <p><b>1: Acceder a la aplicación (Inicio)</b></p> <p><b>2: Seleccionar el botón “Inicio Sesión”</b></p> <p><b>4: Ingresar Datos en los campos establecido</b></p> <p><b>6: Seleccionar el botón “Ingresar”</b></p> <p><b>8: Seleccionar el botón “Desconexión Bluetooth”</b></p>	<p><i>SISTEMA</i></p> <p><b>3:</b> Desplegar pantalla (Acceso) → <b>Pantalla 3</b></p> <p><b>5:</b> Verificar Datos en: datos</p> <p><b>5.1:</b> Incorrecto: No desplegar pantalla → <b>Pantalla 3</b></p> <p><b>5.2:</b> Correcto: Desplegar Pantalla → <b>Pantalla 4</b></p> <p><b>7:</b> Desplegar pantalla (control de la ortesis) → <b>Pantalla 4</b></p> <p><b>9:</b> desplegar una alerta de aviso → <b>Pantalla 6.3</b>(interfaz de mensaje)</p>
<b>Subflujo</b>	Ninguno

5° Evento Proceso



Descripción de Evento	
Evento	<b>Evento Proceso</b>
Actores	Usuario_Fisioterapia
Propósito	Permite poder ejercer la funcionalidad de la ortesis
Resumen	El Usuario_Fisioterapia es que inicia este evento. Donde podrá ejercer la funcionalidad tanto del Ejercicio de dorsiflexión y plantar-flexión, así como también del Ejercicio de relajación de los gemelos
Flujo Principal	
<b>Usuario</b> <b>1: Acceder a la aplicación (Inicio)</b> <b>2: Seleccionar el botón “Inicio Sesión”</b> <b>4: Ingresar Datos en los campos establecido</b> <b>6: Seleccionar el botón “Ingresar”</b>	<b>SISTEMA</b> <b>3: Desplegar pantalla (Acceso) → Pantalla 3</b> <b>5: Verificar Datos en: datos</b> <b>5.1: Incorrecto: No desplegar pantalla → Pantalla 3</b> <b>5.2: Correcto: Desplegar Pantalla → Pantalla 4</b> <b>7: Desplegar pantalla (control de la ortesis) → Pantalla 4</b>
Subflujo	Los Subflujos son: s-1: Ejercicio de dorsiflexión y plantar-flexión s-2: Ejercicio de relajación de los gemelos
Excepción	

<b>Descripción de Evento</b>	
<b>Evento</b>	<b>Ejercicio de dorsiflexión y plantar-flexión</b>
<b>Actores</b>	Usuario_Fisioterapia
<b>Propósito</b>	Es permitir poder efectuar el Ejercicio de dorsiflexión y plantar-flexión que contara la ortesis
<b>Resumen</b>	El evento Ejercicio de dorsiflexión y plantar-flexión permite poder habilitar el funcionamiento del ejercicio de dorsiflexión y plantar-flexión que contara la ortesis
<b>Flujo Principal</b>	
<p><i>Usuario</i></p> <p><b>1: Acceder a la aplicación (Inicio)</b></p> <p><b>2: Seleccionar el botón “Inicio Sesión”</b></p> <p><b>4: Ingresar Datos</b></p> <p><b>6: Seleccionar el botón en los campos establecido “Ingresar”</b></p> <p><b>8: introducir el tiempo deseado</b></p> <p><b>10: Seleccionar el botón “Programar”</b></p> <p><b>12: Seleccionar el botón “Borrar”</b></p>	<p><b>SISTEMA</b></p> <p><b>3:</b> Desplegar pantalla (Acceso) → <b>Pantalla 3</b></p> <p><b>5:</b> Verificar Datos en: datos</p> <p><b>5.1:</b> Incorrecto: No desplegar pantalla → <b>Pantalla 3</b></p> <p><b>5.2:</b> Correcto: Desplegar Pantalla → <b>Pantalla 4</b></p> <p><b>7:</b> Desplegar pantalla (control de la ortesis) → <b>Pantalla 4</b></p> <p><b>9:</b> envía una información al controlador para que pueda poder habilitar en un cierto tiempo el funcionamiento del ejercicio de dorsiflexión y plantar-flexión</p> <p><b>11:</b> envía una información para que pueda borrar la información que va ser enviada al controlador de la ortesis</p>
<b>Subflujo</b>	Ninguno

Descripción de Evento	
<b>Evento</b>	<b>Ejercicio de relajación de los gemelos</b>
<b>Actores</b>	Usuario_Fisioterapia
<b>Propósito</b>	Es permitir poder efectuar el funcionamiento del ejercicio de relajación en los gemelos
<b>Resumen</b>	El evento ejercicio de relajación de los gemelos permite poder habilitar o deshabilitar el funcionamiento del ejercicio de relajación de los gemelos que contara la ortesis
Flujo Principal	
<i>Usuario</i> <b>1: Acceder a la aplicación (Inicio)</b> <b>2: Seleccionar el botón “Inicio Sesión”</b> <b>4: Ingresar Datos en los campos establecido</b> <b>6: Seleccionar el botón “Ingresar”</b> <b>8: Seleccionar “la intensidad que desea”</b> <b>10: Seleccionar el botón “programar”</b> <b>12: Seleccionar el botón “Apagar”</b>	<b>SISTEMA</b> <b>3: Desplegar pantalla (Acceso) → Pantalla 3</b> <b>5: Verificar Datos en: datos</b> <b>5.1: Incorrecto: No desplegar pantalla → Pantalla 3</b> <b>5.2: Correcto: Desplegar Pantalla → Pantalla 4</b> <b>7: Desplegar pantalla (control de la ortesis) → Pantalla 4</b> <b>9: envía una información al controlador para poder habilitar el funcionamiento del ejercicio de relajación de los gemelos que contara la ortesis</b> <b>11: envía una información al controlador para poder deshabilitar el funcionamiento ejercicio de relajación de los gemelos que contara la ortesis</b>
<b>Subflujo</b>	Ninguno

## Control de la ortesis

Para el control de la ortesis nos basamos en lo siguiente :La **pantalla 4** nos permite ejercer la funcionalidad que tendrá la ortesis, permitiendo efectuar los evento de vinculación la cual se ejerce mediante los botones de Conexión a Bluetooth y Desconexión a Bluetooth así como

también poder efectuar los ejercicios establecidos para la ortesis, como es el caso del ejercicio de dorsiflexión y plantar flexión, este ejercicio se ejecutará mediante un click en el botón “Programar “ pero antes de hacer click en el botón se tiene que introducir un tiempo determinado que nos permitirá la ejecución del ejercicio, en tal sentido este proceso cuenta con un botón “Borrar”, que nos permite borrar el tiempo en caso de equivocación, así como también del ejercicio de relajación de los gemelos, para ejecutar este ejercicio primeramente se tiene que seleccionar la intensidad para luego proceder a hacer un click en el botón “programar”, mediante este botón permite ejecutar el ejercicio, en tal sentido dicho proceso de ejercicio cuenta con un botón “apagar”, que nos permite terminar el ejercicio, mediante el icono que se asignó al salir nos permite retornar a la **pantalla 1 (Pantalla inicio)**, así mismo el icono que se asignó a los datos del usuario nos permite acceder a la **pantalla 10** en donde se podrá modificar los datos del usuario si fuera necesario, el icono asignado a nueva atención nos permite acceder a la **Pantalla 5** donde podemos registrar la atención a los pacientes para que realice su tratamiento de rehabilitación. el botón de comenta la sesión realizada nos permite acceder a la **Pantalla 7** esta pantalla nos permite registrar comentarios de una sesión realizada. El icono asignado al historial nos permite acceder a la **pantalla 8** donde se refleja los datos importantes de la sesión de un paciente.

Pantalla 4



## Registro de Atención

Para registrar la atención de un paciente, primeramente, acceder a la **pantalla 5**, el usuario en esta pantalla registrar primeramente el seguro del paciente, posteriormente llenar sus datos personales y otros datos importantes que lo permitirá servir como

referencia al fisioterapeuta, luego del llenado de datos que pide el formulario se procede a hacer click en el botón registrar, para que la atención se registre. Si la atención a sido registrada correctamente surgirá un mensaje de alerta la cual se refleja en la **Pantalla 5.2**, si por x motivos se olvidan de llenar el seguro del paciente la atención no se podrá realizar surgiendo así un mensaje de alerta la cual se refleja en la **Pantalla 5.1**, el icono que se asignó a **volver** permitirá al usuario retornar a la pantalla 4.

Pantalla 5

The image shows a smartphone screen with a registration form. At the top, there is a status bar with signal strength, Wi-Fi, and battery icons, and the time 12:00. The form is titled "NÚMERO DE SEGURO" and includes sections for "HORARIO DE ATENCIÓN" (with a clock icon) and "FECHA DE ATENCIÓN" (with a calendar icon). Below these is a "DATOS PERSONALES" section with fields for "CI", "NOMBRE", "APELLIDO PATERNO", and "APELLIDO MATERNO". There is also a "FECHA DE NACIMIENTO" field and an "EDAD" field with a dropdown arrow. The "SEXO" field has radio buttons for "F" (Female) and "M" (Male). Below this is a "MOTIVO DE LA CONSULTA" field, followed by "REFERENCIA DEL PACIENTE" and "SITUACIÓN ACTUAL" fields. The "TRATAMIENTOS" section includes "TRATAMIENTO 1" and "TRATAMIENTO 2", each with a "SELECCIÓN DE EJERCICIO" dropdown menu. At the bottom of the form is a blue "REGISTRAR" button and a small circular icon with a left-pointing arrow.

Pantalla 5. 1

Pantalla 5. 2

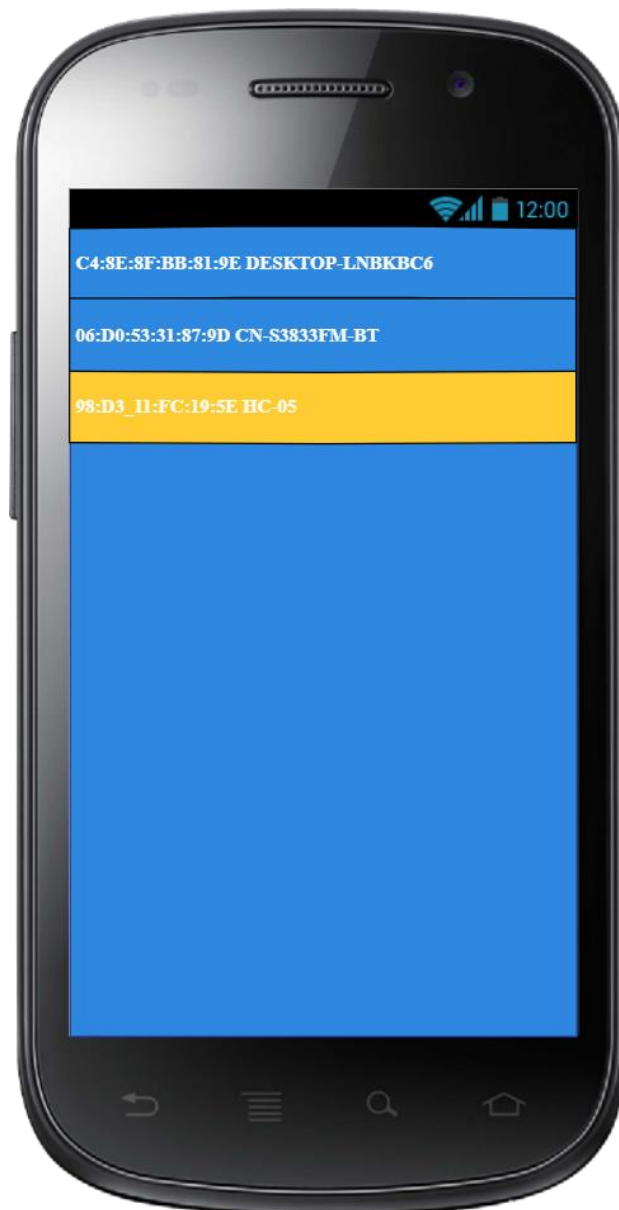


## Proceso de vinculación

Una vez iniciada en la **pantalla 4** el usuario fisioterapeuta mediante el botón de conexión a Bluetooth nos permite acceder a la **pantalla 6** la cual tiene la finalidad de poder conectar la

aplicación con el dispositivo inalámbrico de la ortesis , si el proceso de vinculación con el dispositivo es el correcto en la **pantalla 4** se reflejara un mensaje así como se refleja en **pantalla 6.2** , pero si la vinculación es fallida con el dispositivo en la **pantalla 4** se reflejara un mensaje haciendo énfasis al fallo así como se refleja en la **pantalla 6.1**.

Pantalla 6



Pantalla 6. 1



Pantalla 6. 2





Si el proceso de vinculación con el dispositivo es fallido, mediante la utilización del botón “desconexión a Bluetooth” podrá solucionarlo, haciendo que el proceso de vinculación con la aplicación comience de nuevo **Pantalla 6.3**.

Pantalla 6. 3

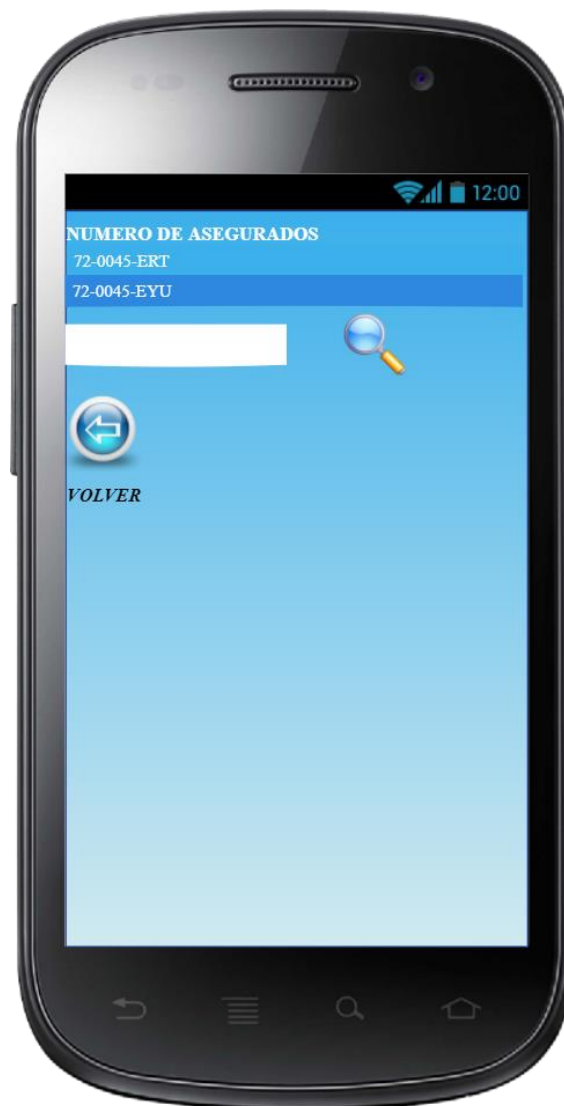


Si el proceso de vinculación fue exitoso y desea terminar la sesión mediante un click en el botón “desconexión a Bluetooth” se podrá desvinculará con la aplicación, terminando así la sesión.

