

**UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO  
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN**



**UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO**

**“Sistema de gestión y administración sobre datos posturográficos”**

Proyecto de software aplicado presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de Ingeniero de Ejecución en Computación e Informática.

**Alumno:**

Javier Alejandro Garcés Quintana

**Profesor Guía:**

Sr. Patricio Gálvez Gálvez

Concepción, Octubre de 2017



## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a mi familia por su infinita paciencia, a Belén Coronado por su amor incondicional y su apoyo infinito, a Nicolás Gómez por brindarme su colaboración, junto al conocimiento en el área de la salud y a los profesores Marco Iturra y Patricio Gálvez que me apoyaron en la realización de este proyecto.

Gracias totales.

## Resumen

*Este proyecto se presenta para dar conformidad a los requisitos exigidos por la Universidad de Bío-Bío en el proceso de titulación para a la carrera de “Ingeniería de Ejecución en Computación e Informática”. El proyecto titulado “Sistema de gestión y administración sobre datos posturográficos” tiene relación al estudio de la postura humana y su posterior tratamiento, donde podemos encontrar diversas áreas que trabajan en su implementación, como los son la kinesiología, traumatología, fisioterapia, el deporte de alto rendimiento entre otras.*

*En la actualidad los sistemas para este fin son muy caros y complejos, por lo que el desarrollo de este sistema mejora ambas problemáticas reduciendo los costos y mejorando la interacción con el usuario.*

*El desarrollo fue realizado en Visual Studio 2017 con framework .NET 3.5 y lenguaje de programación C# adjuntando las librerías 32feet.NET para la manipulación de bluetooth y WiimotLib 1.7 para la manipulación del hardware utilizado.*

*Dentro de los beneficios de desarrollar este proyecto, nos encontramos con una herramienta de apoyo en la rehabilitación de personas con accidente cerebrovascular (ACV), en los casos en que exista pérdida de equilibrio o fuerza al caminar, para así registrar su progreso; en la rehabilitación de personas con amputaciones en alguna de sus piernas, para evaluar la presión ejercida en la extremidad o en la prótesis; en el campo deportivo de alto rendimiento, para mejorar las posturas y movimientos de ciertos ejercicios o actividades (como medir el eje al sostener un arco); en la medición de ergonomistas en base a ciertos trabajos; en la medición de los efectos de sustancias en el cuerpo, por nombrar algunos.*

## Abstract

*This project is presented to conform to the requirements demanded by the University of Bío-Bío in the degree process for the "Engineering of Execution in Computing and Computer Science" career. The project entitled "Management and administration system on posturographic data" is related to the study of human posture and its subsequent treatment, where we found several areas that work in their implementation, such as kinesiology, traumatology, physiotherapy, the high performance sports, among others.*

*Actually, systems for this purpose are very expensive and complex, so the development of this system improves the difficulties to reduce costs and improve user interaction.*

*The development was done in Visual Studio 2017 with the framework .NET 3.5 and the programming language C# attaching the libraries 32feet.NET for the manipulation of bluetooth and WiimotLib 1.7 for the manipulation of the used hardware.*

*Within the benefits of developing this project, we find a support tool in the rehabilitation of people with stroke, in cases where there is loss of balance or force when walking, to record their progress; In the rehabilitation of people with amputations in one of their legs, to evaluate the pressure exerted on the limb or the prosthesis; In the field of high performance sports, to improve the postures and movements of certain exercises or activities (such as measuring the axis when holding a bow); In the measurement of ergonomists based on certain works; In measuring the effects of substances on the body, to name some examples.*

## Índice General

<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2 CAPÍTULO I : DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>8</b>
2.1.1 POSTUROGRAFÍA.....	8
<b>3 CAPÍTULO II : DEFINICIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>12</b>
3.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	12
3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>3.2 AMBIENTE DE INGENIERÍA DE SOFTWARE.....</b>	<b>12</b>
3.2.1 METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	12
3.2.2 TÉCNICAS Y NOTACIONES.....	13
3.2.3 ESTÁNDARES DE DOCUMENTACIÓN.....	13
3.2.4 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE.....	14
3.2.5 HARDWARE UTILIZADO PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE.....	14
<b>3.3 DEFINICIONES, SIGLAS Y ABBREVIACIONES.....</b>	<b>14</b>
<b>4 CAPÍTULO III : ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE.....</b>	<b>16</b>
<b>4.1 ALCANCES.....</b>	<b>16</b>
<b>4.2 OBJETIVO DEL SOFTWARE.....</b>	<b>16</b>
4.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
4.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
<b>4.3 DESCRIPCIÓN GLOBAL DEL PRODUCTO.....</b>	<b>17</b>
4.3.1 INTERFAZ DE USUARIO.....	17
4.3.2 INTERFAZ DE HARDWARE.....	17
4.3.3 INTERFAZ SOFTWARE.....	18
4.3.4 INTERFACES DE COMUNICACIÓN.....	18
<b>4.4 REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>19</b>
4.4.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DEL SISTEMA.....	19
4.4.2 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES DEL SISTEMA.....	20
4.4.3 INTERFACES EXTERNAS DE ENTRADA.....	20
4.4.4 INTERFACES EXTERNAS DE SALIDA.....	21
4.4.5 ATRIBUTOS DEL PRODUCTO.....	21
<b>5 CAPÍTULO IV : FACTIBILIDAD.....</b>	<b>22</b>
<b>5.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA.....</b>	<b>22</b>
<b>5.2 FACTIBILIDAD OPERATIVA.....</b>	<b>22</b>
<b>5.3 FACTIBILIDAD ECONÓMICA.....</b>	<b>23</b>
<b>5.4 CONCLUSIÓN DE LA FACTIBILIDAD.....</b>	<b>23</b>
<b>6 CAPÍTULO V : ANÁLISIS.....</b>	<b>24</b>
<b>6.1 PROCESOS DE NEGOCIOS FUTUROS.....</b>	<b>24</b>
<b>6.2 DIAGRAMA DE CASOS DE USO.....</b>	<b>25</b>
6.2.1 ACTORES.....	25
6.2.2 CASOS DE USO Y DESCRIPCIÓN.....	26

6.2.3 ESPECIFICACIÓN DE LOS CASOS DE USO.....	27
<b>6.3 MODELAMIENTO DE DATOS.....</b>	<b>33</b>
<b>7 CAPÍTULO VI : DISEÑO.....</b>	<b>34</b>
7.1 DISEÑO FÍSICO DE LA BASE DE DATOS.....	34
7.2 DISEÑO DE ARQUITECTURA FUNCIONAL.....	35
7.3 DISEÑO INTERFAZ Y NAVEGACIÓN.....	36
7.4 ESPECIFICACIÓN DE MÓDULOS.....	42
<b>8 CAPÍTULO VII: PRUEBAS.....</b>	<b>43</b>
8.1 ELEMENTOS DE PRUEBA.....	43
8.2 ESPECIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS.....	43
8.3 CONCLUSIONES DE PRUEBA.....	48
<b>9 CAPÍTULO VIII: PROCESO DE DESARROLLO.....</b>	<b>49</b>
9.1 INTRODUCCIÓN E INVESTIGACIÓN.....	49
<b>9.2 ITERACIÓN 1.....</b>	<b>50</b>
9.2.1 COMUNICACIÓN.....	50
9.2.2 PLANEACIÓN.....	50
9.2.3 MODELADO.....	50
9.2.4 CONSTRUCCIÓN.....	51
9.2.5 DESPLIEGUE.....	51
<b>9.3 ITERACIÓN 2.....</b>	<b>53</b>
9.3.1 COMUNICACIÓN.....	53
9.3.2 PLANEACIÓN.....	54
9.3.3 MODELADO.....	54
9.3.4 CONSTRUCCIÓN.....	56
9.3.5 DESPLIEGUE.....	57
<b>9.4 ITERACIÓN 3.....</b>	<b>57</b>
9.4.1 COMUNICACIÓN.....	57
9.4.2 PLANEACIÓN.....	58
9.4.3 MODELADO.....	58
9.4.4 CONSTRUCCIÓN.....	59
9.4.5 DESPLIEGUE.....	60
<b>9.5 ITERACIÓN 4.....</b>	<b>61</b>
9.5.1 COMUNICACIÓN.....	61
9.5.2 PLANEACIÓN.....	61
9.5.3 MODELADO.....	61
9.5.4 CONSTRUCCIÓN.....	63
9.5.5 DESPLIEGUE.....	63
<b>10 CONCLUSIONES.....</b>	<b>64</b>
<b>11 BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>65</b>

## Índice Figuras

Figura 1.	Plataforma de fuerza.....	8
Figura 2.	Posturógrafo u Oscilógrafo.....	9
Figura 3.	Área relativa del centro de gravedad en bipedestación estable.....	10
Figura 4.	Representación del polígono de sustentación.....	11
Figura 5.	Modelo Incremental según Pressman.....	13
Figura 6.	Wii Balance Board.....	18
Figura 7.	Diagrama de actividades según la situación actual.....	24
Figura 8.	Diagrama de actividades según la solución planteada.....	25
Figura 9.	Diagrama de Casos de Uso.....	26
Figura 10.	Modelo Entidad Relación.....	33
Figura 11.	Diagrama de la Base de Datos.....	34
Figura 12.	Modelo Arquitectónico del software.....	35
Figura 13.	Especificación de Interfaz: Ventana de Conexión.....	37
Figura 14.	Especificación de Interfaz: Ventana Principal.....	38
Figura 15.	Especificación de Interfaz: Pestaña Usuarios.....	38
Figura 16.	Especificación de Interfaz: Pestaña Registros.....	39
Figura 17.	Especificación de Interfaz: Pestaña Mediciones.....	40
Figura 18.	Especificación de Interfaz: Pestaña Configuración.....	40
Figura 19.	Esquema de Navegación.....	41
Figura 20.	Resultado visual de modelado en Iteración 1: Ventana de Conexión.....	52
Figura 21.	Resultado visual de modelado en Iteración 1: Mediciones.....	53
Figura 22.	Resultado visual de modelado en Iteración 2: Usuarios.....	55
Figura 23.	Resultado visual de modelado en Iteración 2: Mediciones.....	56
Figura 24.	Resultado visual de modelado en Iteración 3: Registros.....	59
Figura 25.	Resultado visual de modelado en Iteración 4: Configuración.....	62
Figura 26.	Resultado visual de modelado en Iteración 4: Gráficos.....	63



---

## 1 INTRODUCCIÓN

---

En el presente documento se abordarán los aspectos fundamentales para el correcto desarrollo del proyecto de título “Sistema de gestión y administración sobre datos posturográficos”, que aborda aspectos del área de la salud, más específicamente los relacionados a la posturografía, técnica que se enfoca en el análisis de la postura humana y el control postural de una persona tanto en reposo como en desestabilización, para eso se debe comprender que el análisis postural se desarrolla en base a una investigación cualitativa, por lo que esta herramienta, al igual que otras, entrega información cuantitativa de relevancia para profesionales que deseen desarrollar algún análisis evolutivo.

Para su correcta comprensión el documento se divide en 8 capítulos. En el primer capítulo se especifican conceptos describiendo el área abordada y el problema al que se enfoca; en el siguiente capítulo se define el proyecto realizado, especificando objetivos, conceptos técnicos y definiciones utilizadas; en el tercero se especificarán los requerimientos del software, que es una descripción del comportamiento de este, explicando alcances, objetivos y requerimientos; en el cuarto capítulo se realiza el estudio de factibilidad del proyecto indicando cuan viable es el proyecto de manera operativa, técnica y económica; en el capítulo quinto se establece un análisis del sistema, donde se espera describir el comportamiento del sistema, señalando quienes serán los agentes involucrados y el manejo de datos que tendrá este, para ello se utilizará el apoyo de modelos y diagramas; en el sexto y séptimo capítulo se presenta la recopilación de los procesos que ocurren en el último capítulo correspondiente a los diseños y pruebas del sistema respectivamente; y así finalizar con el desarrollo normal de eventos según la metodología elegida, que muestra un avance por iteraciones.