## Registro de Comentario

La pantalla destinada para el registro de comentario es la **pantalla 7**, donde tiene como finalidad registrar un comentario de la sesión de un paciente, para efectuar el proceso de registro, primeramente, se tiene que seleccionar al paciente para realizar una anotación respectiva de la sesión realizada, después hacer click en el icono de **buscar** para encontrar los datos del paciente y se reflejen en dicha pantalla, posteriormente llenar el campo de comentario, una vez llenado el campo de comentario hacer click en el botón registrar sesión, si el campo de comentario no se encuentra llenado por x motivo el registro del comentario no se realizará surgiendo un mensaje de alerta, tal situación se reflejará en la **Pantalla 7.1**. Si el proceso de registro del comentario es correctamente surgirá un mensaje indicando satisfacción, tal situación se refleja en la **Pantalla 7.2**; mediante el icono asignado a **volver** se podrá retornar a la **pantalla 4**.

Pantalla 7



Pantalla 7. 1



Pantalla 7. 2



## Ver Atención

Una vez realizada el registro de atención el fisioterapeuta podrá ver el registros de atención que se realizó, el primer paso para acceder a esta pantalla, tiene que ubicar la **Pantalla 4** donde mediante un click en el icono que se le asigno al **historial** podrá acceder a la **pantalla 8**, para ver los respectivos historiales clínicos, primeramente seleccionar el número de seguro, posteriormente mediante un click al botón **muestra de historial** se reflejara el registro de atención de dicho paciente en la pantalla, así mismo al momento de que los datos se refleja, el icono que se asignó al **Exportar a pdf** se reflejara al mismo tiempo, mediante este icono se podrá sacar el historial de atención de cada paciente en un formato de texto. El icono asignado a **volver** está destinado para retornar a la **pantalla 4**.

Pantalla 8



## Ver Comentario

En esta pantalla se visualiza el código de comentario que se lo asigno al paciente después de realizar sus sesiones de Fisioterapia, esta pantalla cuenta con el botón **mostrar comentarios** que realiza la recuperación de la información de cada paciente. Para obtener la información se tiene que seleccionar un código que se asignó a cada comentario, el cual podemos observar en la **Pantalla 9(actualizada)**, así mismo mediante el icono asignado a los **datos de usuario** nos permite acceder a la **Pantalla 10** donde se puede modificar los datos del usuario. El icono asignado a **salir** nos permite retornar a la **pantalla 1 (pantalla inicio)**.

Pantalla 9



Pantalla 9 (actualizado)



Con referencia a la **Pantalla 10**, permite al usuario poder modificar sus datos personales y a su vez también la contraseña que cuenta, dicha pantalla cuenta con botones en forma de lupa la cual permite buscar los datos personales y la contraseña de acceso al sistema de cada usuario, además cuenta con un botón de **modificar datos** y un icono asignado a **volver** permitiendo retornar al usuario a su pantalla correspondiente.

Pantalla 10



De tal manera si el proceso de modificación se efectúa de forma correcta surgirá el siguiente mensaje “**DATOS MODIFICADOS CORRECTAMENTE**” que se visualizará en la **Pantallas de indicación de estado**.

Pantalla de indicación de estado





## 8. DIAGRAMA DE ACTIVIDAD

Mediante los diagramas de actividad podemos reflejar el flujo de control de los objetos, en este caso para la implementación de una aplicación móvil destinado al control de un prototipo de una ortesis se desarrolló diferentes diagramas de actividades.

- Registro De Usuario

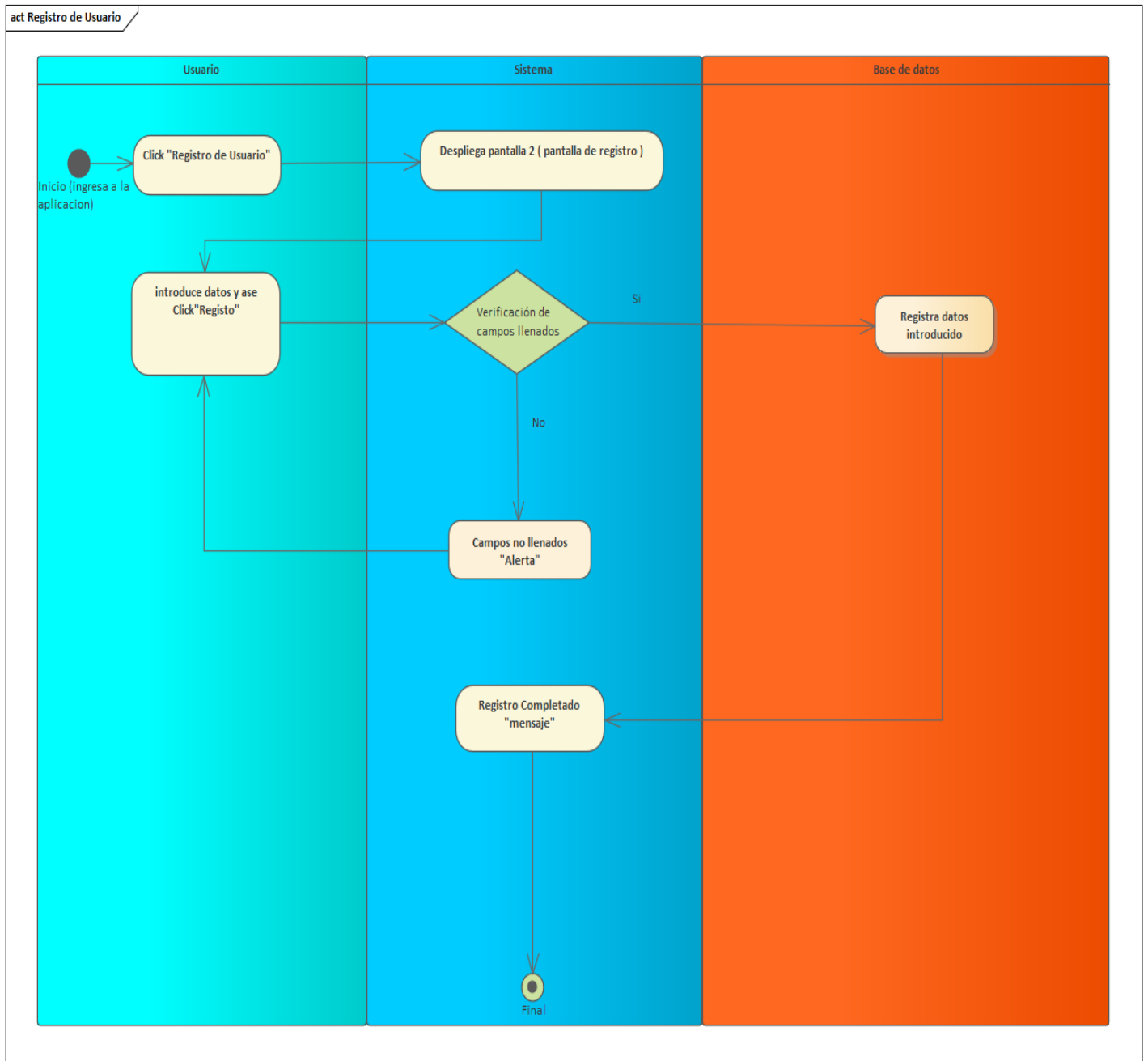


Diagrama 1 Registro Usuario

- Login De Acceso

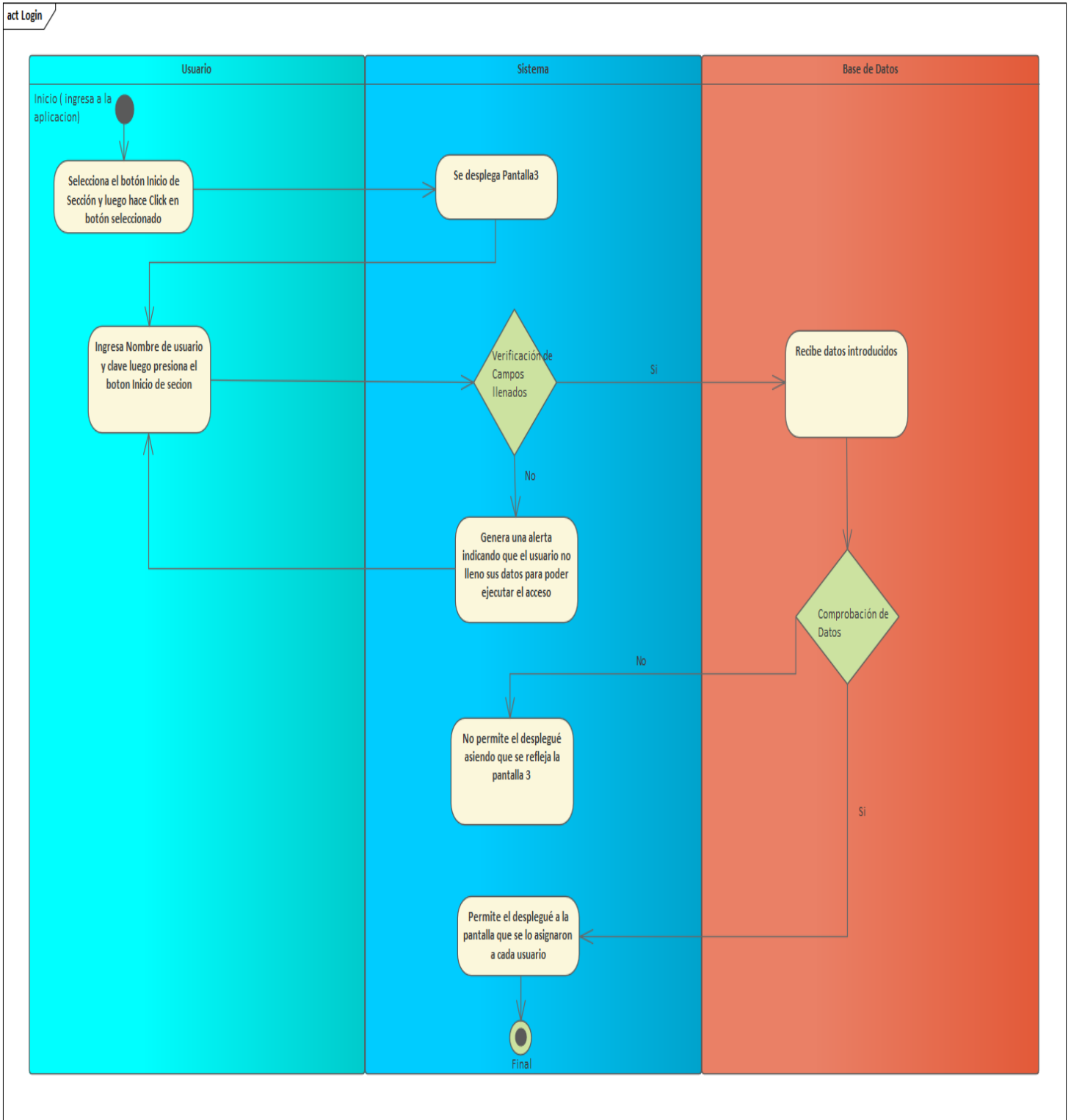


Diagrama 2 Login de Acceso

- Registro De Comentarios

Para efectuar este caso el usuario debe terminar de ejecutar las sesiones de fisioterapia de un paciente permitiéndole determinar la situación de cómo se encuentra el paciente después de realizar su sesión.

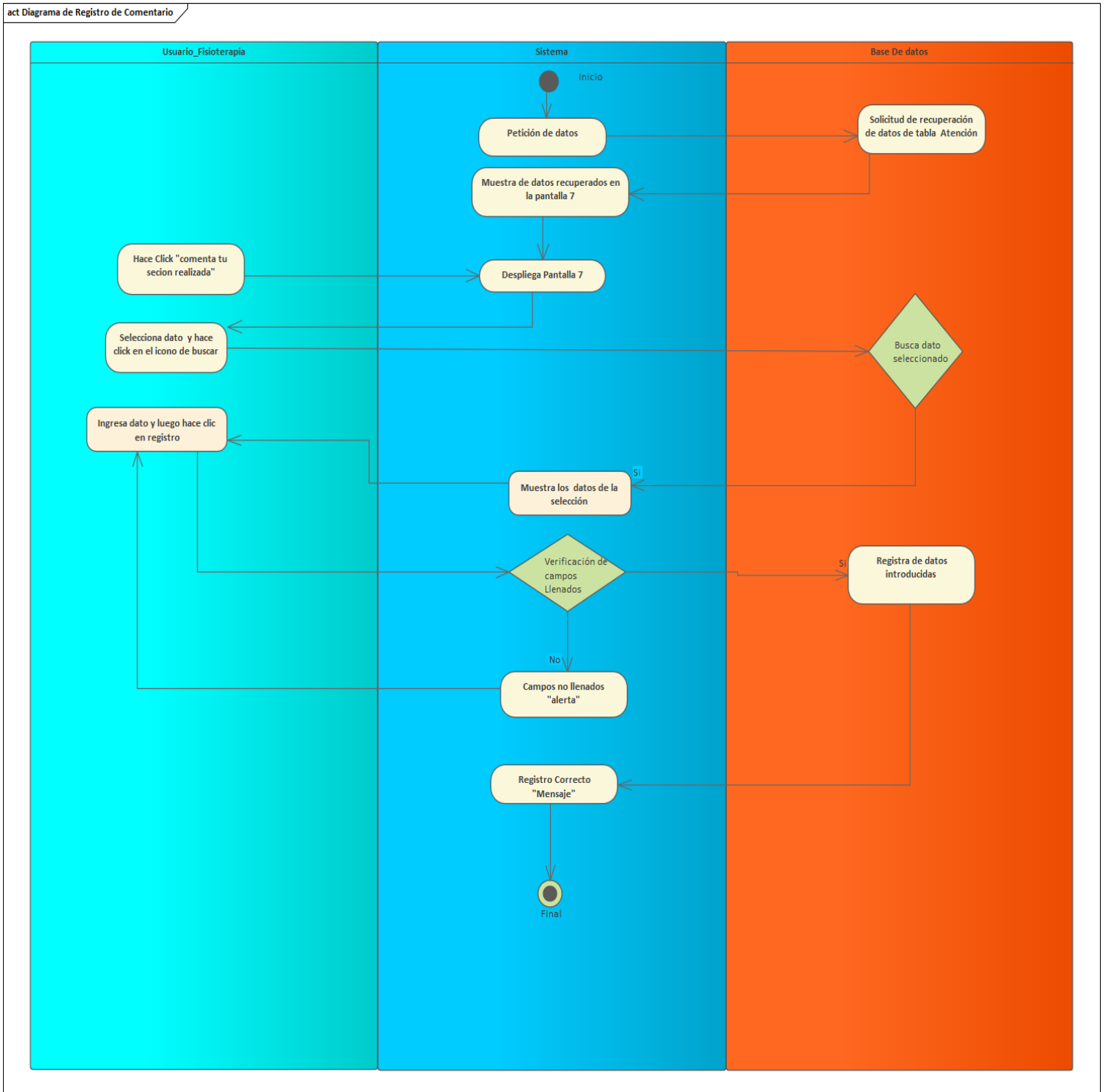


Diagrama 3 Registro De Comentarios

- **Modificación De Usuario**

Para que la modificación de los datos de cada usuario se realice, el usuario tiene que estar logueado en el sistema.

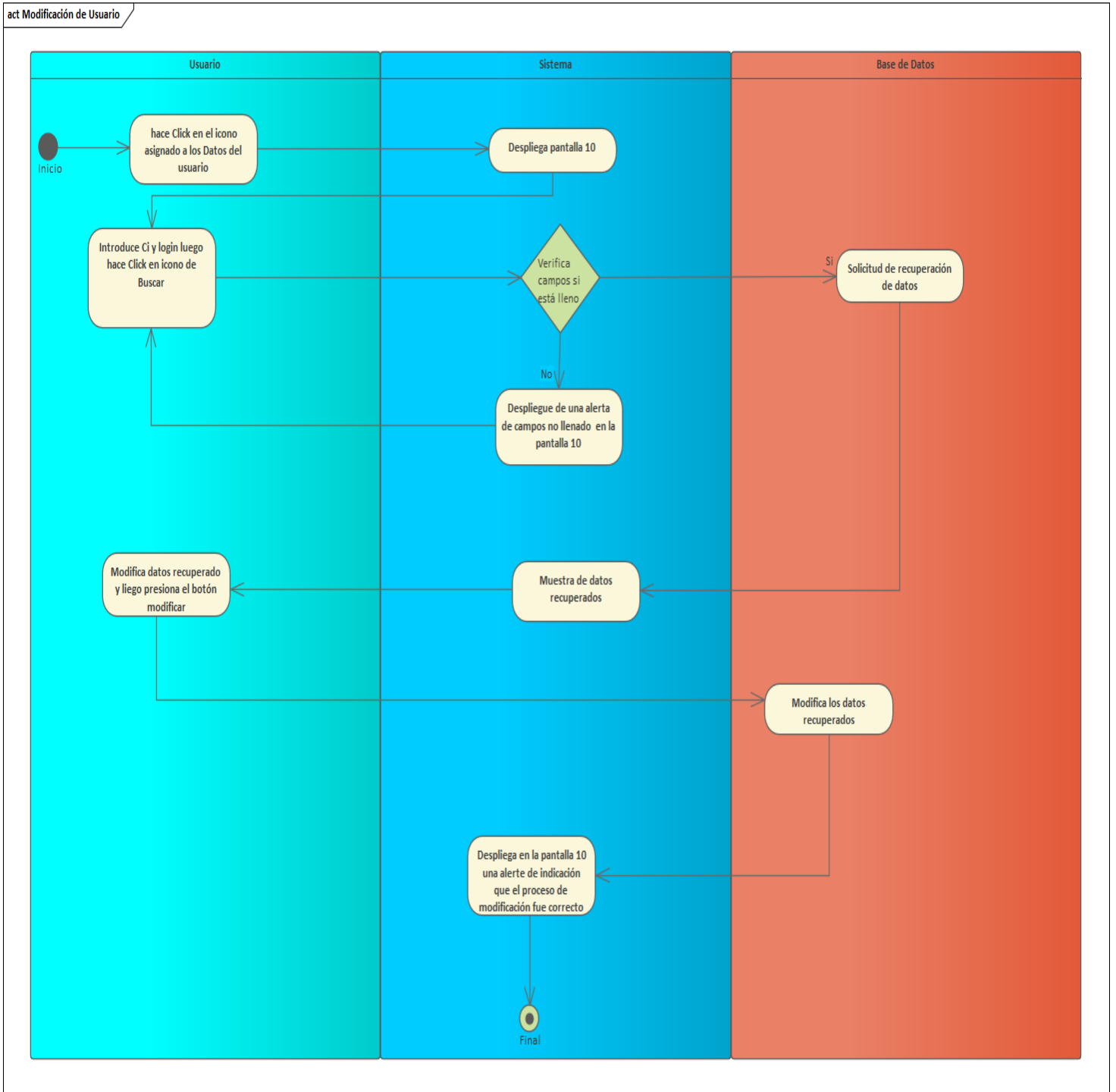


Diagrama 4 Modificación De Usuario

- Ver Comentario

Para poder efectuar la actividad de ver comentarios, el usuario debe contar con una cuenta de usuario\_consultor, mediante el cual podrá ver los diferentes comentarios de los pacientes de sus sesiones de fisioterapia.

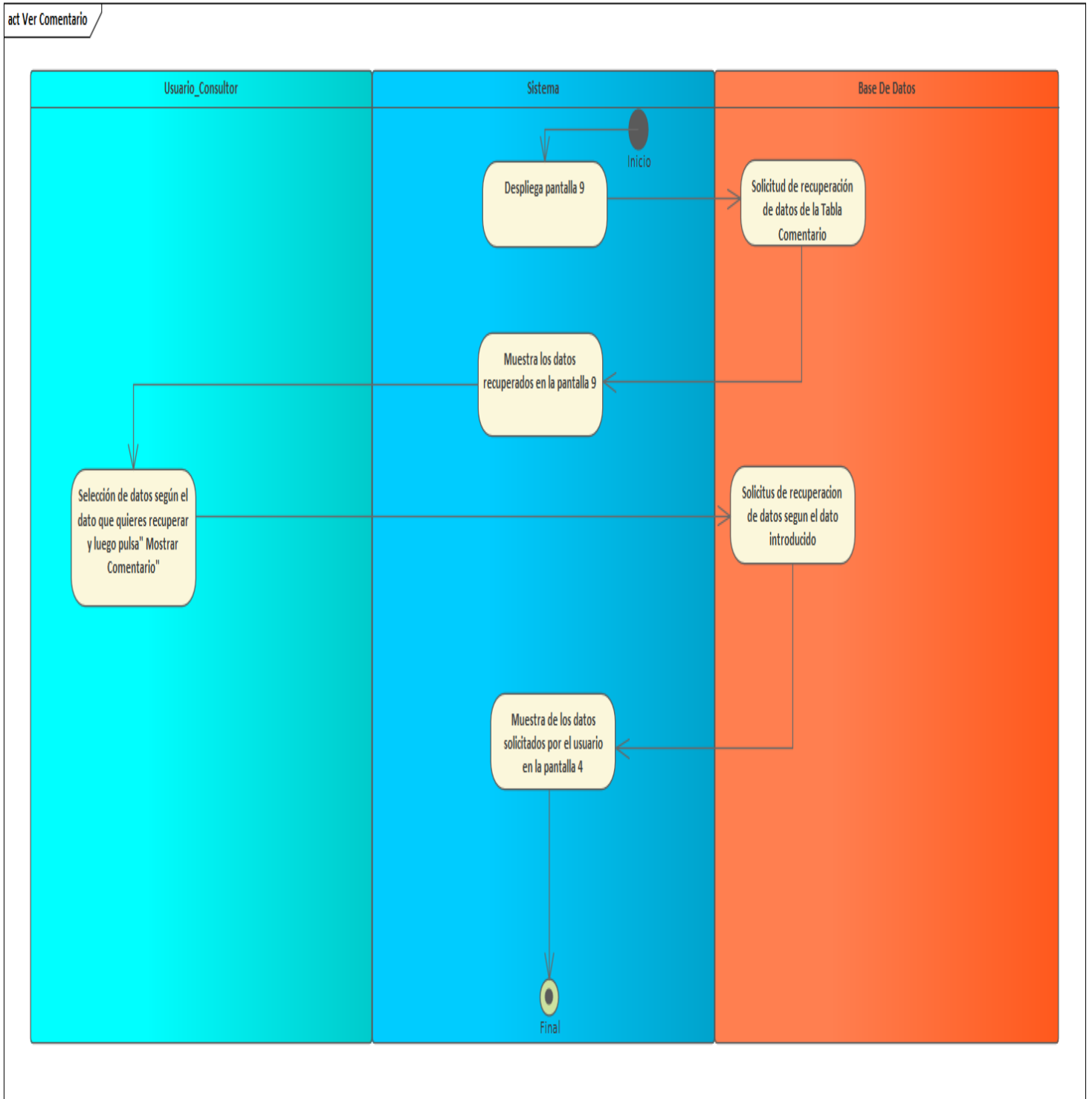


Diagrama 5 Ver Comentario

- Gestión Atención

En este Caso el Usuario\_Fisioterapia es quien efectuar el registro de atención que contará cada paciente para realizar sus sesiones de fisioterapia donde registrará todos los datos importantes del paciente que servirá como referencia para su trabajo. Para efectuar este proceso tiene que estar vinculado como un usuario\_Fisioterapia.

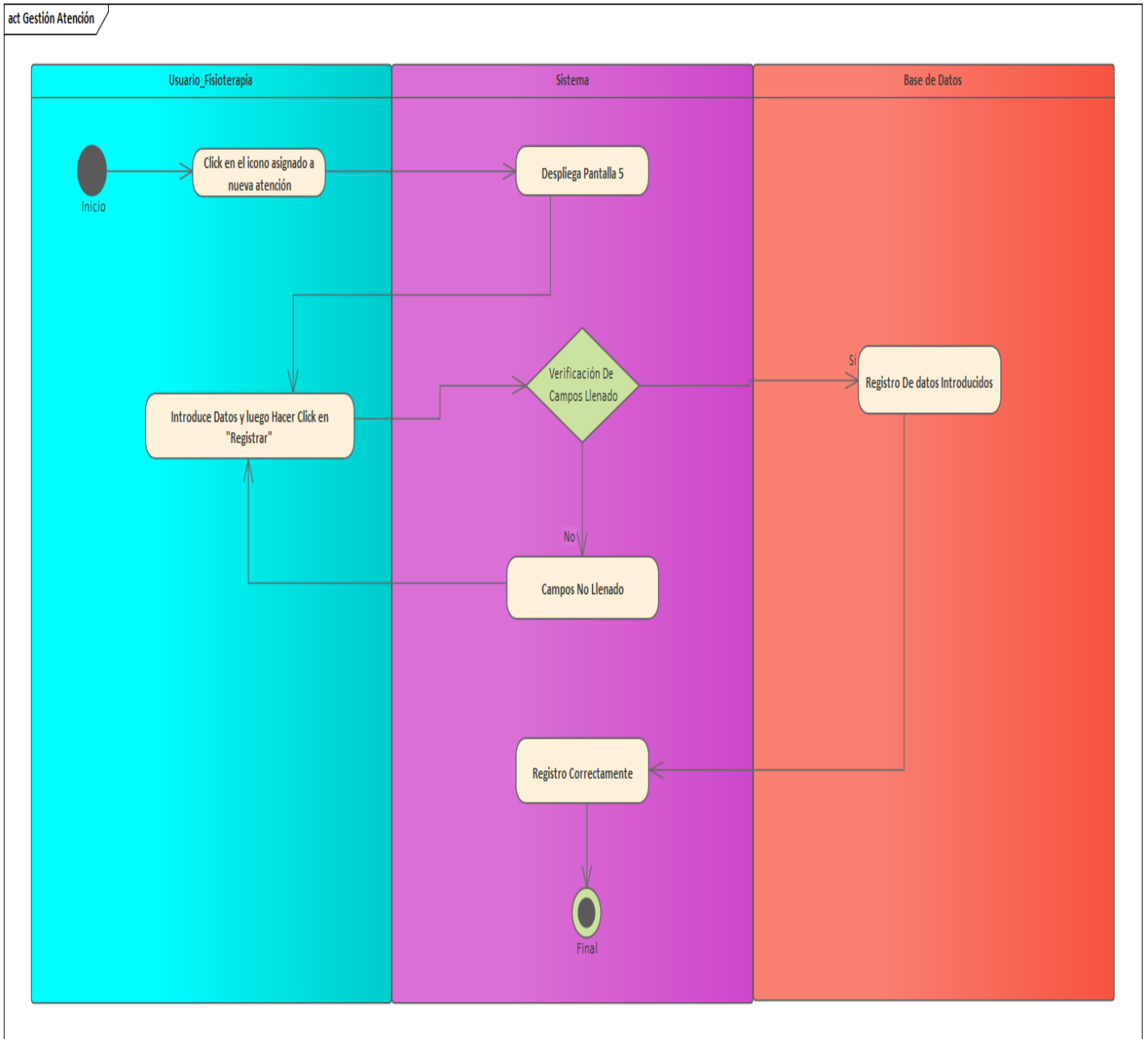


Diagrama 6 Gestión Atención

- Ver atención  
Mediante este caso de uso el usuario\_fisioterapia podrá ver los registros de atención realizados donde se reflejará los datos importantes del paciente que lo servirá al fisioterapeuta.