---

## 2 CAPÍTULO I : DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

---

### 2.1 Descripción del área de estudio

La postura según la real academia española es el “modo en que está puesto alguien o una parte de su cuerpo”, si nos dirigimos a la postura corporal, podríamos entender como está “puesta” nuestra estructura física, como están relacionadas nuestras extremidades y articulaciones, que ciertamente está relacionada con la fisiología, ciencia que estudia las funciones del cuerpo humano, dentro de ésta podemos encontrar estudios con respecto al equilibrio o la estabilidad, así se establece que “La postura erecta o estabilidad postural en bipedestación es una característica del ser humano que se adquiere gracias al sentido que tiene de la situación en el espacio o al equilibrio”[1], así también se determina la estabilidad como la propiedad de volver a una posición de equilibrio, esta varía según la percepción personal que tiene cada individuo gracias a sus diversos sistemas sensoriales, pero si alguno de estos se ve perjudicado, se vería afectada la postura estable, dificultando o entorpeciendo cualquier actividad que se desee realizar.

#### 2.1.1 Posturografía

En Base a lo anterior nos encontramos con la posturografía, técnica que analiza los registros del control postural en condiciones estable e inestables mediante el uso de una plataforma dinamométrica que registra las oscilaciones que genera una persona en condiciones estáticas y dinámicas.[1] Algunas de estas herramientas tradicionales de medición son las plataformas de fuerza (Figura 1) y los posturógrafos u oscilógrafos (Figura 2).



Figura 1. Plataforma de fuerza



Figura 2. Posturógrafo u Oscilógrafo

Para entender la posturografía es necesario comprender su funcionamiento, por eso hay que analizar los factores que influyen en los estudios del equilibrio, un punto importante es el centro de gravedad(CDG), definido como un punto resultado de la aplicación de las fuerzas que ejerce la gravedad en cada uno de las aristas que construyen un cuerpo, en este caso, al cuerpo humano, además se recalca el concepto de que cada persona fisiológicamente es distinta, por ende siempre existirán diferencias de este valor, otros factores que pueden influir son la edad, características físicas, como también se puede agregar que “La posición del centro de gravedad del cuerpo humano, calculado por Borelli en el siglo VII, difiere entre ambos sexos y tiene como resultado diferencias en algunas capacidades físicas.”[2]. Para efectos de estudio, se puede comprender que existen similitudes, por lo que algunos autores establecen la ubicación del CDG aproximadamente delante de la vértebra lumbar L3[1] y otros delante de la vértebra lumbar L5[2] por lo que podemos establecer esta zona como su ubicación relativa en bipedestación estable (Figura 3.).

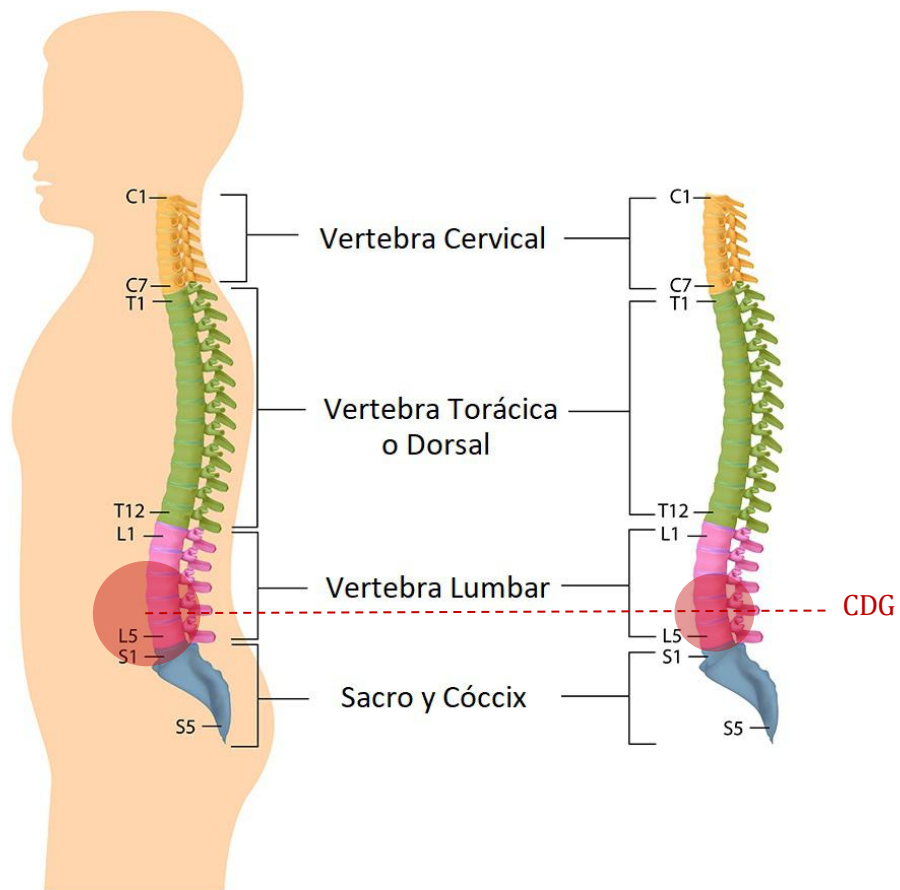


Figura 3. Área relativa del centro de gravedad en bipedestación estable

La proyección vertical del CDG en el suelo en condiciones normales se sitúa dentro de la base de sustentación o también conocida como polígono de sustentación, figura que se forma según la posición de los pies y el espacio entre ellos (Figura 2.4.), las plataformas dinamométricas determinan la ubicación de ésta según el calculo entre su centro y la presión ejercida en sus sensores.

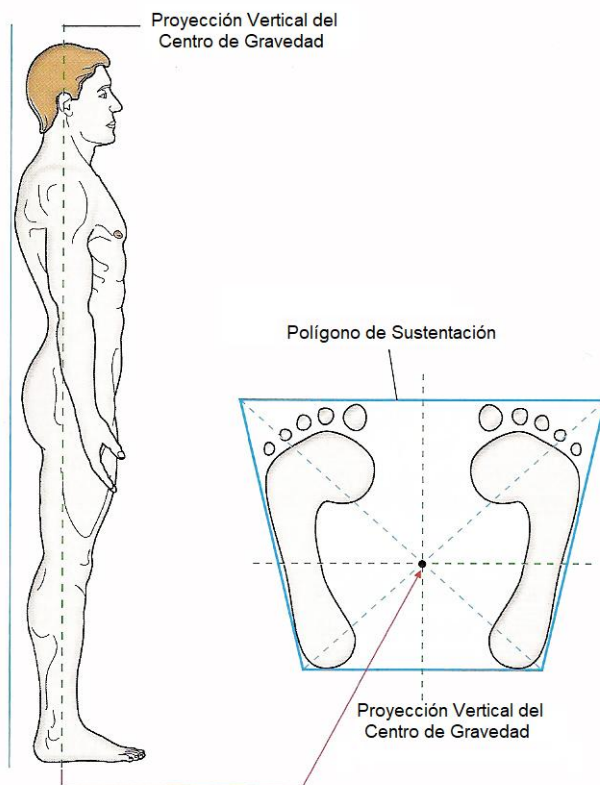


Figura 4. Representación del polígono de Sustentación

Las herramientas de medición que existen en la actualidad también hacen diferenciación del tipo de evaluación, separando los datos en posturografía estática y dinámica, aunque también existen algunos dispositivos más avanzados que permiten realizar ambas pruebas.

La posturografía dinámica puede analizar el comportamiento de una persona sobre una plataforma con soporte móvil con el objetivo de evaluar su comportamiento y propiocepción cuando el entorno se ve afectado; o en un dispositivo extenso con más sensores, que permita analizar la postura al caminar, realizar algún ejercicio o movimiento específico.

La posturografía estática utiliza una plataforma dinamométrica para medir las oscilaciones generadas por una persona en bipedestación estable, estas mediciones normalmente se acompaña del “Test de Romberg”, prueba que se realiza para determinar si el paciente presenta o no (valor positivo o negativo) pérdida de coordinación por algún grado de alteración sensitiva. A pesar de la información que puedan otorgar las herramientas de medición, el valor de la prueba es un valor cualitativo, por lo que el diagnóstico y juicio para determinar su valor queda en manos del profesional que realice la prueba.

Las pruebas más frecuentes bajo estas características son el test de Romberg con ojos abiertos, ojos cerrados y con distorsión de información propioceptiva (uso de algún elemento que pueda alterar su percepción, regularmente un colchón de goma espuma).

---

## **3 CAPÍTULO II : DEFINICIÓN DEL PROYECTO**

---

### **3.1 Objetivos del proyecto**

A continuación se especifica los objetivos, general y específicos, del proyecto a desarrollar.

#### **3.1.1 Objetivo General**

El objetivo de el presente proyecto es generar un sistema que permita la conexión con una plataforma Wii Balance Board para obtener datos que permitan realizar análisis posturográficos, generando una herramienta útil y con una interfaz intuitiva para los diversos profesionales que analicen el control postural de manera estática, y así presentar una alternativa con menores costos de adquisición con respecto a las actuales plataformas dinamométricas .

#### **3.1.2 Objetivos Específicos**

- Recopilar información de diversas fuentes e identificar los datos que manipulan los profesionales asociados al análisis postural estático.
- Realizar un análisis de factibilidad del proyecto.
- Generar un sistema que gestione y administre los datos posturográficos obtenidos.
- Elaborar una planificación para el desarrollo de la investigación y del sistema.

### **3.2 Ambiente de Ingeniería de Software**

Se detalla brevemente algunos conceptos utilizados en el desarrollo del software aplicado.

#### **3.2.1 Metodología de desarrollo**

La metodología utilizada es el modelo incremental, ya que se necesita seguir una secuencia establecida para poder continuar con los demás pasos, pero con la facilidad de poder revisar cada etapa dependiendo de la información recopilada o los resultados obtenidos.

Según Roger S. Pressman “El modelo incremental aplica secuencias lineales en forma escalonada a medida que avanza el calendario de actividades. Cada secuencia lineal produce ‘incrementos’ de software susceptibles de entregarse”[3]

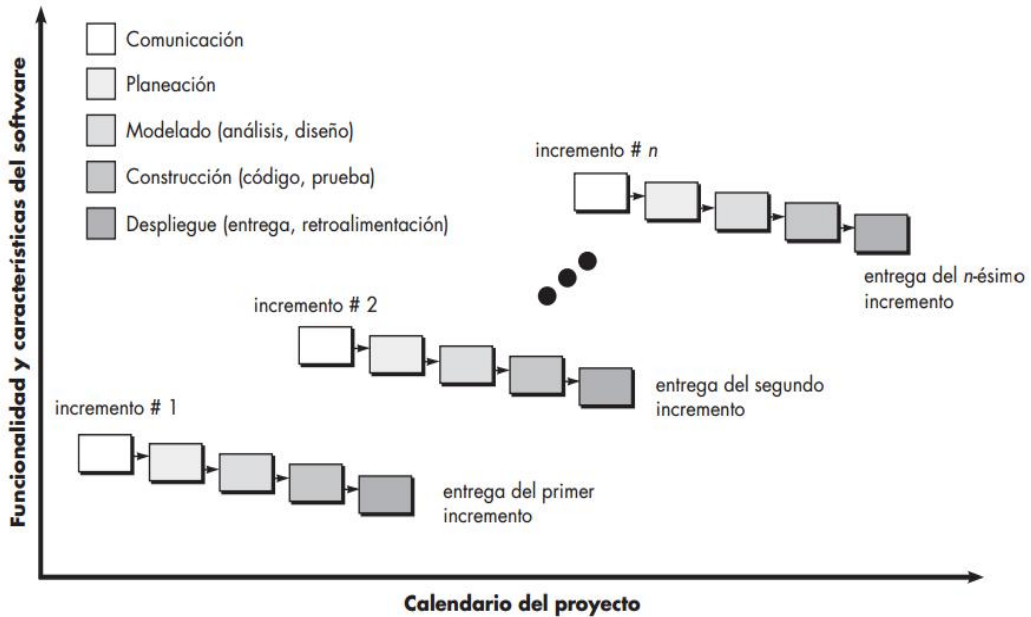


Figura 5. Modelo Incremental según Pressman

Esto nos ayuda a retroalimentar y fortalecer el sistema en cada incremento, teniendo en cuenta que en cada incremento existe la evaluación de distintos profesionales que han brindado un apoyo constante en la mejora del sistema.