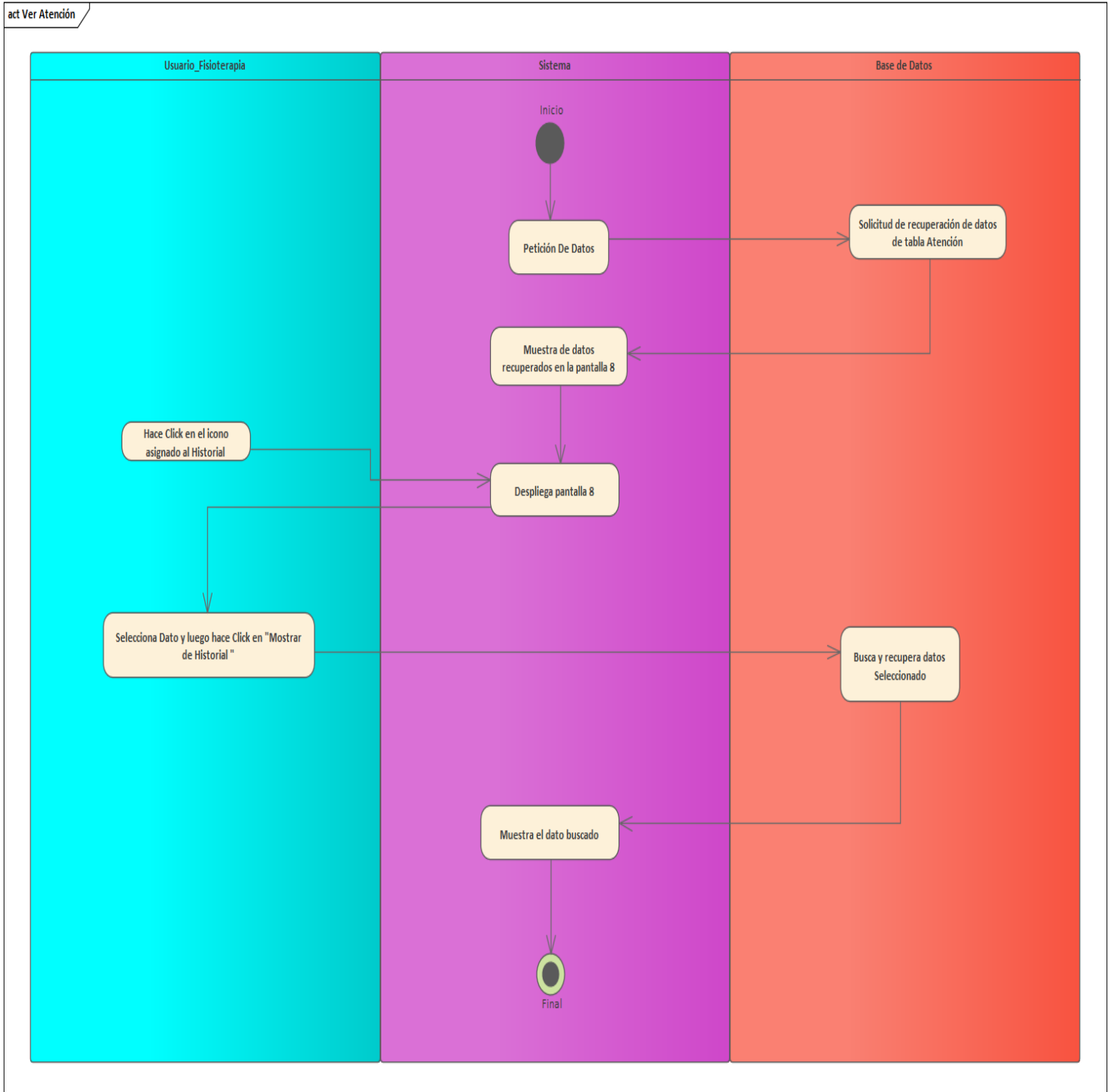


Diagrama 7 Ver atención

Para efectuar los eventos de vinculación y procesos, el único que realiza las actividades es el usuario\_fisioterapia que tiene una cuenta de usuario, para efectuar el evento de proceso el usuario tiene que vincular la aplicación con el dispositivo inalámbrico del prototipo, de tal manera mediante el evento de desactivación el usuario realiza la desvinculación de la aplicación con el dispositivo que tiene el prototipo.

- Evento de Vinculación

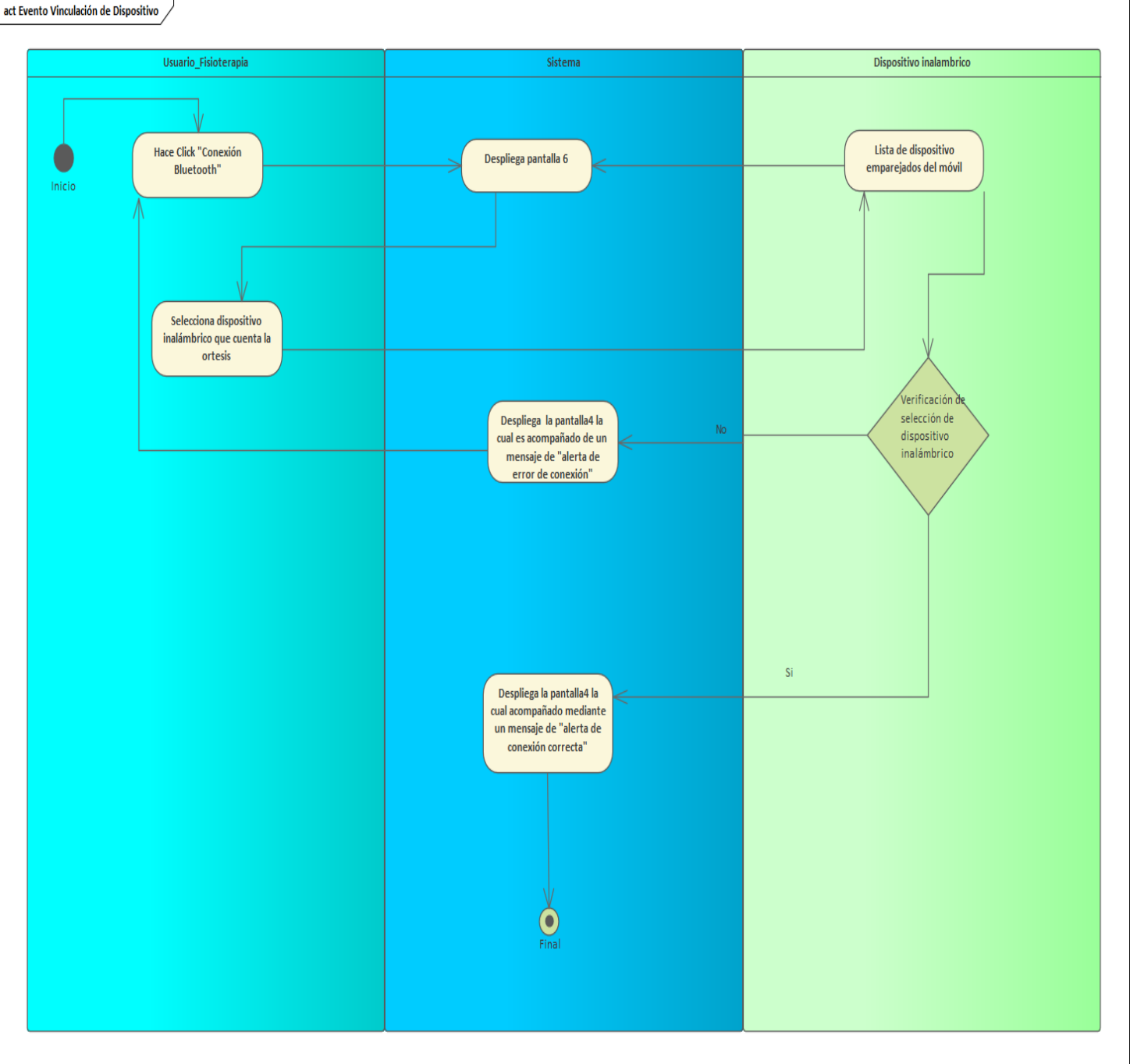


Diagrama 8 Evento de Vinculación



- Evento de desactivación

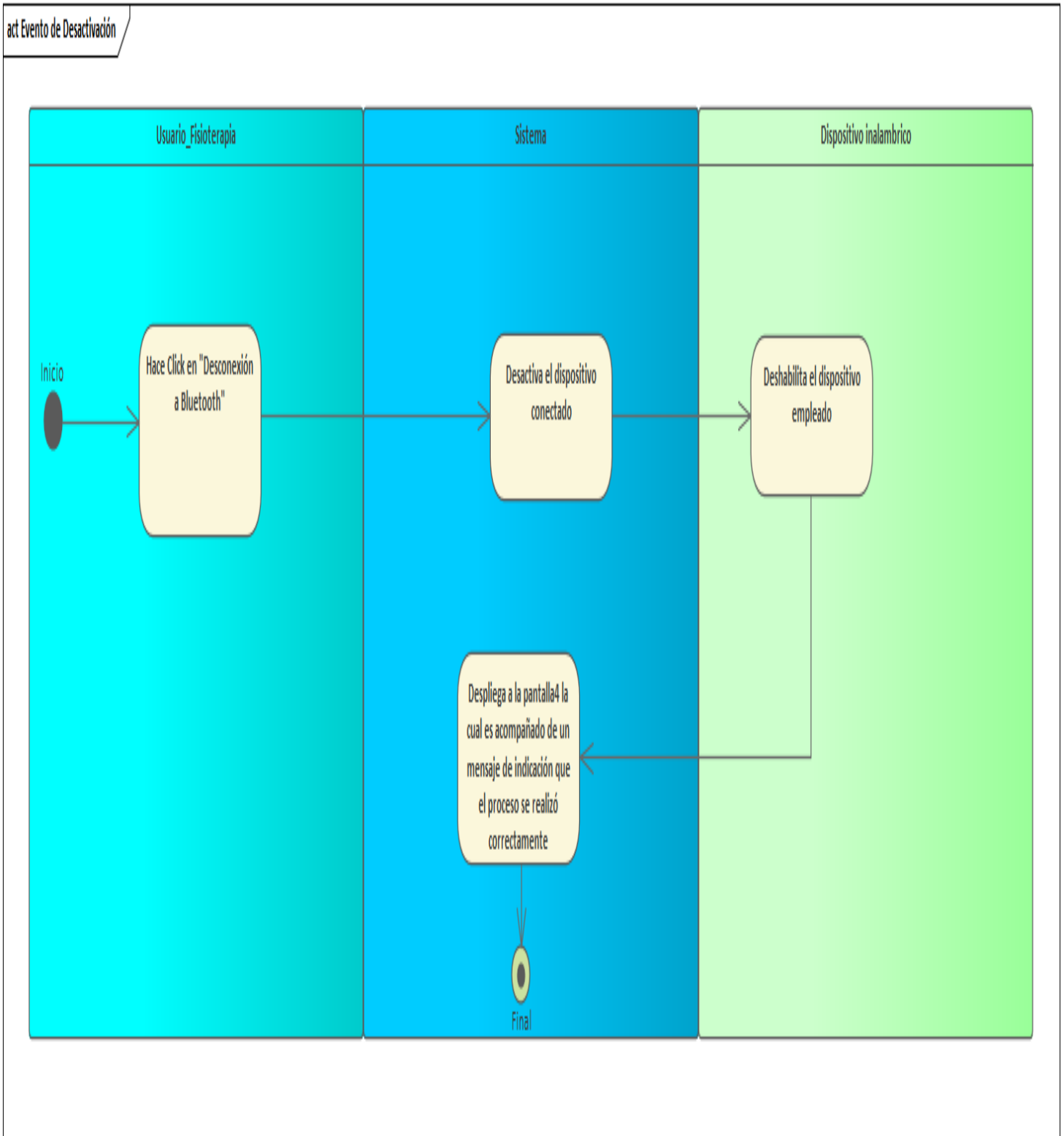
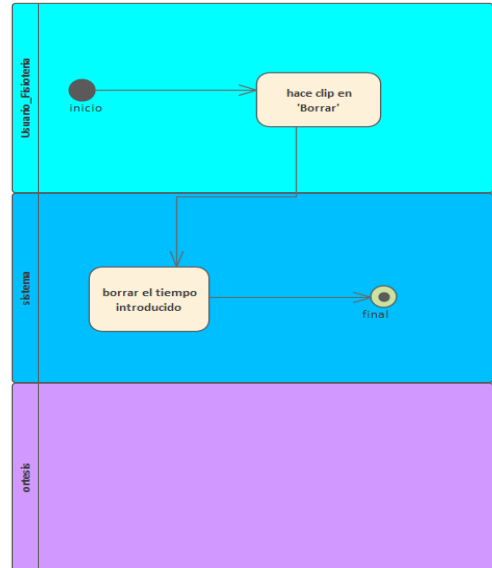
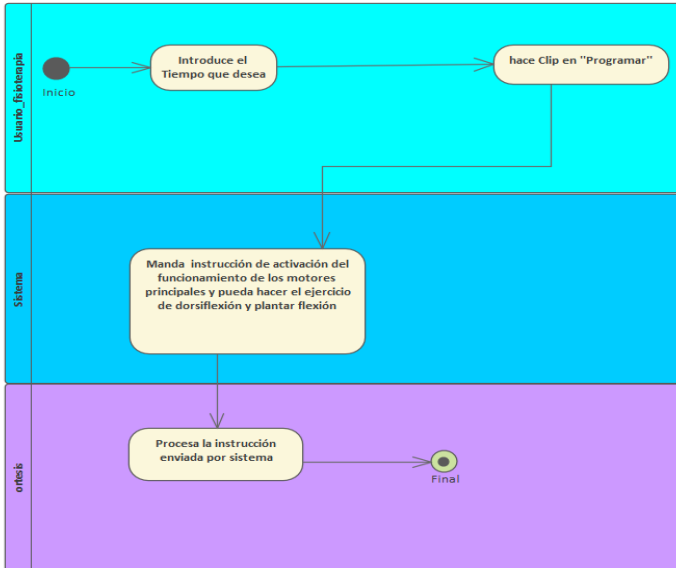


Diagrama 9 Evento de desactivación

- Eventos de Procesos

act Evento de Procesos

### Ejercicio de Dorsiflexión y Plantar flexión



### Ejercicio de relajación en los gemelos

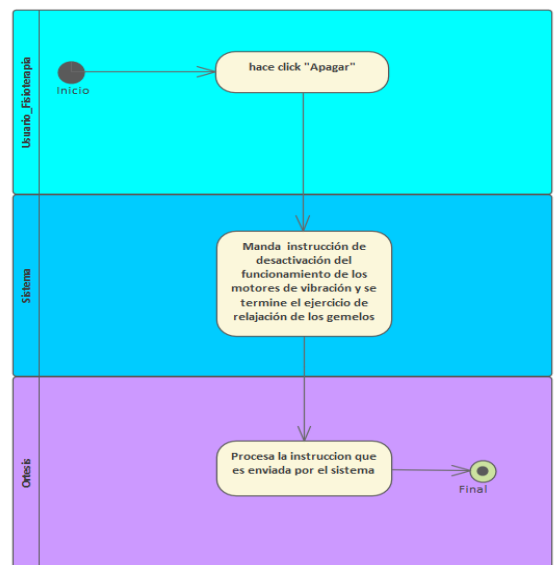
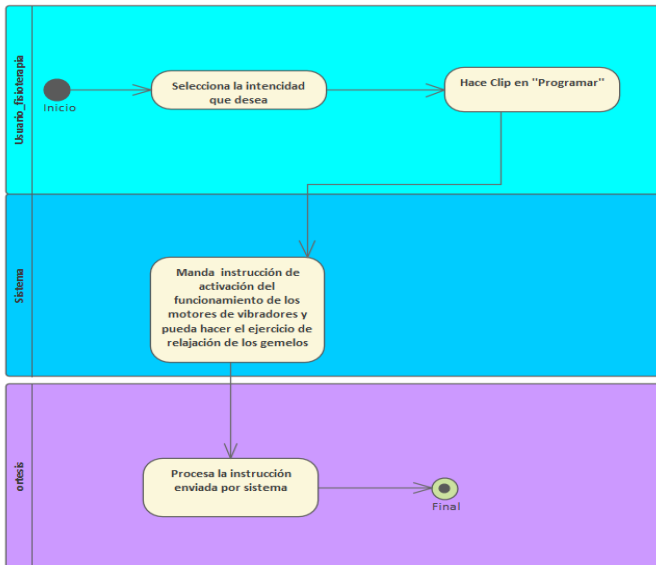