### 3.2.2 Técnicas y notaciones

- Especificación del diseño lógico de los datos utilizando Modelo Entidad Relación y Modelo Relacional para el diseño físico de la base de datos.
- Uso de Lenguaje Unificado de Modelado V.10 para diagramas de casos de uso y de actividades.
- En la codificación se utiliza el estilo de escritura UpperCamelCase.

### 3.2.3 Estándares de documentación

La documentación es una adaptación basada en *IEEE Software Requirements Specifications Std 830-1998*, además, para realizar las pruebas se siguen las adaptaciones de *IEEE Software Test Documentation Std 829-1998* y las referencias son alineadas al estándar *ISO 690:2010*

### 3.2.4 Herramientas de desarrollo de software

- Visual Studio 2017
- Gantt Project 2.8.4
- SQL Server 2010

### 3.2.5 Hardware Utilizado para el desarrollo de software

El hardware utilizado para obtener los datos posturográficos es la Wii Balance Board, esta plataforma contiene 4 sensores de equilibrio en cada una de sus esquinas de la parte trasera que nos permite obtener la presión ejercida en cada sensor.

Por su parte el equipo de desarrollo es un notebook HP Pavilion 15 con las siguientes características:

- Windows 10 Home 64 bits
- Procesador AMD A10 2,0 GHz
- 8 Gb de Memoria
- Conectividad inalámbrica Bluetooth (importante para la conexión con la WBB).

## 3.3 Definiciones, Siglas y Abreviaciones

Estas son utilizadas dentro del documento y están ordenadas alfabéticamente.

Bipedestación	Capacidad de un ser vivo de mantener una posición erecta sobre dos extremidades inferiores.
CC0 1.0	Licencia Creative Commons Cero versión 1.0 Universal, con dedicación de dominio público.
CC BY 3.0	Licencia Creative Commons con Atribuciones versión 3.0 Genérica, dando el crédito adecuado a la obra.
CDG	Centro de Gravedad
Creative Commons	Organización sin fines de lucro dedicada a compartir el conocimiento y la creatividad. Para ello brinda diversas licencias de derechos de autor dependiendo de las condiciones de quien desee publicar su obra.
DEIS	Departamento de Estadísticas e Información de Salud
HCI	Host Controller Interface - Interfaz del Controlador de Host
HID	Human Interface Device - Dispositivo de interfaz humana



IDE	Integrated Development Environment - Entorno de Desarrollo Integrado, es una aplicación que brinda diversas herramientas o servicios para facilitar el desarrollo de software.
Licencia MIT	Licencia de software originada en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, Massachusetts Institute of Technology) Más información: <a href="http://tlo.mit.edu/">http://tlo.mit.edu/</a>
Patología	Enfermedad física o mental que posee un individuo
Prescribir	Recetar, ordenar un tratamiento o remedio
SENADIS	Servicio Nacional de la Discapacidad (Chile)
SIG	Special Interest Group - Grupo de Interés Especial
SO	Sistema Operativo
UML	Unified Modeling Language - Lenguaje Unificado de Modelado, lenguaje utilizado para analizar sistemas de software de manera gráfica, cuenta así con diversos diagramas estandarizados para la comprensión del sistema.
WBB	Wii Balance Board
Wiimote	mando de comunicación de la consola Wii, también conocido como Wii remote, para uso común se hace referencia al control remoto o periférico principal de esta, pero en el uso de la librería WiimoteLib utilizada en el presente informe, se hace referencia al wiimote y a la WBB

---

## 4 CAPÍTULO III : ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE

---

### 4.1 Alcances

Lo que se presenta es un software que permite almacenar la información posturográfica de distintos sujetos de estudio, datos personales y datos clínicos mediante el apoyo de la plataforma WBB, permitiendo a los profesionales de diversas áreas analizar la postura y la evolución de su trabajo, además de brindarles diversos apoyos visuales e informes con una interfaz intuitiva. Estas características son las que lo diferencian de otros software que manipulan la WBB.

La información posturográfica que recopila el software, bajo la investigación realizada y el apoyo de diversos profesionales consultados, son datos procesados de cada medición con respecto al tiempo de ejecución los cuales son:

- Masa corporal
- Distribución de masa corporal en cada sensor
- Distancia en base a la trayectoria de movimiento ejercida por la persona en estudio.
- Promedio de los desplazamientos del centro de presión en cada eje (X: Horizontal e Y: Vertical).
- Valores máximos del centro de presión en cada eje.

Como se sabe existe dos tipos de análisis posturográficos, los dinámicos y los estáticos, siendo este último al cual se enfocará este software. Si bien se espera que este sistema analice los datos de manera similar a como lo realizan diversas herramientas del mercado, como un posturógrafo, este no implementará los distintos test que se realizan actualmente en posturografía estática.

### 4.2 Objetivo del software

A continuación se explica los objetivos del software desarrollado en el presente proyecto.

#### 4.2.1 Objetivo General

El objetivo del sistema es generar un software que permita gestionar datos posturográficos donde la obtención de estos serán extraídos de una Wii Balance Board y de la información del sujeto de estudio ingresada por el profesional a cargo, esto dependiendo cuan relevante sean los datos que desee administrar. El software permitirá

tener una base de datos que facilitará la generación de informes para los pacientes y para el trabajo analítico de los profesionales en el área.

#### **4.2.2 Objetivos Específicos**

- Recopilar información para la toma de decisiones, además de obtener los datos que entrega la Wii Balance Board utilizando tecnología bluetooth.
- Interpretar los resultados obtenidos por medio de un análisis cuantitativo de los mismos, brindando distintos enfoques gráficos para posterior representación del usuario.
- Procesar los datos usando fórmulas obtenidas de diversos estudios para el análisis de los datos, mostrando diversa información útil para la toma de decisiones.
- Almacenar información relevante para el análisis evolutivo de las muestras.
- Generar Informes para la evaluación y visualización de los parámetros obtenidos.

### **4.3 Descripción Global del Producto**

Se presenta información relacionada a cada interfaz del proyecto.

#### **4.3.1 Interfaz de usuario**

- Resolución mínima establecida: 800 x 600
- Diseño responsivo o adaptable de objetos que no manipulen texto.
- Los colores seleccionados fueron principalmente el blanco y el celeste, que en publicidad se utilizan para representar paz, tranquilidad, seguridad y confianza, ya que se asocian normalmente al área médica. Aunque en la utilización de las herramientas se utilizaron una serie de colores para las representaciones gráficas.
- Uso de elementos en la iconografía Caribbean Blue bajo la licencia CC0 1.0 y Medicine Vol.9 Icons de Sergei Kokota bajo la licencia de CC BY 3.0. Selección basada en mejorar estéticamente el sistema bajo apreciación del desarrollador.

#### **4.3.2 Interfaz De Hardware**

Además de los periféricos regulares para el uso de un computador como lo son el teclado y el ratón o panel táctil, el software utiliza hardware específico para su utilización, que es la plataforma WBB de Nintendo. Este dispositivo se conecta a nuestro equipo mediante el puerto bluetooth y para su correcto funcionamiento Nintendo incorpora un manual de

operaciones donde se recalca las siguientes recomendaciones e indicaciones para su correcto uso[4]:

- Utilice en superficies planas, duras o sobre una alfombra fina, ya que otra superficie puede afectar los sensores.
- Soporta una cantidad máxima de 150 kg.
- Los sensores pueden dañarse al aplicar fuerza excesiva o saltar sobre el dispositivo.
- Requiere para su uso, cuatro baterías AA.



Figura 6. Wii Balance Board

#### 4.3.3 Interfaz Software

El sistema fue desarrollado en C# usando la herramienta Visual Studio 2017 con framework .NET 3.5 buscando la mayor integración con los SO de Windows. Por lo tanto el equipo donde se utilice el software debe incorporar dicho framework.

#### 4.3.4 Interfaces de comunicación

Bluetooth SIG es la red de organizaciones a cargo de la tecnología bluetooth, ellos explican el funcionamiento de esta, de manera detallada, así podemos entender el funcionamiento de las pilas de protocolos bluetooth, que podríamos definir también como “grupo” de protocolos o como un software que reúne los servicios del puerto bluetooth [5][6], estas son entregadas como controladores por la HCI que ofrecen algunas compañías para el uso en un SO y presentan diversas adaptaciones según el perfil que se le entregue, por eso muchas aplicaciones funcionan solo bajo ciertas pilas, información que influyó en la elección del lenguaje de desarrollo del proyecto, ya que el equipo utilizado posee una pila de Microsoft.

En la interacción con la WBB nos damos cuenta que este se comporta como un HID que está presente dentro de los atributos genéricos de bluetooth con una adaptación del protocolo HID[7], siendo este el utilizado en la interacción con el software.

#### 4.4 Requerimientos Específicos

Se presenta la documentación al funcionamiento del sistema requerido.

##### 4.4.1 Requerimientos Funcionales del sistema

A continuación se listan los requerimientos funcionales específicos:

<b>Id</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
RF01	Conectar WBB	Se permite conectar la plataforma WBB al software, si es que desea generar nuevos registros con ella.
RF02	Calibrar WBB	Opción en caso de conectar otra WBB que tenga valores distintos de entrada.
RF03	Ingresar Usuario	En caso de que se desee realizar una serie de mediciones a un paciente y revisar su evolución se ingresa el usuario al sistema.
RF04	Editar Usuario	Si al ingresar un usuario se cometió una falta o algún error, se permite la edición de todos los datos, a excepción del peso, que es un dato inicial de referencia.
RF05	Configurar Medición	Se permite inicializar los valores con los cuales se realizará la medición, configurando el tiempo y el tipo de retroalimentación visual según la información que desee obtener el profesional.
RF06	Visualizar Parámetros	La retroalimentación visual es ajustable a cualquier tamaño de pantalla acorde a las necesidades del usuario, permitiendo a este apreciar la fluctuación de los valores obtenidos.
RF07	Procesar Información	Al obtener los valores de la WBB estos son procesados mientras se realiza la medición para poder ser entregados al finalizar la medición.

RF08	Almacenar Medición	Al generar una medición esta se asocia al usuario seleccionado, permitiendo ingresar información adicional asociada a la medición.
RF09	Generar Informe	Se faculta la opción de exportar todos los datos de forma visual para revisión y almacenamiento en detalle global.

#### 4.4.2 Requerimientos no funcionales del sistema

Lista de los requerimientos no funcionales:

<b>Id</b>	<b>Nombre del ítem.</b>	<b>Detalle de datos contenidos en ítem</b>
RNF01	Escalabilidad	El sistema debe permitir en el futuro el desarrollo de nuevas funcionalidades.
RNF02	Usabilidad	El sistema debe ser de fácil uso, que no genere incertidumbre en el usuario. Ser intuitivo.

#### 4.4.3 Interfaces externas de entrada

Grupos de datos que serán ingresados al sistema:

<b>Id</b>	<b>Nombre del ítem.</b>	<b>Detalle de datos contenidos en ítem</b>
IE01	Datos de WBB	Valor de la presión ejercida en cada sensor otorgada por la librería wiimotelib
IE02	Datos del Paciente	Rut, Nombres, Apellidos, Fecha de Nacimiento, Edad, Peso, Sexo, Altura, Número de Calzado, Prescripción, Patologías y permitir el ingreso de alguna nota o comentario.
IE03	Datos Adicionales de Medición	Ingreso de información específica asociada a cada medición.

#### 4.4.4 Interfaces externas de Salida

Se especifica cada salida del sistema:

<b>Id</b>	<b>Nombre del ítem.</b>	<b>Detalle de datos contenidos en ítem</b>	<b>Medio Salida</b>
IS01	Informe de diagnostico	Masa corporal, distribución de masa corporal en cada sensor, distancia en base a la trayectoria de movimiento ejercida por la persona en estudio, promedio de desplazamiento del centro de presión en cada eje (X: Horizontal e Y: Vertical) acompañado de retroalimentación visual y valores máximos del centro de presión en cada eje.	Pantalla
IS02	Informe de datos	Retroalimentación visual sobre la cantidad de datos obtenidos en los ejes X e Y (Horizontal y Vertical).	Archivo JPG

#### 4.4.5 Atributos del producto

Se indican los atributos de calidad del producto software que se desarrolla:

- **USABILIDAD - OPERABILIDAD.** El sistema está enfocado ser una herramienta con una interfaz intuitiva para quienes deseen realizar mediciones posturográficas con la plataforma WBB, por lo que se desarrolla mejorando ciertas características a las de otros software que también usan este dispositivo.
- **EFICIENCIA.** El sistema contempla una ejecución paralela de procesamiento de datos con respecto a las mediciones, con el fin de presentar al usuario los resultados los más rápido según las características del equipo donde se ejecute el software.
- **PORTABILIDAD.** El desarrollo se generó una herramienta que puede ser utilizado en cualquier equipo que tenga un framework .NET versión 3.5, por lo tanto puede ser adaptado en equipos antiguos que todavía posean versiones anteriores de Windows hasta los que se usan a la fecha (desde Windows XP, hasta Windows 10).

---

## 5 CAPÍTULO IV : FACTIBILIDAD

---

### 5.1 Factibilidad técnica.

Para el desarrollo de Software se requiere de las siguientes herramientas:

- Gestor de Base de Datos: SQL Server 2016, versión Express, Licencia de usuario final.
- IDE de desarrollo: Visual Studio 2017, versión Community, Licencia de usuario final
- Equipo portátil: Notebook con Sistema Operativo Windows 10 y adaptador bluetooth integrado
- Hardware Específico: Wii Balance Board, propiedad de Nintendo
- Librería Bluetooth: 32feet.NET, Licencia MIT
- Librería Hardware: - WiimoteLib v1.7.0.0, Licencia MIT  
- 32Feet.NET v3.5, Licencia MIT
- Entorno de Trabajo: Framework .NET versión 3.5

Además es importante que el equipo de trabajo tenga los siguientes conocimientos en el área de la informática:

- Formulación y evaluación de proyectos
- Metodología de desarrollo de software
- Manejo de lenguaje de programación C#
- Uso y manipulación de base de datos y lenguaje SQL

Junto a estos conocimientos, se espera que el equipo tenga un alto conocimiento en el área de la salud específicamente en relación a la posturografía, que a su vez puede ser visto en relación con las áreas mencionadas en el presente documento como la kinesiología, neurología, biomecánica, entre otras.

### 5.2 Factibilidad operativa.

Es importante fomentar el desarrollo de tecnologías a favor del mejoramiento de la salud, así como se refiere la Organización Mundial de la Salud (OMS), que menciona que a nivel mundial 1 de cada 7 personas se encuentra con algún tipo de discapacidad. Indicando que: “Más de mil millones de personas viven en el mundo con alguna forma de discapacidad, casi docientos millones experimentan dificultades considerables en su funcionamiento. En los



años futuros, la discapacidad será un motivo de preocupación aún mayor, pues su prevalencia está aumentando”[8].

Uno de los aspectos importantes del sistema es su utilización en la rehabilitación, en representar y gestionar información para este fin, por lo que cualquier centro clínico que se desempeñe en este aspecto y desee incorporar el sistema puede hacerlo.

Actualmente en la región del Biobío se encuentran aproximadamente 500 centros médicos tanto públicos como privados, de acuerdo a listado de establecimientos registrados por el DEIS del Ministerio de Salud[9]. Un poco más allá el SENADIS especifica la red de rehabilitación en Chile indicando en su informe del 2013 que existen 184 centros comunitarios de rehabilitación en el país[10], esto con el fin de nombrar algunos centros que podrían verse beneficiados de este proyecto.

### 5.3 Factibilidad económica.

En el siguiente punto se evalúan los costos asociados a la realización del sistema calculando 7 meses de desarrollo.

Ítem		Valor
Licencias de Software	- Visual Studio 2017 Community,	\$0
	- SQL Server 2016 Express	\$0
Recursos Humanos	- Mano de Obra	\$0
Locomoción	- San Pedro - Concepción	\$50.400
Alimentación	- Almuerzo	\$420.000
Hardware	- Wii Balance Board (facilitada para realizar el proyecto)	\$0
<b>Total</b>		<b>\$470.400</b>

### 5.4 Conclusión de la factibilidad

Como se puede apreciar en cada uno de los estudios de factibilidad el proyecto es completamente viable, ya que su desarrollo no tiene grandes costos asociados y brinda una herramienta de apoyo para la rehabilitación, que es un punto importante para quienes presentan algún tipo de discapacidad asociada al control postural o algún trastorno del equilibrio.

Por otro lado considerando una eventual integración del sistema, esta presenta compatibilidad con SO Windows, que es considerado el SO más usado en dispositivos de

escritorio[11], que a diferencia de los dispositivos móviles, presenta mayor integración con otros periféricos y máquinas pensando en evaluación futura.

## 6 CAPÍTULO V : ANÁLISIS

### 6.1 Procesos de Negocios futuros

Para explicar el proceso de negocio debemos comprender el estado actual de éste, por ello veremos el flujo de control, presentado según las variables que nos interesan, apoyado del diagrama de actividades de UML.

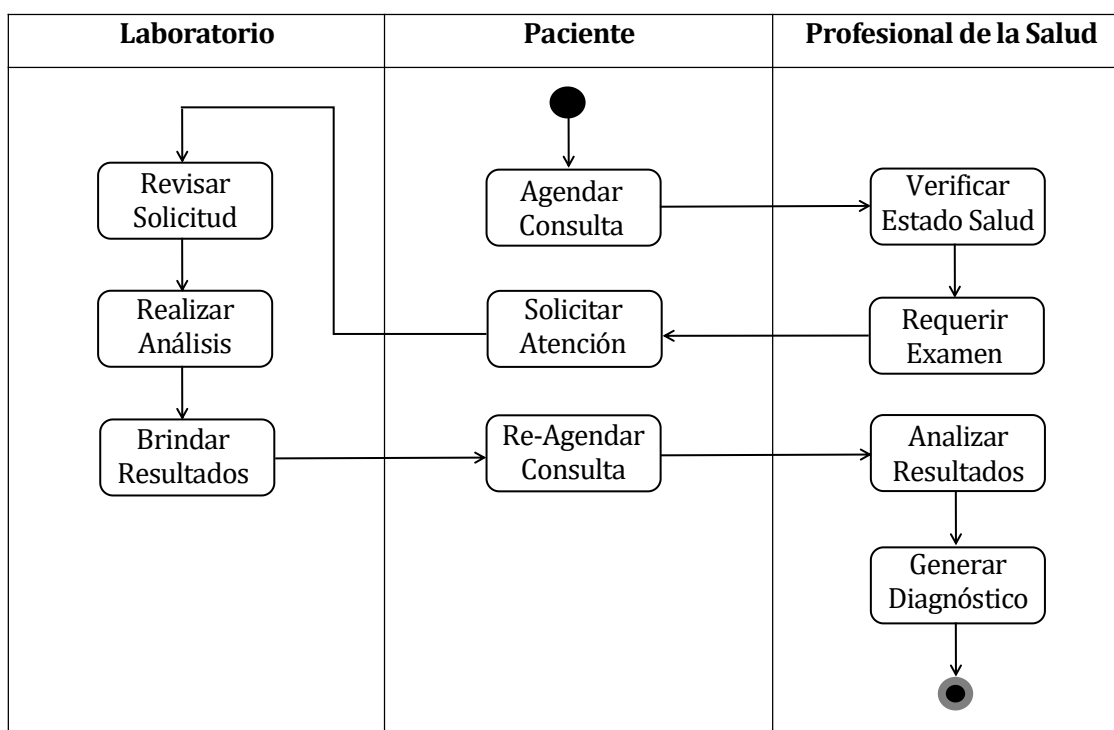


Figura 7. Diagrama de actividades según la situación actual

Cabe destacar que la solución planteada no implica que el profesional de la salud no pueda hacer uso del apoyo analítico de un laboratorio, pero se presenta como una alternativa de solución frente a las variables que se expresan en los alcances del software (Punto 4.1.). Así en vez de requerir de un examen a un laboratorio, el proceso lo realizaría el profesional, agilizando el diagnóstico y disminuyendo los gastos al paciente.

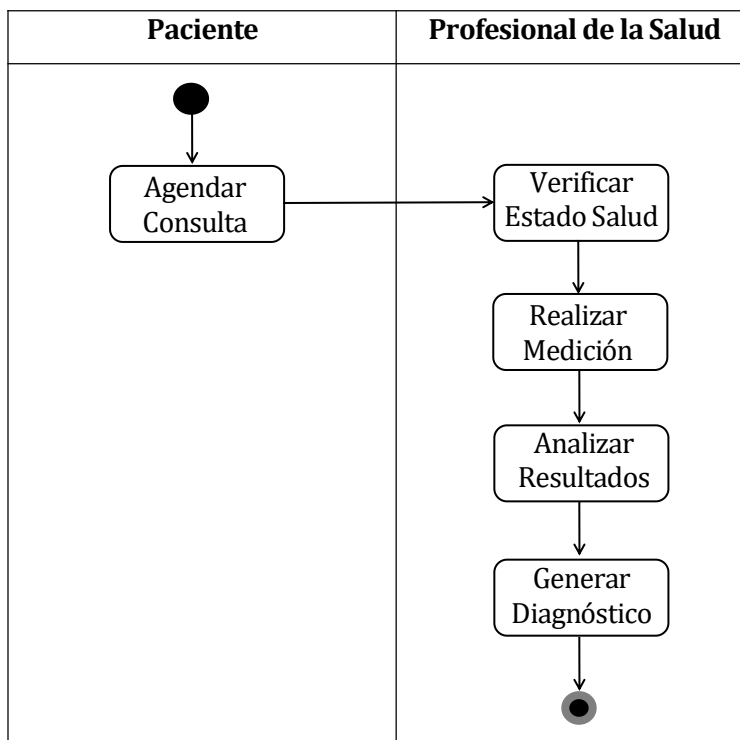


Figura 8. Diagrama de actividades según la solución planteada

## 6.2 Diagrama de casos de uso

Los requerimientos funcionales descritos anteriormente (punto 4.4.1) se representan detalladamente mediante casos de usos, describiendo todos los actores involucrados en el sistema y las funciones que realizan.