Diagrama 10 Eventos de Procesos

## 9. Diagrama de Secuencia

### ➤ Registro De Usuario

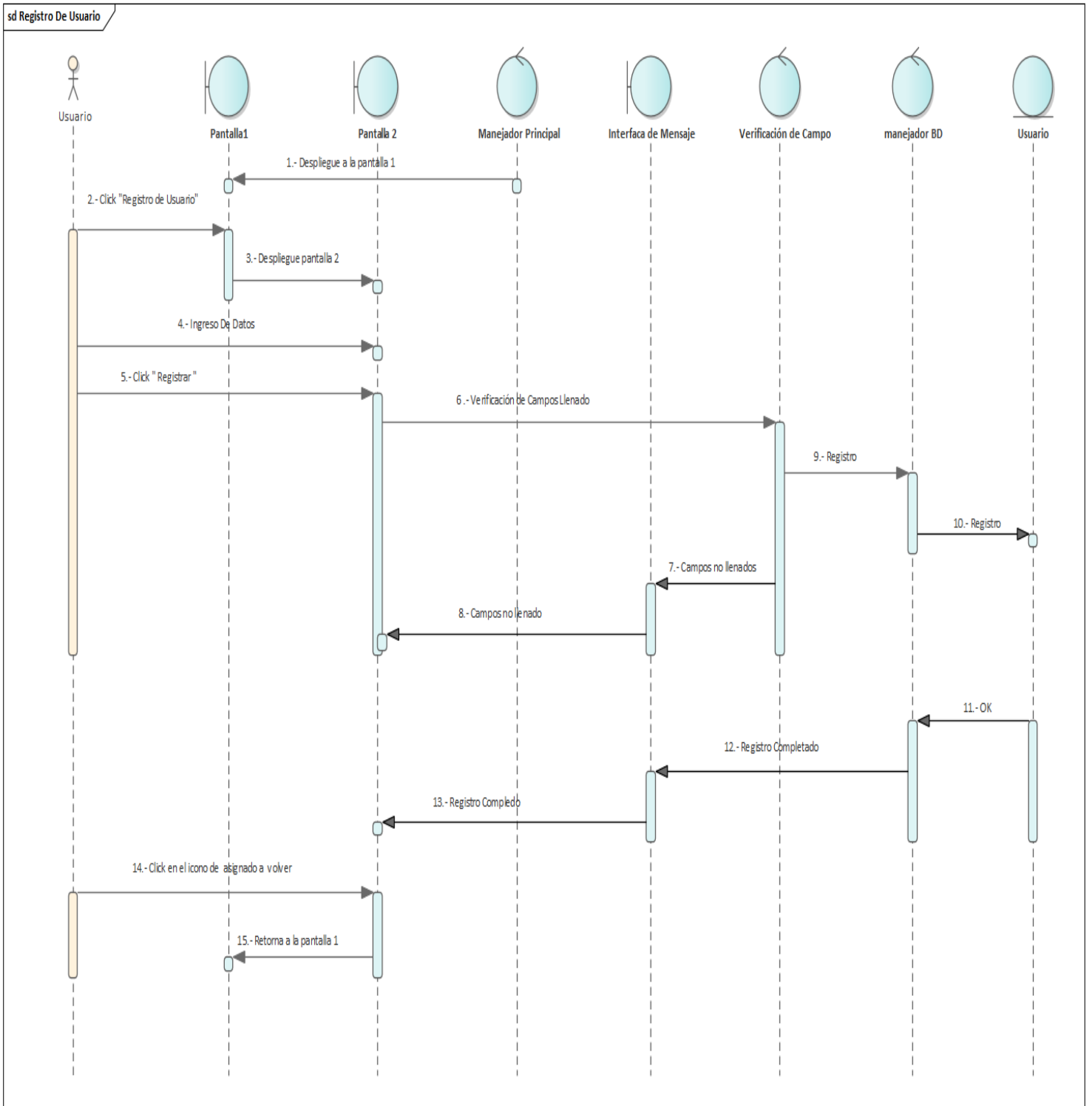
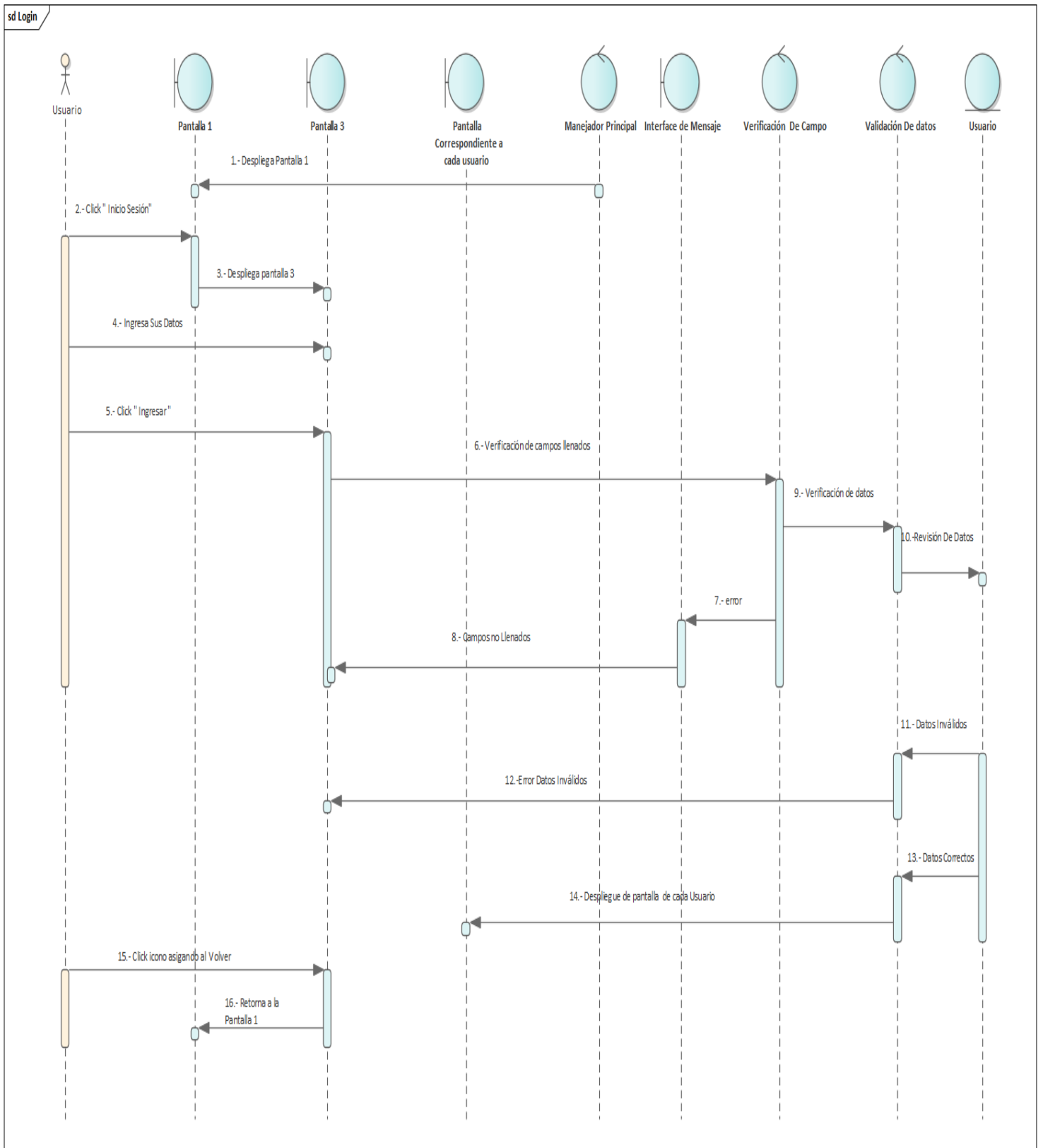


Diagrama De Secuencia 1 Registro De Usuario

## ➤ Login De Acceso



## ➤ Modificación De Usuario

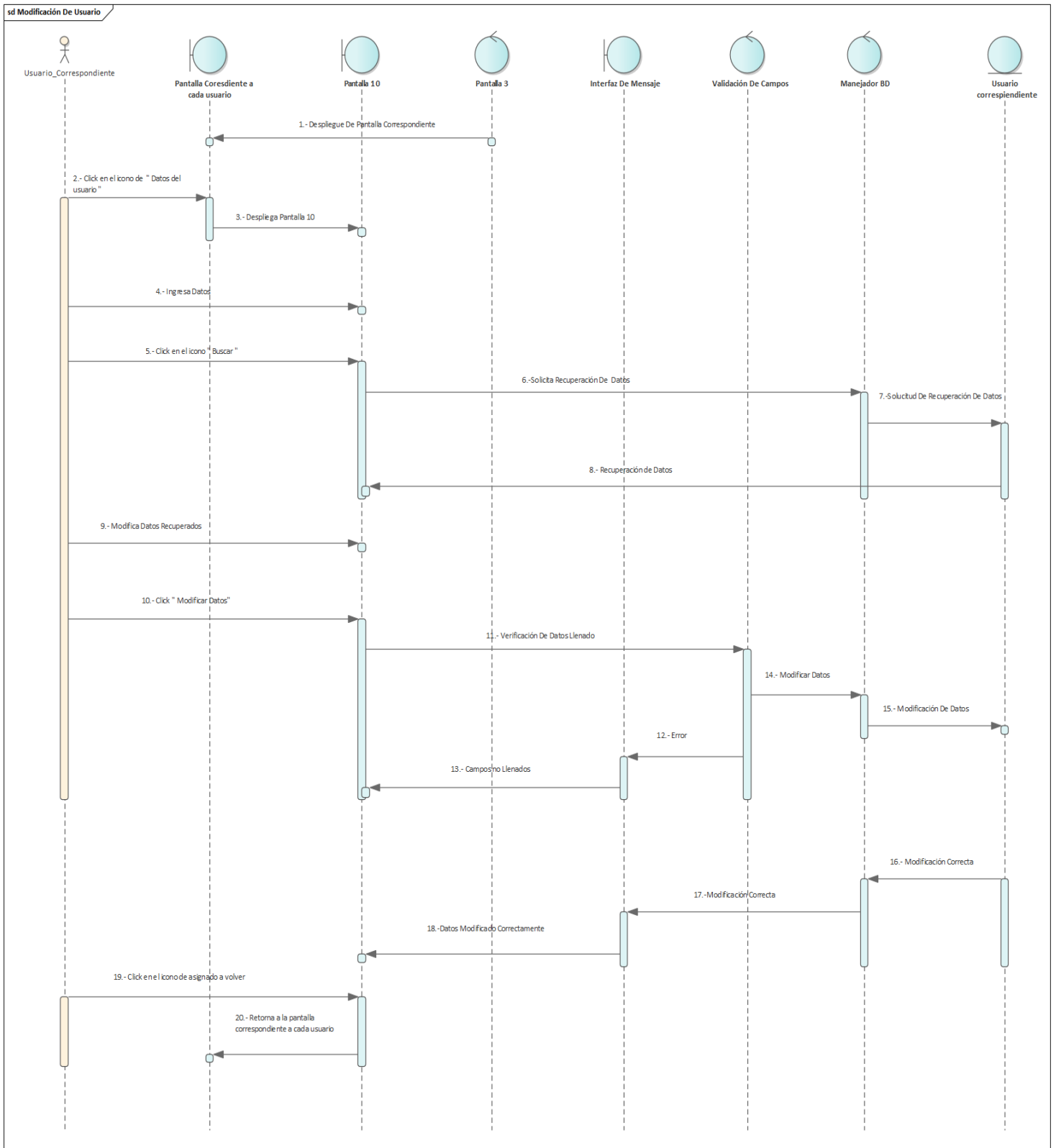


Diagrama De Secuencia 3 Modificación De Usuario

## ➤ Gestión Comentario

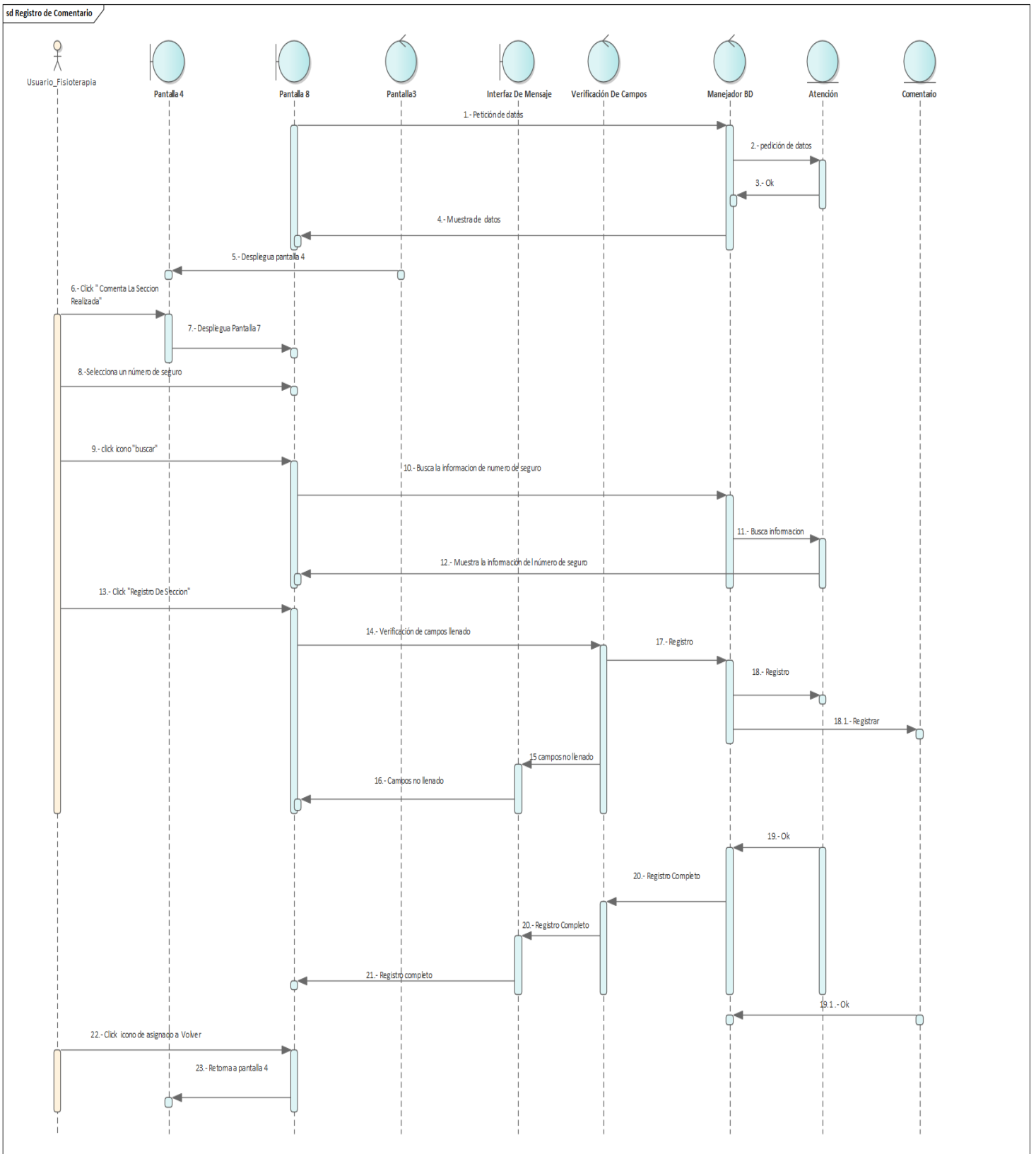


Diagrama De Secuencia 4 Gestión Comentario

➤ Ver Comentario

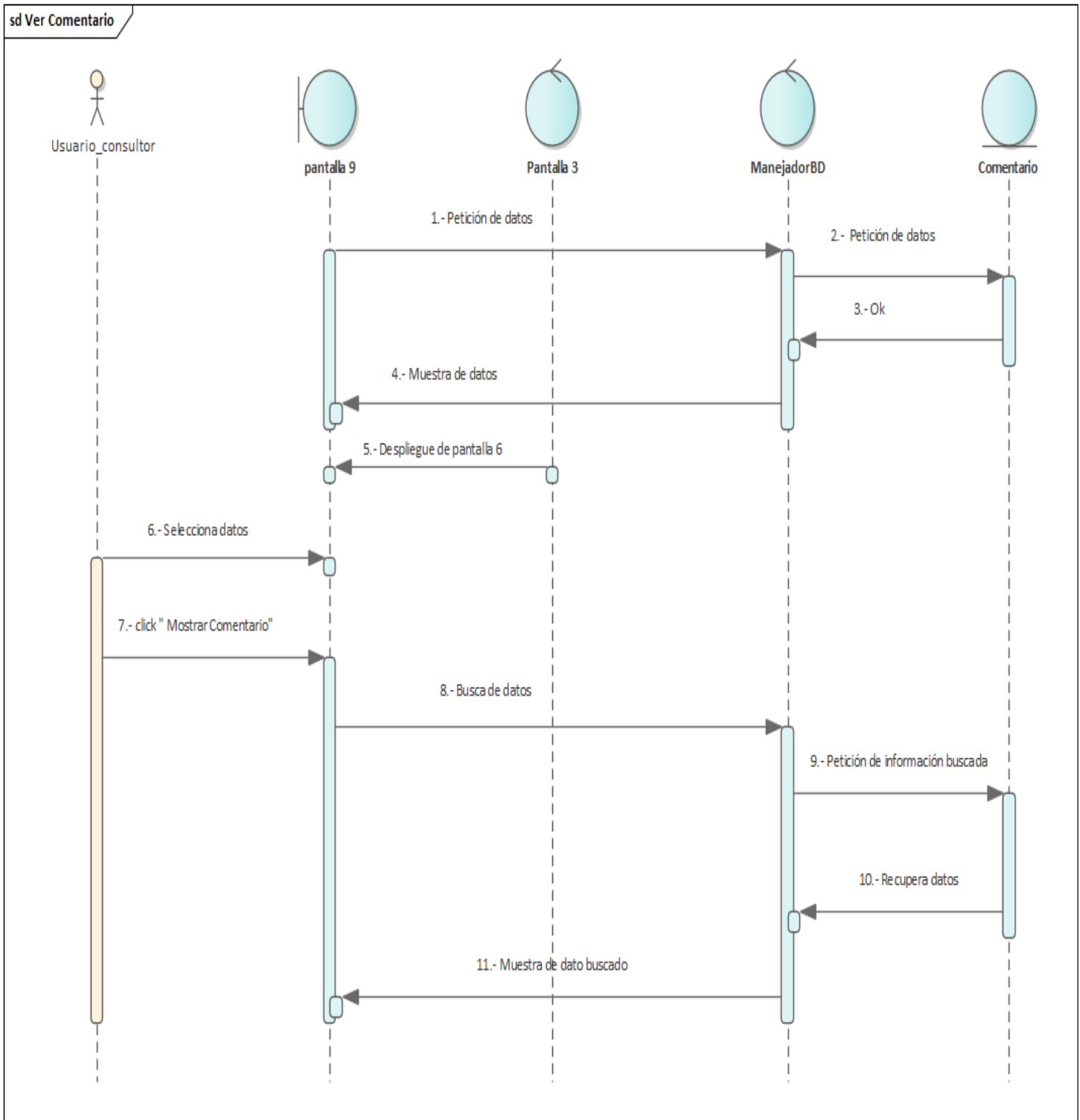


Diagrama De Secuencia 5 Ver Comentario

## ➤ Gestión Atención

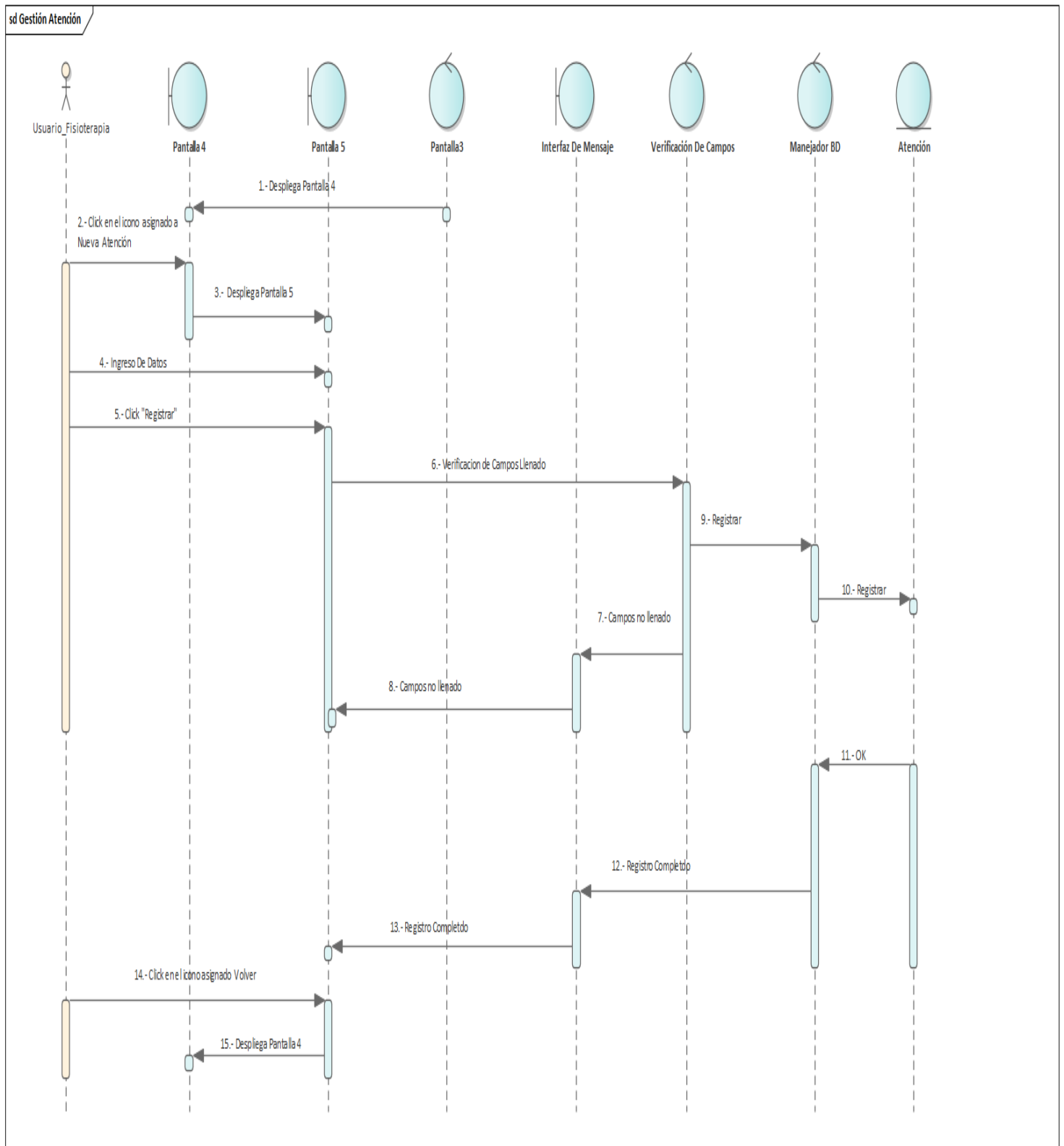


Diagrama De Secuencia 6 Gestión Atención



## ➤ Ver Atención

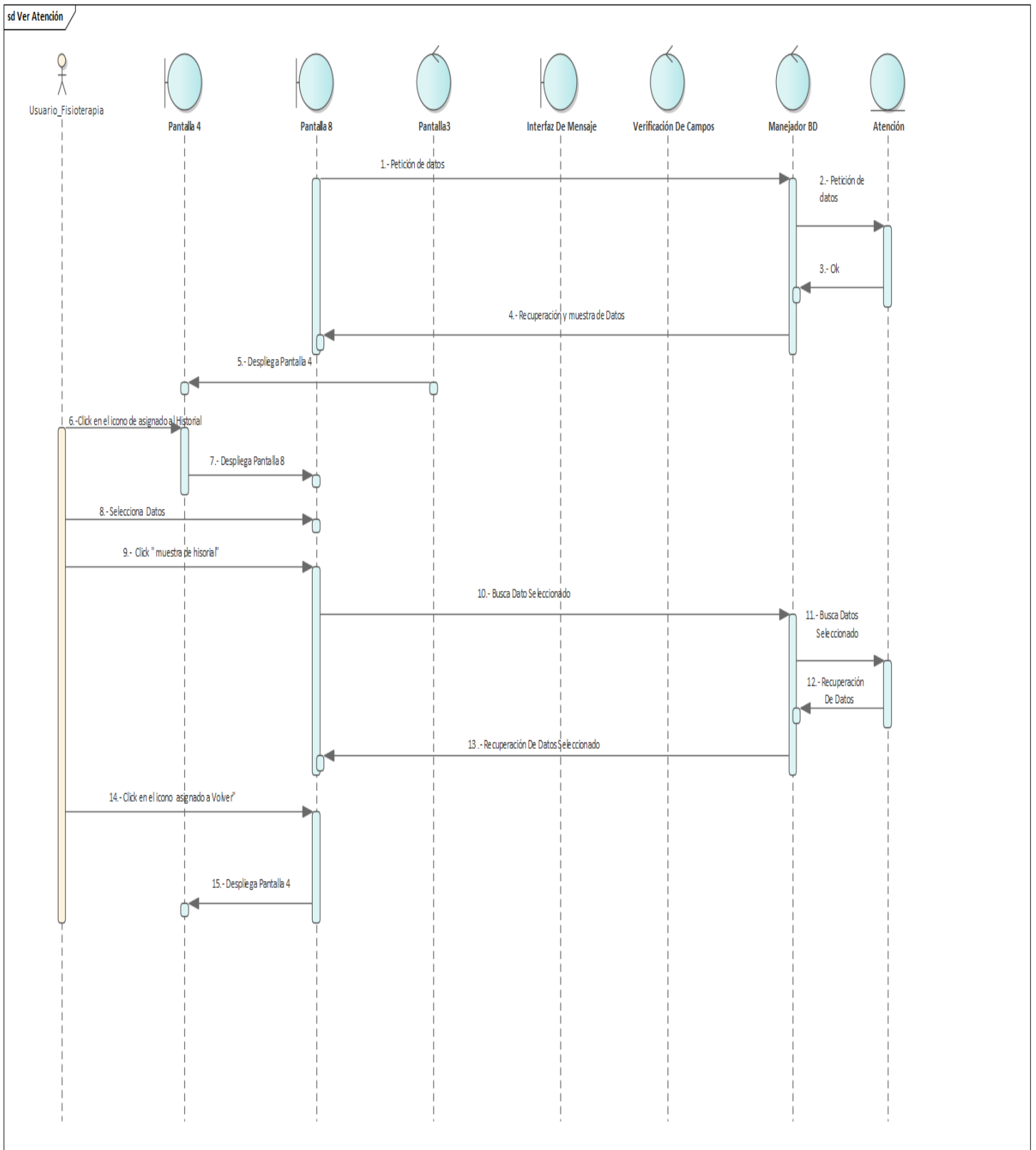


Diagrama De Secuencia 7 Ver atención

## ➤ Evento Vinculación

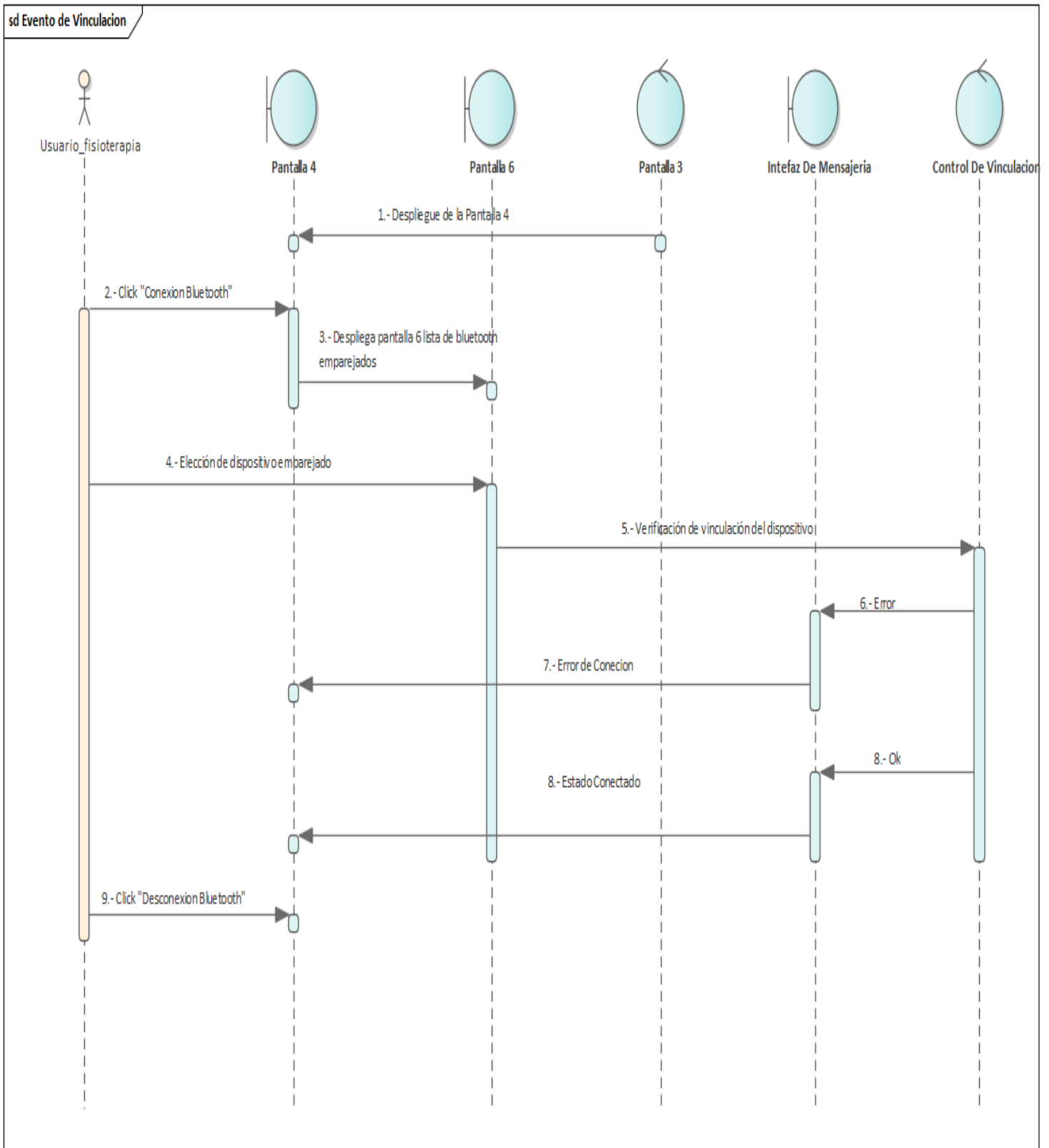
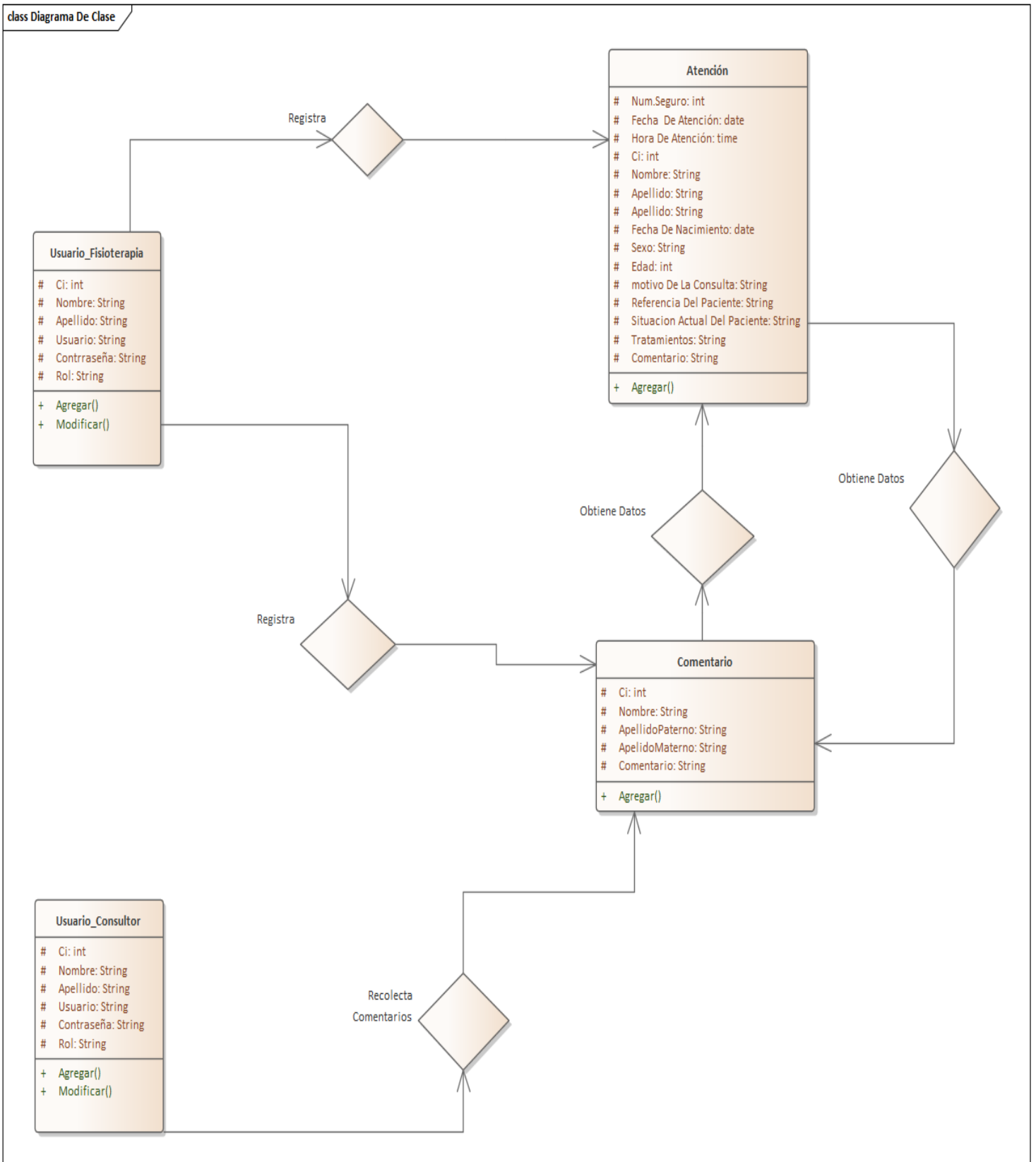


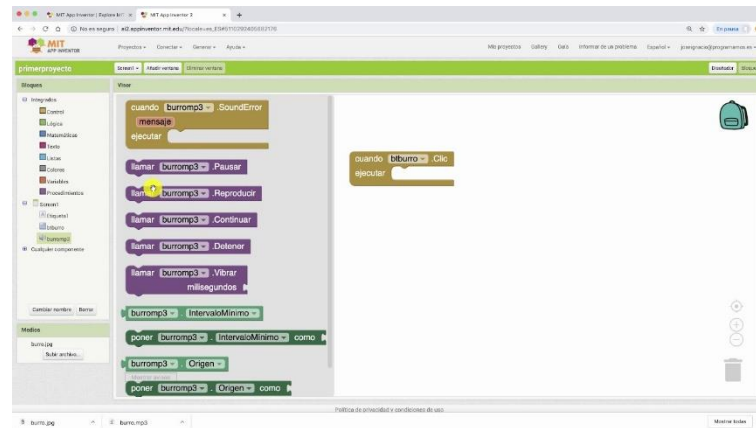
Diagrama De Secuencia 8 Evento Vinculación

## 10. Diagrama de Clase



### II.2.3.3 Construcción

El entorno que se tomó para el desarrollo de la App de control está sujeta un software creado por Google lo cual es muy fácil de poder manipular y poder crear diferentes aplicaciones al mismo tiempo la misma aplicación contara con una base de datos (firebase) (Figura II.2.3.1)

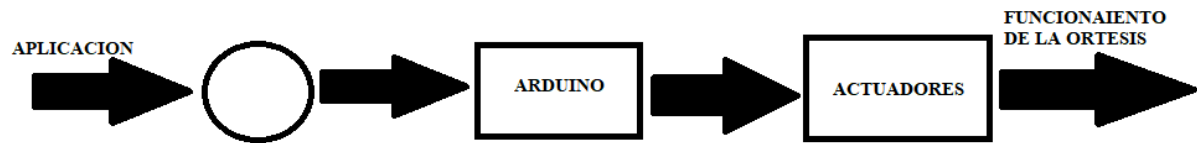


**Figura II.2.3.1 App Inventor**

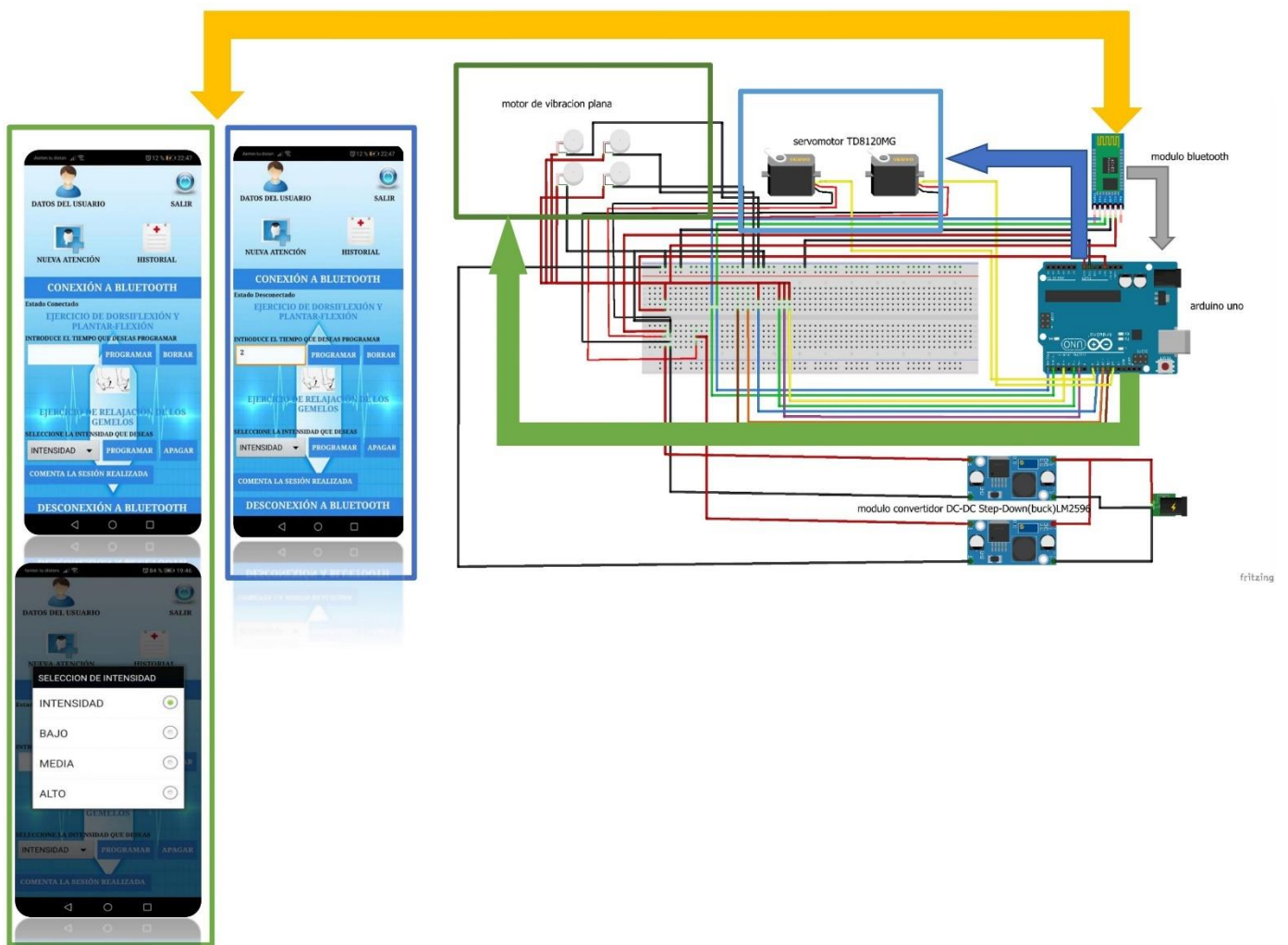
App Inventor es un entorno de desarrollo de software creado por Google para la elaboración de aplicaciones destinadas al sistema operativo de Android. El lenguaje es gratuito y se puede acceder fácilmente de la web. Las aplicaciones creadas con App Inventor están limitadas por su simplicidad, aunque permiten cubrir un gran número de necesidades básicas en un dispositivo móvil.

- Característica de App Inventor