### 6.2.1 Actores

El sistema está pensado para ser manipulado solo por el profesional de la salud, por lo que es este el usuario final, pero como veremos el hardware específico también interacciona con el sistema, así definiremos dos actores, usuario y WBB.

#### Usuario

- Es el encargado de ingresar los datos en el sistema, configurar las mediciones, además de definir los parámetros para la salida del sistema según sus necesidades.
- Para hacer uso del sistema requiere de conocimiento técnico básico
- Nivel de privilegio en el sistema total, permitiendo ingresar usuarios, editarlos, realizar las mediciones que desee para cada usuario y revisar su evolución con respecto al tiempo.

WBB

- Es el encargado de ingresar los datos que luego serán manipulados para determinar las mediciones de cada usuario.
- Para hacer uso del sistema no requiere de conocimiento técnico, pero si permiso y una previa manipulación del usuario.
- El nivel de privilegio en el sistema es parcial, este solo puede ser utilizado si el usuario desea realizar una medición.

**6.2.2 Casos de Uso y descripción**

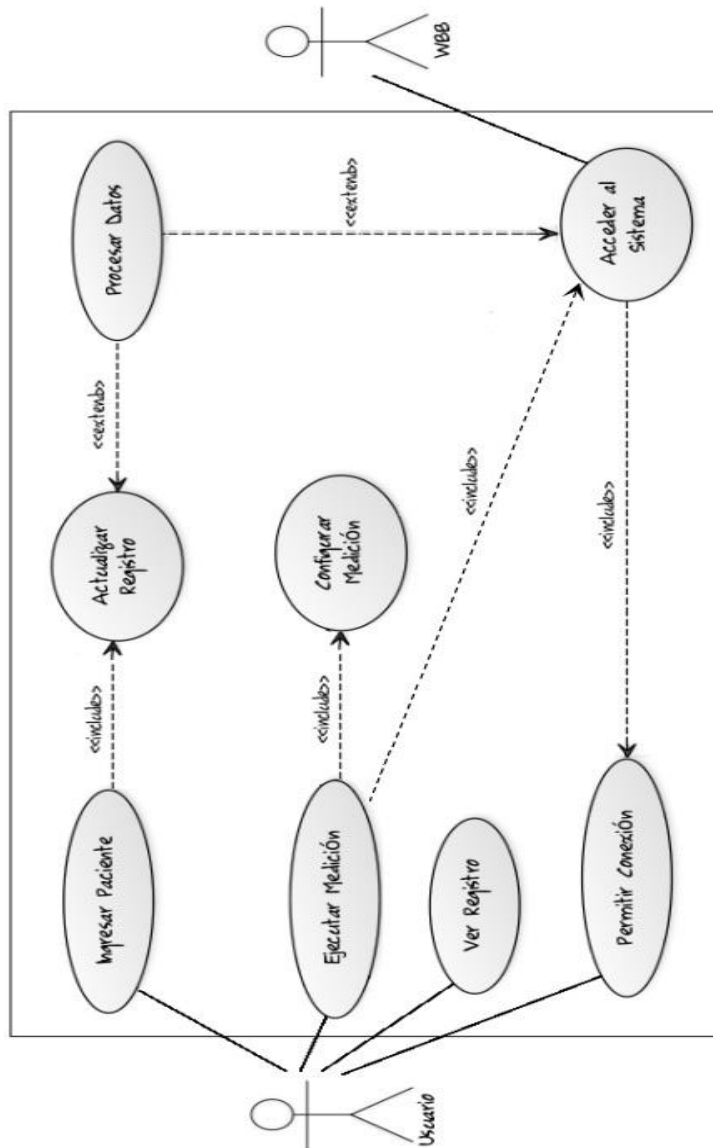


Figura 9. Diagrama de Casos de Uso

Como se entiende el usuario del sistema puede ser cualquier profesional de la salud que estudie la postura, éste puede ingresar un paciente, realizar una medición, ver los registros y conectar la WBB al sistema (Permitir conexión), sin esta última el usuario no puede realizar mediciones, pero puede ver los registros de los usuarios y de sus mediciones antes realizadas. Antes de realizar una medición el usuario debe configurar los parámetros de la medición, definir el tiempo de ejecución y que retroalimentación visual desea tener. Una vez conectada la WBB y configurado los parámetros, se puede realizar la medición, luego el sistema procesará los datos de entrada y si la medición es correcta para el usuario, se permite almacenar en el sistema.

### 6.2.3 Especificación de los Casos de Uso

Se describen cada caso de uso del diagrama anterior (Figura 9).

#### 6.2.3.1 Caso de Uso: Ingresar Paciente

- Descripción: El usuario ingresa un nuevo paciente al sistema.
- Pre-Condiciones:
  - Los campos Rut, Nombre, Apellido, Fecha de Nacimiento, Altura, Peso, Sexo y Número de Calzado son obligatorios.
  - No puede existir otro paciente con el mismo Rut.
- Flujo de Eventos Básicos:

Acción Actor	Respuesta del Sistema
1. Ingresar un nuevo paciente	2. Ingresar paciente a la base de datos
	3. Se bloquea la edición, quedando los campos en solo lectura.
	4. Cambia la configuración de algunos botones y los deja activos.

- Flujo de Eventos Alternativo:

Acción Actor	Respuesta del Sistema
5. Ingresar un nuevo paciente, con algún(os) campo(s) obligatorio(s) incompleto(s)	6. Muestra un mensaje en pantalla indicando el(los) ítem(s) faltante(s)
7. Ingresar un nuevo paciente, con Rut repetido	8. Muestra un mensaje indicando que un paciente con ese Rut ya está ingresado.

### 6.2.3.2 Caso de Uso: Permitir Conexión

- Descripción: Se realiza la conexión entre el sistema y la WBB.
- Pre-Condiciones:
  - La plataforma debe estar energizada.
  - El dispositivo bluetooth del equipo debe estar encendido.
- Flujo de Eventos Básicos:

Acción Actor	Respuesta del Sistema
1. Presiona botón de búsqueda para permitir la conexión del dispositivo	2. Cambia el estado en pantalla de desconectado a buscando
	3. Busca entre los dispositivos bluetooth cercanos la WBB
	4. Cambia el estado en pantalla de buscando a sincronizando
	5. Sincroniza la WBB con el sistema
	6. Cambia el estado en pantalla de sincronizando a conectado
	7. Cambia el valor y el nombre del botón de omitir a continuar

- Flujo de Eventos Alternativo:

Acción Actor	Respuesta del Sistema
8. Presiona botón de búsqueda para permitir la conexión del dispositivo	9. Cambia el estado en pantalla de desconectado a buscando
	10. Busca entre los dispositivos bluetooth cercanos la WBB, pero no la encuentra
	11. Cambia el estado en pantalla de buscando a desconectado
	12. Se muestra el error como un mensaje en pantalla

13. Presiona botón de búsqueda para permitir la conexión del dispositivo	14. Cambia el estado en pantalla de desconectado a buscando
	15. Busca entre los dispositivos bluetooth cercanos la WBB
	16. Cambia el estado en pantalla de buscando a sincronizando
	17. No sincroniza la WBB con el sistema
	18. Cambia el estado en pantalla de sincronizando a desconectado
	19. Se muestra el error como un mensaje en pantalla

### 6.2.3.3 Caso de Uso: Acceder al Sistema

- Descripción: La plataforma WBB accede al sistema.
- Pre-Condiciones:
  - El usuario debe presionar el botón de sincronización que posee la WBB .
  - El usuario debe permitir la conexión.
  - Para enviar datos el usuario debe realizar una nueva medición.
- Flujo de Eventos Básicos:

Acción Actor	Respuesta del Sistema
1. Emite una señal vía bluetooth intentando acceder al equipo	2. Reconoce la sincronización con el equipo y comienza la conexión con el sistema
3. Establece una conexión con el sistema	4. Establece como habilitado el estado de los botones que permiten realizar mediciones en el sistema
5. Envía los valores de cada sensor al sistema	6. Se procesa el dato para obtener un valor medible real y no un dato duro

- Flujo de Eventos Alternativo:

Acción Actor	Respuesta del Sistema
7. La batería del dispositivo se agota y quita la conexión al sistema	8. Da un aviso de error en pantalla y cierra cualquier medición en curso
	9. Establece como deshabilitado el estado de los botones que permiten realizar mediciones en el sistema

- Post-Condiciones:
  - La plataforma no debe desenergizarse.

#### 6.2.3.4 Caso de Uso: Ejecutar Medición

- Descripción: El usuario ejecuta una nueva medición de datos.
- Pre-Condiciones:
  - El usuario debe configurar la medición.
- Flujo de Eventos Básicos:

Acción Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario presiona el botón para realizar medición	2. Se despliegan ventanas dependiendo el o los tipo(s) de retroalimentación visual que seleccionó el usuario
	3. Se despliega una ventana con un mensaje y botones para confirmar o cancelar la medición
4. El usuario presiona el botón para confirmar realizar la medición	5. Se comienza un procesamiento de datos

- Flujo de Eventos Alternativo:

Acción Actor	Respuesta del Sistema
6. El usuario presiona el botón para cancelar la medición	7. Se cierran las ventanas desplegadas y se vuelve a la configuración de la medición



### 6.2.3.5 Caso de Uso: Configurar Medición

- Descripción: El usuario configura la medición que se va a realizar.
- Pre-Condiciones:
  - El usuario debe realizar una evaluación profesional del paciente, para determinar los parámetros de medición.
  - Para almacenar la medición debe existir un usuario seleccionado.
- Flujo de Eventos Básicos:

Acción Actor	Respuesta del Sistema
1. Selecciona el tiempo de ejecución de la medición	2. Se establece el tiempo de término de medición
3. Selecciona un gráfico de retroalimentación adicional al establecido por defecto	4. Establece el valor de la variable para mostrar el gráfico en pantalla como verdadero
5. Se escriben comentarios en base a lo visualizado y se almacena la medición	6. Se almacena la medición en la base de datos

### 6.2.3.6 Caso de Uso: Procesar Datos

- Descripción: El sistema procesa los datos para su visualización gráfica y para presentar un informe con un resumen estadístico.
- Pre-Condiciones:
  - La WBB debe haber accedido al sistema.
  - Se debe ejecutar una medición.
- Flujo de Eventos Básicos:

Acción Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario presiona el botón para confirmar realizar la medición	2. Al recibir valores se comienza a procesar el dato que ingresa y lo transforma en un valor medible
	3. Almacena en memoria los valores medibles
	4. Procesa los datos almacenados y los muestra en pantalla como resultado de la medición

### 6.2.3.7 Caso de Uso: Ver Registro

- Descripción: El usuario solicita ver pacientes y sus resultados.
- Pre-Condiciones:
  - Deben existir pacientes y mediciones almacenados anteriormente.
  - Para ver una medición debe seleccionar un paciente.
- Flujo de Eventos Básicos:

Acción Actor	Respuesta del Sistema
1. Se busca un paciente almacenado	2. Lista los resultados de búsqueda
	3. Cambia la función de algunos botones junto a su texto
4. Selecciona un paciente de la lista para su posterior visualización	5. Cambia a deshabilitado el estado de las cajas de entrada de texto
	6. Completa en cada caja de texto el valor según corresponda
7. Selecciona el tipo de variable a visualizar de manera gráfica según las mediciones realizadas anteriormente	8. Muestra un gráfico de variaciones de las muestras con respecto al tiempo para el análisis evolutivo del usuario

### 6.2.3.8 Caso de Uso: Actualizar Registro

- Descripción: se almacenan los valores en la base de datos.
- Pre-Condiciones:
  - Se realizar luego de ingresar un nuevo usuario.
  - Se efectúa luego realizar una nueva medición
- Flujo de Eventos Básicos:

Acción Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario presiona el botón para almacenar nuevo usuario	2. Se corrobora que los valores ingresados estén completos
	3. Se almacena en la base de datos
4. El usuario presiona el botón para almacenar un nuevo registro	5. Se captura la fecha y hora del equipo para ser almacenados en la base de datos

### 6.3 Modelamiento de datos

El usuario como se menciona anteriormente es quien ingresa a los pacientes al sistema, donde se interesa registrar valores importantes para un posterior diagnóstico, de acuerdo a la recopilación hecha a diversos profesionales que estudian la postura del cuerpo (revisar anexos) los campos obligatorios son: Rut, nombres, apellidos, fecha de nacimiento, sexo, altura y número de calzado, así, de manera opcional el resto de campos, como indicar el peso inicial, quien prescribe el análisis, informar si sufre alguna patología además de permitir el ingreso de alguna nota u observación antes de realizar cualquier examen. Cada paciente posee una serie de registros clínicos, que sirven para evaluar históricamente su avance según cada medición se le realiza a éste, para ello es importante evaluar el centro de presión en los ejes X e Y, si el peso influye en la postura y cada observación o nota que realice el usuario de acuerdo a las variables que nos entrega cada medición.