  - Es software libre, no es necesario la adquisición de licencias por parte del profesor y los alumnos
  - Es multiplataforma: requiere sólo de un navegador y la máquina virtual de Java instalada, con “java web start”.
  - Es programación para dispositivos móviles. Los teléfonos y las tabletas están marcando hoy en día buena parte del futuro de la informática y es atractivo para los alumnos poder enseñar en sus propios teléfonos el fruto de su trabajo.

## II.2.4 Diagrama de Bloque



## II.2.5 Flujo de información



## **Explicación del flujo de información**

Una vez conectado con la aplicación con el dispositivo inalámbrico que cuenta el aparato el usuario podrá ejecutar los ejercicios tanto de dorsiflexión y planta flexión como también el ejercicio de relajación en los gemelos.

Para pueda existir la ejecución del ejercicio de dorsiflexión y plantar flexión el usuario mediante la introducción de un tiempo y luego mediante un click en el icono de programación se da a la ejecución del ejercicio, para ello se explicará a continuación la ruta de como viaja la información para que los componentes designado a realizar el ejercicio se pueda ejecutar:

Referente al viaje de la información para que se ejecute el ejercicio de dorsiflexión y plantar flexión. Una vez que el usuario introduce el tiempo y luego le da en programar la información que envió el usuario viaja directamente al módulo Arduino, pero el punto de recepción del dato que envió el usuario al Arduino es el dispositivo Bluetooth, una vez que el dato es decepcionado en el Arduino, el Arduino empieza a ejecutar los componentes que se asignaron al ejercicio en tal sentido los componentes que se ejecutarán en este ejercicio serán son los Servomotor TD8120MG 20Kg 180g.