Dentro de los alcances del software (punto 4.1) se especifican los valores que recopila el software, pero estos valores se muestran al profesional para que realice el diagnóstico clínico, por lo que mucho de estos datos pueden ser registrados dentro de las observaciones, siempre según el criterio profesional.

Según esta información podemos visualizar el modelado de datos en el siguiente diagrama:

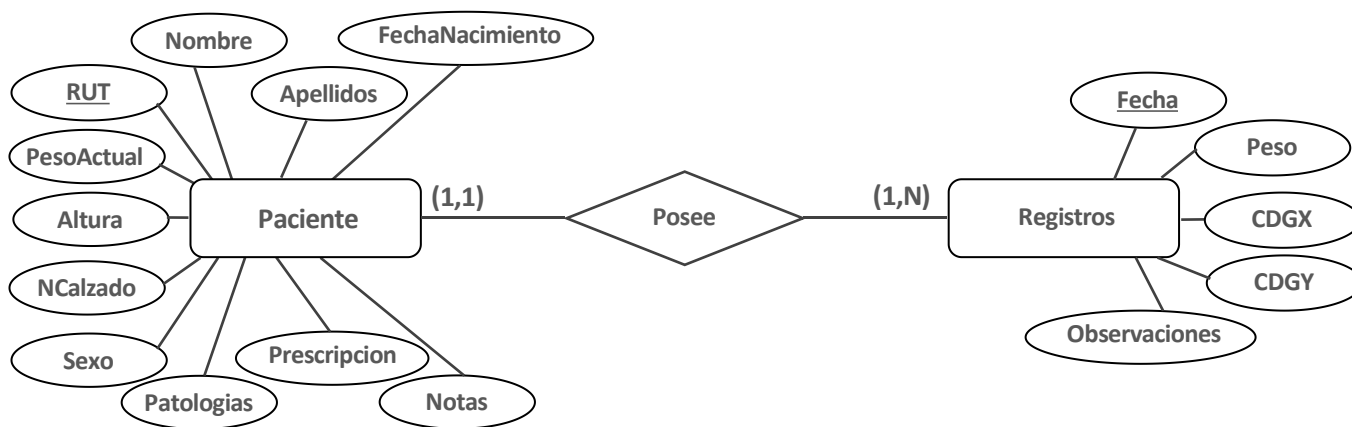


Figura 10. Modelo Entidad Relación

## 7 CAPÍTULO VI : DISEÑO

### 7.1 Diseño Físico de la Base de datos

Según el modelo entidad relación (Figura 10) podemos determinar el modelo relacional asociado a este, para entender como se desarrolló la base de datos:

**Paciente:** { (RUT: PK, Varchar), (Nombres: Varchar), (Apellidos: Varchar), (FechaNacimiento: Date), (Sexo: Char), (Altura: Float), (PesoActual: Float), (NCalzado: Integer), (Prescripcion: Varchar), (Patologias: Varchar), (Notas: Varchar) }

**Registros:** { (RUT: FK, Varchar), (Fecha: PK, SmallDateTime), (Peso: Float), (CDGX: Float), (CDGY: Float), (Observaciones: Varchar) }

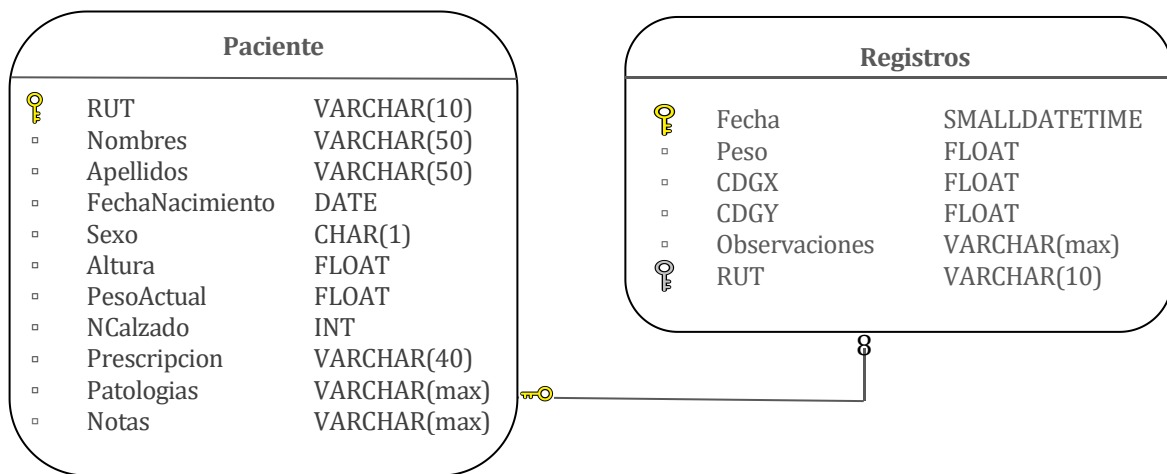


Figura 11. Diagrama de la Base de Datos

## 7.2 Diseño de arquitectura funcional

Se detalla el modelo arquitectónico para explicar el funcionamiento del software y su relación entre componentes.

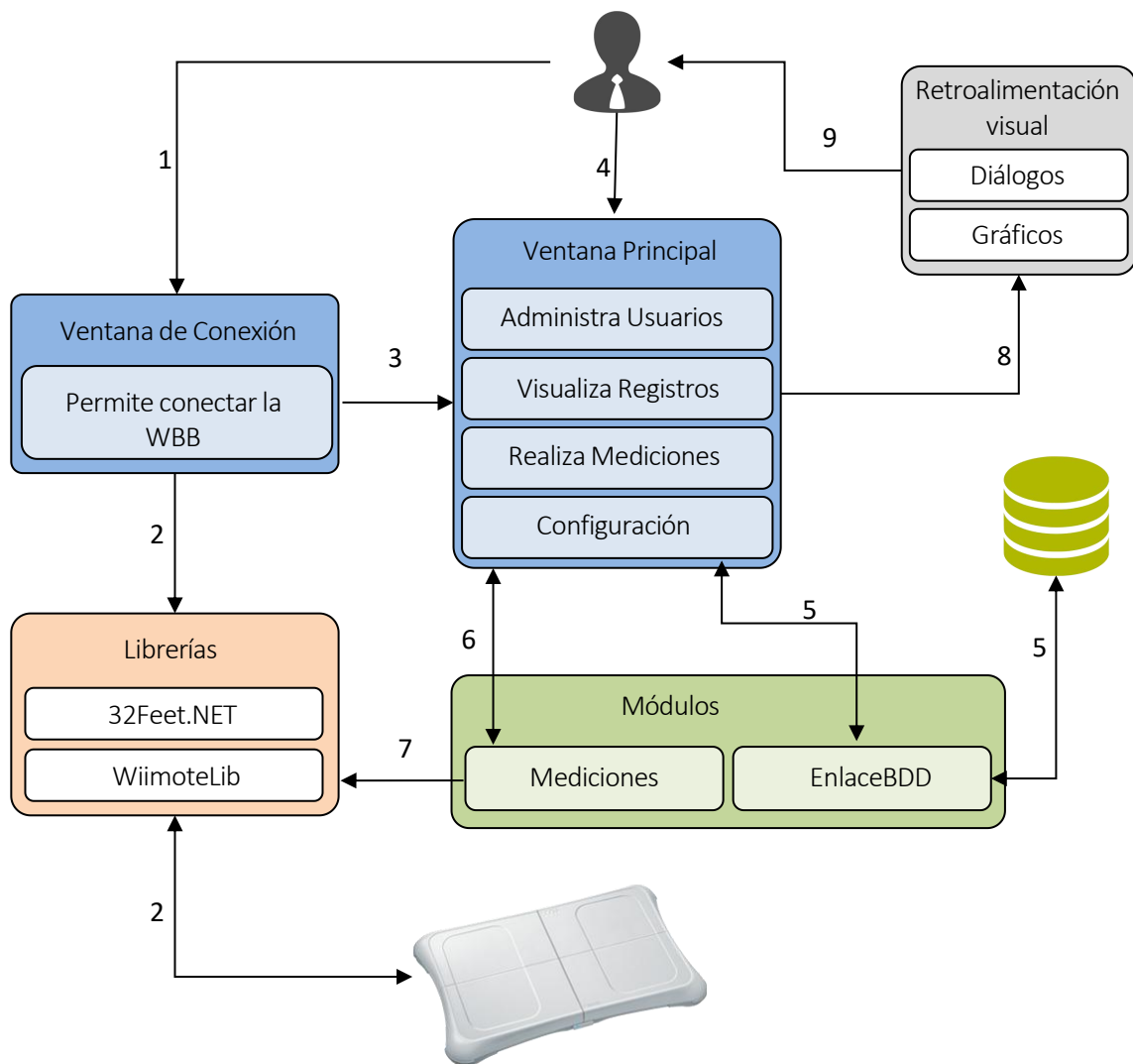


Figura 12. Modelo Arquitectónico del software

1. El usuario realiza (u omite) la conexión de la WBB al sistema.
2. El software hace uso de las librería 32Feet.NET para manipular el bluetooth del equipo y sincronizar la WBB al equipo, y la librería WiimoteLib permite manipular esta plataforma enlazándola al software.

3. La Ventana de Conexión comunica que el dispositivo esta conectado a la Ventana Principal, por lo que permite realizar mediciones en el sistema.
4. El usuario elige si desea crear un nuevo usuario o seleccionar uno ingresado; visualizar los registros de algún usuario ingresado; realizar una medición a un nuevo usuario, a un usuario ingresado o a ningún usuario registrado realizando solo una medición; o configurar los parámetros de medición para calibrar la plataforma según sus preferencias.
5. Para realizar cualquier acción con la base de datos, ya sea ingresar o consultar se utiliza el módulo que realiza el enlace a esta.
6. Cuando se realiza una medición el módulo encargado realiza un análisis de los datos que son procesados entregándolos en pantalla, durante y al finalizar la medición.
7. El módulo Mediciones se comunica con la librería encargada de la comunicación con la plataforma WBB para obtener los valores que procesará.
8. La información previa genera diálogos y los datos entregados durante una medición son presentados como gráficos para retroalimentación visual.
9. Esta información es entregada al usuario para que pueda tomar decisiones, que luego pueden ser ingresadas en la base de datos (punto 5), específicamente en cada medición.

### **7.3 Diseño interfaz y navegación**

Para desarrollar la interfaz de usuario es necesario considerar los estándares de visualización que nos presenta el IDE de Visual Studio Community 2017, en conjunto con los parámetros elegidos para generar un entorno visual agradable e intuitivo.

Además es importante recalcar y especificar más la información establecida en el punto 4.3.1 de interfaz de usuario donde el ícono del software es brindado por Medicine Vol.9 Icons, las imágenes de algunos botones y gráficos por Caribbean Blue que además usa uno de los colores seleccionados para el software: azul, éste y el color blanco son los que más predominan en el software utilizándose dentro de fondos, bordes, color de los botones y para recalcar alguna funcionalidad o selección, agregando el color rojo también para este último uso, mezclando los tres por ejemplo para el uso en gráficos.

La resolución mínima es de 800x600 intentando cumplir con la necesidad de la mayor compatibilidad posible, independiente de las propiedades de la pantalla que se utilice.

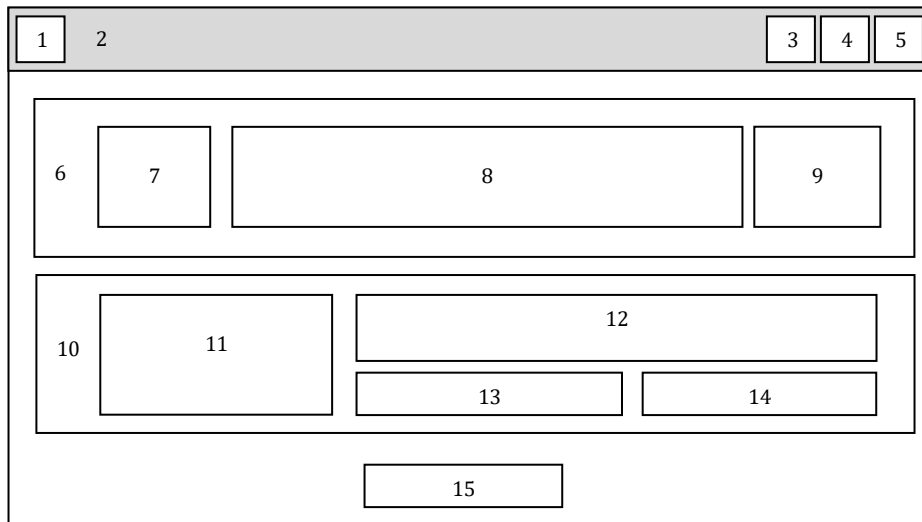


Figura 13. Especificación de Interfaz: Ventana de Conexión

1. Ícono del software - Cambiando el que se encuentra por defecto en el IDE
2. Título de la ventana
3. Botón de Minimizar - Estándar IDE
4. Botón de Maximizar (desactivado) - Estándar IDE
5. Botón de Cerrar Programa - Estándar IDE
6. Nombre del grupo de elementos contenidos: Bluetooth
7. Imagen Bluetooth
8. Mensaje de estado del adaptador
9. Botón de conexiones de red y de configuración del adaptador bluetooth
10. Nombre del grupo de elementos contenidos: Wii Balance Board
11. Imagen WBB
12. Mensaje de información en relación a la conexión con la plataforma
13. Mensaje de estado de la conexión
14. Botón para establecer la sincronización
15. Botón para omitir la conexión, en caso de no enlazar el dispositivo o para continuar con la conexión establecida.

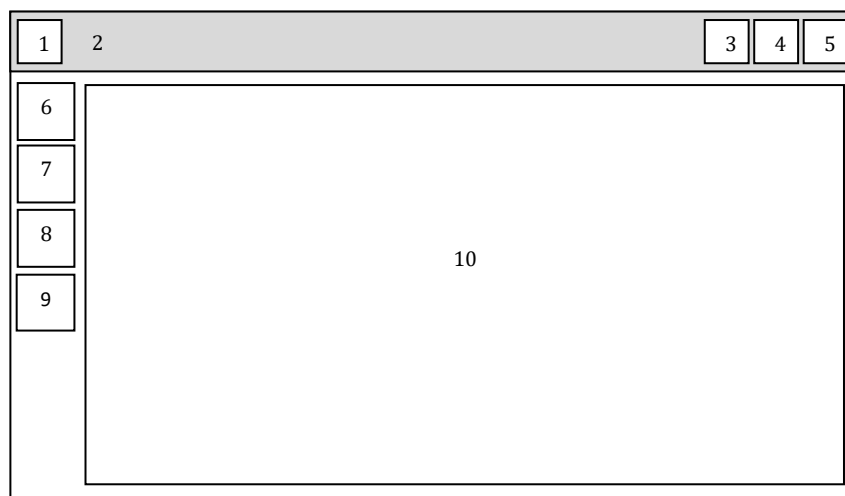


Figura 14. Especificación de Interfaz: Ventana Principal

1. Ícono del software - Cambiando el que se encuentra por defecto en el IDE
2. Título de la ventana
3. Botón de Minimizar - Estándar IDE
4. Botón de Maximizar - Estándar IDE
5. Botón de Cerrar Programa - Estándar IDE
6. Pestaña de selección: Usuarios - utilizada para la gestión de éstos.
7. Pestaña de selección: Registros - analiza las mediciones realizadas a un usuario específico.
8. Pestaña de selección: Mediciones
9. Pestaña de selección: Configuración - modifica los parámetros de medición.
10. Contenido de la pestaña

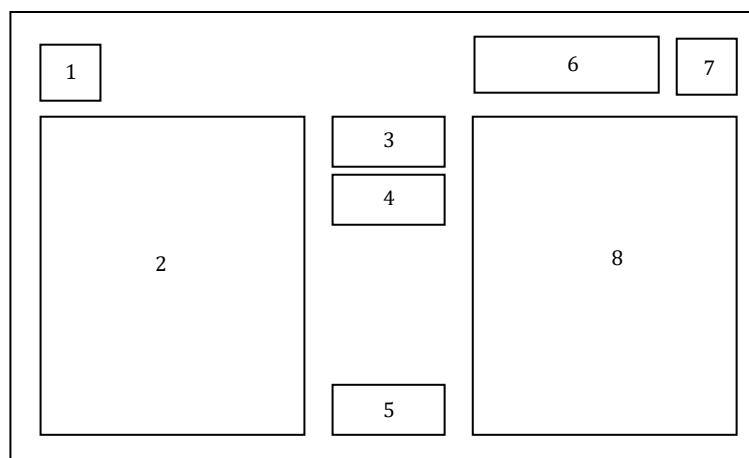


Figura 15. Especificación de Interfaz: Pestaña Usuarios



1. Botón para indicar el ingreso de un nuevo usuario
2. Formulario para ingresar los datos de un nuevo usuario
3. Botón de editar/guardar
4. Botón para ver usuarios buscados
5. Botón para omitir/seleccionar un usuario.
6. Barra de búsqueda
7. Botón de búsqueda
8. Resultados de búsqueda

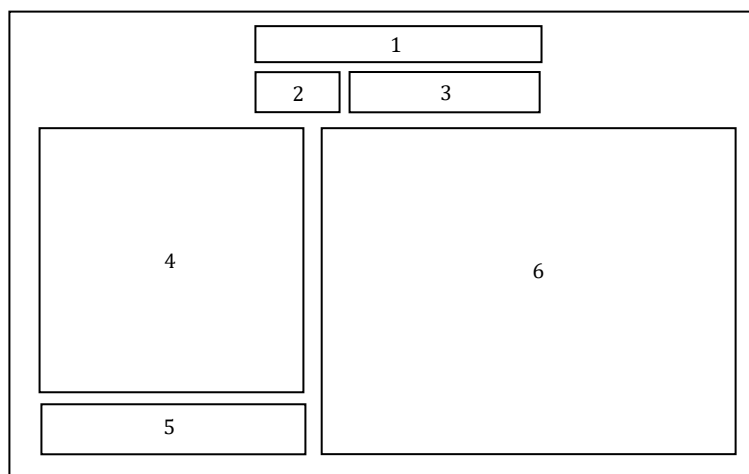


Figura 16. Especificación de Interfaz: Pestaña Registros

1. Sección donde se busca/cambia/indica el usuario seleccionado
2. Botón para ver los registros/gráficos
3. Seleccionar el gráfico a mostrar
4. Registros
5. Botón para agregar un nuevo registro (realizar una nueva medición)
6. Muestra de los gráficos

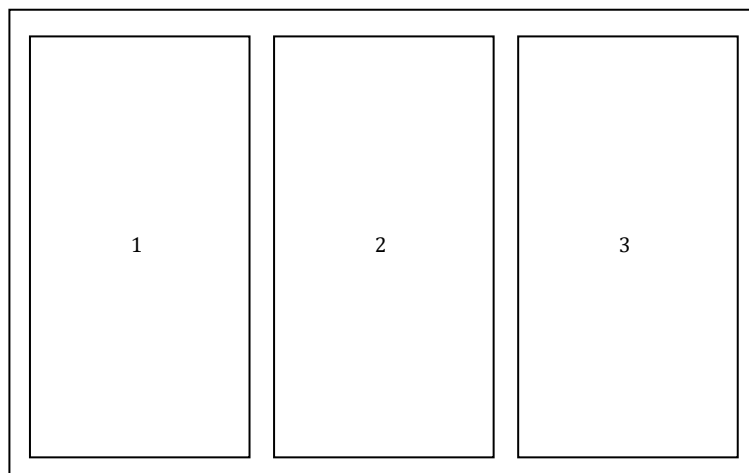


Figura 17. Especificación de Interfaz: Pestaña Mediciones

1. Sección donde se realiza la configuración
2. Sección donde de muestra la información o resultados
3. Sección donde finaliza la medición y se almacena en los registros

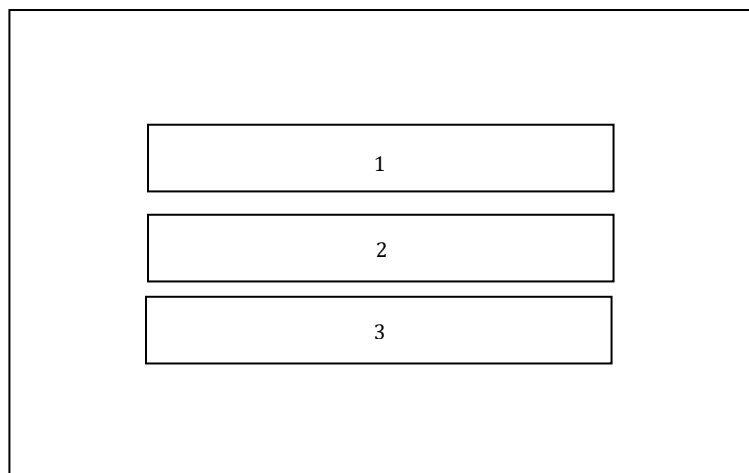


Figura 18. Especificación de Interfaz: Pestaña Configuración

1. Texto informativo sobre la configuración
2. Variables a editar
3. Botón para confirmar la configuración

Así como visualizamos la interfaz del software también podemos entender como es la navegación del sistema, comprendiendo que desde la ventana de conexión podemos ingresar a las conexiones de red para visualizar si poseemos un adaptador bluetooth o saber si está desactivado, y a la configuración de este, en el caso que se encuentre activado pero apagado; también podemos entrar a la ventana principal que posee tres pestañas, donde se puede navegar libremente entre las tres, pero cada una posee un opción de acceso dentro del flujo ideal de navegación desde el punto de vista clínico, viendo que una vez seleccionado el usuario, se deseará ver los registros que posee, pasando desde la administración de usuarios (pestaña usuarios) a los registros que posee (pestaña registros), así el profesional puede revisar y recordar el progreso del paciente, y determinar si se desea agregar un nuevo registro , generando una nueva medición (pestaña mediciones), si bien, no puede realizar la medición porque no estableció un enlace con la plataforma WBB, por el motivo que fuese, se puede acceder nuevamente a la ventana de conexión para realizar este proceso; Así también, en el caso de que el profesional no estimaba almacenar la medición, y no seleccionó a un usuario, también puede optar por cambiar su preferencia, volviendo a la administración de usuarios.