Para pueda existir la ejecución del ejercicio de relajación en los gemelos el usuario contara con un seleccionador de intensidad, una vez seleccionada la intensidad y posteriormente mediante un click en el icono de programación se da a la ejecución del ejercicio, para ello se explicará a continuación la ruta de como viaja la información para que los componentes designado a realizar el ejercicio se pueda ejecutar:

Referente al viaje de la información para que se ejecute el ejercicio de relajación de gemelos. Una vez que el usuario selecciona la intensidad y luego le da en programar la información que envió el usuario viaja directamente al módulo Arduino, pero el punto de recepción del dato que envió el usuario al Arduino es el dispositivo Bluetooth, una vez que el dato es decepcionado en el Arduino, el Arduino empieza a ejecutar los componentes que se asignaron al ejercicio en tal sentido los componentes que se ejecutarán en este ejercicio serán son los Motores De Vibración Planos

## **II.2.6 Matriz de requerimientos**

## MATRIZ DE REQUERIMIENTOS

Identificador	Descripción	Fuente	Prioridad	Tipo	Estado	Usuario Involucrado
<b>Requerimientos Funcionales</b>						
RF1.	Evento de vinculación	Usuario Fisioterapeuta	Alto	Funcional	80%	Jose Humberto Quispe Aguilera
RF2.	Evento de desvinculación	Usuario Fisioterapeuta	Alto	Funcional	80%	Jose Humberto Quispe Aguilera
RF3.	Evento de Proceso de Funcionalidad de la ortesis	Usuario Fisioterapeuta	Alto	Funcional	40%	Jose Humberto Quispe Aguilera
RF4.	Gestión de Comentario	Usuario Fisioterapeuta	Alto	Funcional	70%	Jose Humberto Quispe Aguilera
RF4.1.	Añadir Comentario	Usuario Fisioterapeuta	Alta	Funcional	70%	Jose Humberto Quispe Aguilera
RF4.2.	Ver Comentario	Usuario Consultor	Alta	Funcional	70%	Jose Humberto Quispe Aguilera
RF5.	Gestión de Usuario	Usuario	Alto	Funcional	60%	Cliente
RF5.1.	Añadir Usuario	Usuario	Alto	Funcional	60%	Cliente
RF5.2.	Modificar Usuario	Usuario	Medio	Funcional	60%	Cliente
RF6.	Gestión de atención	Usuario Fisioterapeuta	Alto	Funcional	70%	Jose Humberto Quispe Aguilera
RF6.1.	Añadir atención	Usuario Fisioterapeuta	Alta	Funcional	70%	Jose Humberto Quispe Aguilera
RF6.2.	Ver atención	Usuario Consultor	Alta	Funcional	70%	Jose Humberto Quispe Aguilera

MATRIZ DE REQUERIMIENTOS						
Identificador	Descripción	Fuente	Prioridad	Tipo	Estado	Usuario Involucrado
<b>Requerimientos No Funcionales</b>						
RFN1.	Diseño de la ortesis		Alto	No Funcional	60%	Jose Humberto Quispe Aguilera
RFN2.	Construcción de un prototipo de la ortesis diseñada		Alto	No Funcional	60%	Jose Humberto Quispe Aguilera
RFN3.	Los datos guardados por la base de datos se la realizan de manera inmediata	Usuario Fisioterapia	Alto	No Funcional	60%	Jose Humberto Quispe Aguilera
RFN4.	El tiempo de aprendizaje del sistema por un usuario deberá ser menor a 4 horas.	Usuario	Bajo	No Funcional	10%	Cliente
RFN5.	El sistema será desarrollado para las plataformas Android	Usuario	Medio	No Funcional	60%	Cliente
RFN6.	La Aplicación no podrá ocupar más de 5 MB de espacio del disco	Usuario	Bajo	No Funcional	50%	Cliente
RFN7.	Para que la aplicación pueda realizar las gestiones de usuarios y comentarios debe contar con red de internet tanto WIFI o datos móviles	Usuario Fisioterapia, Usuario Consultor	Alto	No Funcional	70%	Jose Humberto Quispe Aguilera
RFN8.	La Aplicación debe estar conectado mediante red inalámbrica Bluetooth con centro de información de ortesis para poder efectuar su funcionalidad.	Usuario Fisioterapia	Alto	No Funcional	60%	Jose Humberto Quispe Aguilera
RFN9.	Previamente antes de se conecte la aplicación con el centro de información de la ortesis, móvil en donde se encuentra instalada la aplicación se tiene que emparejar con el módulo bluetooth que cuenta el prototipo.	Usuario Fisioterapia	Alto	No Funcional	60%	Jose Humberto Quispe Aguilera

### II.2.7 Medio de Verificación

Este medio se encuentra en el [Anexo 8 Carta de certificación, Anexo 9 Carta de certificación]

- Carta de certificación acerca del desarrollo de la aplicación por parte del docente de materia.
- Carta de certificación acerca del diseño y la creación de la aplicación por parte del asesor del proyecto.



## **II.3 Capacitaciones del uso adecuado de la ortesis propuesta en el proyecto, implementadas**

### **II.3.1 Introducción**

Como una medida de poder difundir el proyecto implementado se planteó realizar diferentes talleres de capacitador ha cerca del proyecto para ello se explicará los pasos que se realiza para la elaboración de un taller de capacitación, mediante esta situación que hoy vivimos mediante la pandemia de covid "19". En tal sentido las diferentes capacitaciones se lo realizasen vía alguna plataforma de reuniones virtuales.

### **II.3.2 Planificación de los eventos**

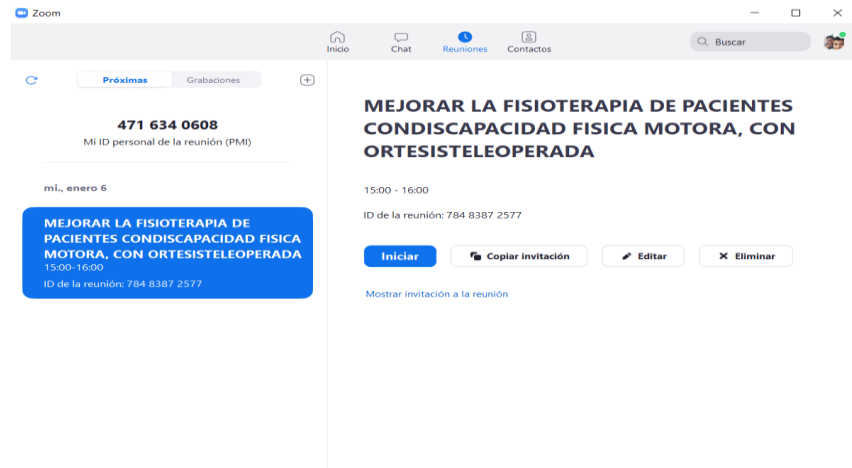
Unos de los pasos que se debe ser realizar para el desarrollo de capacitaciones es la planificación la cual este es paso es muy importante para que las capacitaciones se realicen de buena manera, en tal sentido la planificación que se tuvo que realizar para el desarrollo de las capacitaciones del uso adecuado de la ortesis propuesto se tomaron algunos puntos importantes:

- Determinar a los participantes de la capacitación.
- Determinar los materiales a utilizar.
- Determinar la difusión de las capacitaciones.

En tal sentido para el desarrollo de la capacitación se enfocó a participante que utilizara más a menudo tanto la ortesis como también la aplicación en tal sentido el público que participara en la capacitación son personas especialistas en la realización o ejecución de sesión de fisioterapia o sea las personas profesionales en fisioterapia (fisioterapeutas).

Con las Situación que estamos pasando hoy en día por consecuencia del Covid 19 los materiales que utilizara para el desarrollo se están viendo en poder realizar videos e imágenes de funcionamiento del producto a explicar y así mismo poder preparar texto de exposición del manejo completo del proyecto.

Con la situación de que no es apropiado aglomerar personas en un ambiente para la realización de las capacitaciones se tomó en cuenta que se realiza mediante reuniones virtuales en este caso vía Zoom de tal manera poder evitar el contagio del covid, así mismo como forma de difusión de la capacitación se realizaron invitación (Anexo 6) para que puedan participar a dicha capacitación. (figura II.3.2.2)



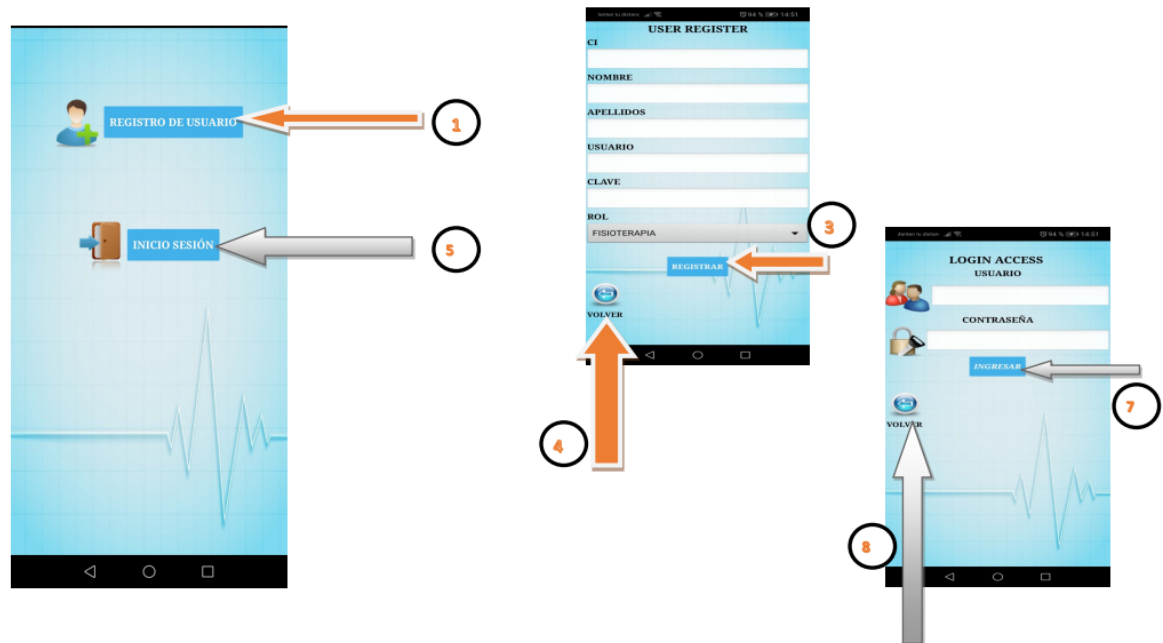
**Figura II.3.2.1 Enlace de la reunión**

### **II.3.3 Elaboración del material**

Como una medida que se utilizó para poder reflejar los que se dictara en la capacitación se pretendió elaborar días positivas en donde refleje el proyecto de tal forma mediante esta elaboración de material podemos garantizar y reflejar vía visual que se tratará el proyecto por completo (Figura II.3.3.1) así mismo como forma de poder garantizar la enseñanza aprendiza se elaboró guía de usuario para así poder garantizar el uso correcto de la aplicación mediante el usuario en tal sentido mediante la elaboración de material podemos garantizar el uso correcto de la app que viene como ayuda al control de la ortesis (Figura II.3.3.2)



**Figura II.3.3.1 Elaboración de material de apoyo para la capacitación**



La primera interacción que realiza el usuario en la app es que debe registrarse para que así pueda interactuar con la app. Para poder efectuar su registro y poder entrar a la app tiene que seguir los siguientes pasos: como paso 1 tiene que hacer click en el botón **REGISTRO DE USUARIO** la cual accede a una pantalla en donde, como paso número 2, tiene que llenar el formulario de registro y después como paso 3 tiene que realizar un click en el botón **REGISTRAR** para el proceso de registro se efectúa correctamente, el usuario puede registrarse como fisioterapia o consultor, después de haber realizado el proceso de registro el siguiente paso con numeración 4 que debe seguir el usuario es de poder volver a la pantalla inicio, la cual dicho paso se efectúa mediante un click en el icono asignado a **VOLVER**. Una vez que el usuario se encuentra en la pantalla de inicio y que ya cuenta con una cuenta de ingreso, como paso 5 mediante un click en el botón **INICIO SESIÓN** el usuario puede acceder a la pantalla de logeo en donde como paso 6 el usuario introduce su usuario y clave, para luego así como paso 7 mediante un click en el botón **INGRESAR** el usuario puede acceder a su pantalla correspondiente a su registro que realizó. Así mismo mediante un click en el icono asignado a **VOLVER** el usuario puede volver a la pantalla inicial, la cual dicha operación mencionada corresponde al paso 8. Si el usuario ya cuenta con un usuario solo se tiene que dirigirse al botón **INICIO SESIÓN** en el cual con un click en dicho botón accede a la pantalla de logeo y seguir del paso 6 así adelante.

**Figura II.3.3.1** Guía de ayuda destinada al uso adecuado a la aplicación

### II.3.4 Distribución del material

Mediante la culminación de la elaboración de los materiales que se ocupará en la capacitación, el siguiente paso es poder realizar distribuir los materiales a los participantes que se encuentran en la capacitación de tal forma el método que se utilizara para poder realizar la distribución de los materiales es mediante la entrega de vez concluido la capacitación, con esta forma se pretende poder que los participantes puedan tener una fuente muy importante para que pueda conocer más acerca del proyecto.

### **II.3.5 Desarrollo de los eventos**

Una vez concluido tanto el planteamiento como las elaboraciones de los materiales se da como una punta pie para que se pueda realizar el desarrollo del evento en tal sentido tanto la elaboración como el planteamiento se ponen en prueba.

De tal manera que para el desarrollo de la capacitación del proyecto mejorar la fisioterapia de pacientes con discapacidad física motora, con ortesis tele-operada, se reflejara como se planifico el evento, en tal sentido para poder realizar el desarrollo de la capacitación como primer punto se optó tomar la decisión de poder realizar la o las capacitaciones mediante la utilización de una plataforma virtual en este caso la plataforma Zoom en donde dicha reunión se pretende exponer y dar a conocer el proyecto implementado.

### **II.3.6 Medio de Verificación**

Este medio se encuentra en el [Anexo 10 listado de participante, Anexo 11 Foto de la capacitación realizada]

- Foto de la lista del participante en la capacitación.
- Foto de la capacitación realizada.

# CAPÍTULO III CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

## III.1 Conclusiones.

- El diseño de una ortesis debe cumplir con las necesidades del paciente, tomando en cuenta las dimensiones del material necesarios a utilizar para su construcción.
- La selección del tipo de actuador y del controlador están sujetos al funcionamiento que contará el prototipo así mismo es esencial determinar el peso de los actuadores a seleccionar.
- Mediante la aplicación móvil se podrá ejecutar los ejercicios establecidos de la ortesis tomando en cuenta algún aspecto importante (tiempo e intensidad) de acuerdo a la situación del paciente.
- Es un aparato de mucho beneficio para las personas que padecen discapacidad física motora, demostrando espasticidad y rigidez.
- El Aparato también puede ser utilizado para pacientes que se están rehabilitando después de una cirugía o accidente.

## III.2 Recomendaciones

- Se recomienda antes de poder realizar la implementación del diseño final de una ortesis contar con diseños previos, estableciendo un buen funcionamiento que contara el producto final de tal forma poder garantizar un trabajo exitoso.
- Antes de seleccionar los actuadores y controlador es recomendable realizar estudios o investigación a dichos componentes, de tal manera garantizar la selección correcta de los componentes.
- Se recomienda utilizar adecuadamente el aparato tomando en cuenta las instrucciones de uso.
- Después de realizar las sesiones de fisioterapia mediante el uso del aparato es recomendable desvincular la APP (aplicación) con el dispositivo inalámbrico que cuenta el aparato.
- Se recomienda utilizar primeramente el ejercicio de vibración para relajar el musculo de los gemelos