Así lo podemos visualizar de la siguiente manera:

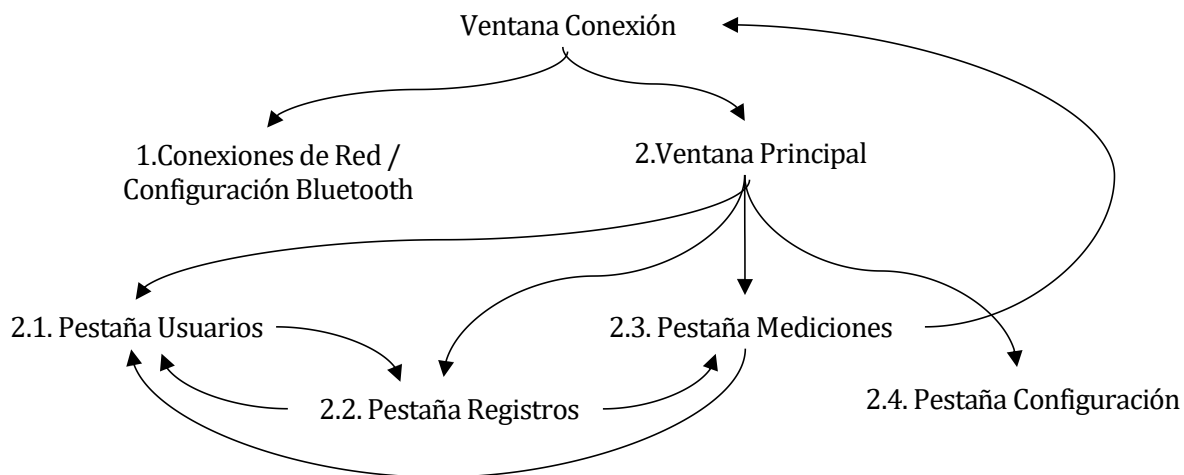


Figura 19. Esquema de Navegación

## 7.4 Especificación de módulos

Como vimos anteriormente, el modelo arquitectónico (Figura 12) muestra los módulos del programa, estos se describen a continuación:

N° Módulo: 1		Nombre Módulo: Mediciones	
Parámetros de entrada		Parámetros de Salida	
Nombre:	Tipo de dato:	Nombre:	Tipo de dato:
X1	float	CalcularDistancia	float
Y1	float		
X2	float		
Y2	float		
verG1	boolean	MostrarGrafico1	void
verG2	boolean	MostrarGrafico2	void
w	int	GenerarImagen	Bitmap
h	int		
wm	Wiimote	EnlaceWBB	void
Se genera para obtener el valor de Wiimote proveniente de la conexión establecida en la ventana de conexión			
remite	object	WBBcambioEnWiimote	void
args	WiimoteChangedEventArgs		
Se utiliza cada vez que se actualiza la información recopilada de la WBB			

El tipo de dato Wiimote es la implementación de un mando de comunicación, dispositivo de la consola Wii, que para nuestro caso representa el valor de la WBB, y el tipo de dato WiimoteChangedEventArgs es una clase heredada de la clase EventArgs de System, donde se define el argumento enviado a través del evento para indicar un cambio en el Wiimote.

N° Módulo: 2		Nombre Módulo: EnlaceBDD	
Parámetros de entrada		Parámetros de Salida	
Nombre:	Tipo de dato:	Nombre:	Tipo de dato:
Valores	string[] (array)	IngresarBDD	bool
Nombre	string		
Antes	string[] (array)	EditarBDD	bool
Despues	string[] (array)		
Comando	string	EjecutarBDD	bool
ev	string	EliminarVacios	string
Rut	int	DigitoVerificador	char
Buscar	string	BuscarBDD	SqlDataReader
Rut	string	ExtraerBDD	SqlDataReader

---

## 8 CAPÍTULO VII: PRUEBAS

---

### 8.1 Elementos de prueba

En el modelo incremental las pruebas al igual que en los capítulos anteriores se desarrolla en cada iteración que se realiza, en donde se muestra el resultado, explicado con detalle en esta sección, especificando con detalle como se formulan las pruebas. Para realizar las pruebas se establece un orden de prioridad según la construcción, comenzando por la comunicación de hardware, entre módulos y finalmente entre componentes; así podemos dejar en claro que es primordial que exista una buena conexión entre el equipo y la WBB, que la programación realizada cumpla con las necesidades, y finalmente que los componentes que entrega Visual Studio funcionen de manera correcta, especialmente la comunicación entre lo funcional y lo visual.

### 8.2 Especificación de las pruebas

El primer punto en el desarrollo es el funcionamiento, fuente de todo el trabajo a realizar, así se establece que si no funciona no se puede continuar para luego realizar las modificaciones; una vez establecido esto analizamos la consistencia de los datos, analizando si éstos son realmente los que necesitamos, si hay que agregar restricciones para evitar el mal funcionamiento del software y asegurarnos que éstos no se repitan; así finalmente nos enfocamos en la interfaz y navegación, que muestre realmente la información necesaria al usuario final, explicación de posibles errores que pueda cometer, mensaje de confirmación e información que necesite para sobrellevar el buen funcionamiento y ejecución de las distintas opciones que brinda el software.

Los niveles de prueba se realizan solo por integración, ya que el enfoque realizado es de caja negra, dándole al igual que la planificación un enfoque lineal.

Por ende las pruebas realizadas se pueden simplificar a las siguientes necesidades:

- ID prueba: código de prueba, definido por el número de iteración.
- Característica a probar: indicar funcionalidad, consistencia o interfaz.
- Objetivo de la prueba: especificar que se espera encontrar o detectar

- **Actividades de prueba:** procedimiento necesario para ejecutar las pruebas, incluye la preparación o configuración de hardware o software, la ejecución de las pruebas según el orden requerido, la acciones después de ejecutar las pruebas.
- **Criterios de cumplimiento:** comentarios y características para su aprobación

Según estos criterios podemos establecer que se realizarán las siguientes pruebas:

ID	Características a probar	Objetivo de la prueba	Actividades de prueba	Criterios de cumplimiento
i1_01	Funcionalidad	Obtener respuesta LED de la WBB	Probar la función de la librería que enlaza la plataforma y esperar a que la WBB mantenga encendido el LED.	El LED no parpadea y se mantiene encendido durante su utilización
i1_02	Funcionalidad	Obtener un valor de la WBB	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Establecemos la conexión con la WBB</li> <li>▪ Agregamos diversos objetos con distinta masa a la plataforma</li> </ul>	En consola se debe mostrar mínimo un valor, con masa sobre la WBB.
i1_03	Funcionalidad	Establecer que las conexiones están correctas y no existen fallos.	Conectar, cerrar y volver a iniciar la aplicación para conectar el dispositivo nuevamente	Establecer la conexión cada vez que se inicia la aplicación, para así poder obtener datos
i1_04	Consistencia	Saber si los datos están repetidos, si existe la posibilidad de optimizar la información de entrada	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Seguimiento del desarrollo realizado</li> <li>▪ Revisión en cuanto al cumplimiento de los estándares y notaciones establecidos al comienzo del proyecto.</li> </ul>	No deben existir módulos o funciones mal estructuradas, con objetivos específicos, ayudando a la reutilización. Debe existir comentarios adecuados dentro del código, que ayude a entender la utilización o funcionalidad. Se debe cumplir con los estándares y notaciones establecidos.
i1_05	Interfaz	Establecer si el aspecto es intuitivo	Solicitar a varios usuarios que comenten sus impresiones para conectar la plataforma	Aprobación de los usuarios consultados.
i1_06	Interfaz	Verificar la armonía de los colores utilizados	Consultar si los colores establecidos dentro de la aplicación reflejan lo establecido en el punto 4.3.1	Aprobación de los usuarios consultados.
i2_01	Funcionalidad	Verificar el funcionamiento del botón Nuevo Usuario/Paciente	Probar el funcionamiento al presionar el botón	Éste debe activar los elementos que se encuentran deshabilitados y cambiar el color del botón Guardar para guiar al usuario en la siguiente acción recomendada a realizar.

i2_02	Funcionalidad	Verificar el funcionamiento del botón Guardar/Editar	Probar el funcionamiento al presionar el botón	<p>Cuando éste diga Guardar debe obtener un mensaje en pantalla con los datos obtenidos desde los otros elementos completados, cambiar el texto a "Editar", el color de fondo debe volver a su color original, el botón continuar debe cambiar de color para resaltar la acción recomendada a realizar y deshabilitar la edición en los elementos de completado. Cuando éste diga Editar debe volver a habilitar la edición en los otros elementos y cambiar el texto a "Guardar".</p> <p>En el caso de omitir un campo obligatorio debe mostrar un mensaje para el conocimiento del usuario</p>
i2_03	Funcionalidad	Verificar el funcionamiento del botón Omitir/Continuar	Probar el funcionamiento al presionar el botón	<p>Si éste dice Omitir, solo debe acceder a la pestaña Mediciones, pero si el texto indica Continuar, entonces debe derivar a la pestaña registros, además de cambiar el texto de cada pestaña de "usuario no seleccionado" al nombre completo del paciente en cuestión.</p>
i2_04	Consistencia	Establecer que los datos que se almacenarán son correctos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Seguimiento del desarrollo realizado</li> <li>▪ Mostrar los datos en pantalla de la información del usuario</li> <li>▪ Observar los valores mostrados en la medición.</li> </ul>	<p>Los datos deben presentar el formato correcto antes de ser almacenados en la base de datos, no deben faltar valores excepto los campos no obligatorios, los resultados de la medición deben ser valores reales y claros para el profesional, expresados en la forma idónea para generar el futuro script SQL</p>
i2_05	Interfaz	Visualizar la correcta posición de los elementos al momento de cambiar el tamaño de la pantalla	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cambiar el tamaño de la pantalla</li> <li>▪ Maximizar y minimizar el software</li> </ul>	<p>Los objetos deben mostrar patrones de comportamiento dependiendo del tamaño y deben mantener el alineamiento o simetría al ajuste de pantalla del software.</p>
i2_06	Consistencia	Comparar valores reales con los obtenidos por el software generado	Comparar resultado de la medición efectuada a distintos objetos en una báscula y en el software	<p>Determinar un valor similar al obtenido por una báscula certificada y establecer que los valores obtenidos pueden ser considerados válidos.</p>
i3_01	Consistencia	Comprobar la inserción y edición de usuarios en la Base de Datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Crear un nuevo paciente, completando todos los campos necesarios</li> <li>▪ Presionar el botón Guardar en la pestaña Usuarios</li> <li>▪ Presionar el botón Editar</li> <li>▪ Realizar una serie de modificaciones</li> <li>▪ Presionar el botón Guardar en la pestaña Usuarios</li> </ul>	<p>Al guardar o editar un nuevo paciente se debe indicar la acción en pantalla.</p> <p>Al revisar la base de datos de manera manual, los datos deben estar ingresados en la tabla correspondiente.</p>

i3_02	Consistencia	Comprobar la inserción de mediciones en la base de datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Seleccionar un usuario o crear uno nuevo</li> <li>▪ Realizar una nueva medición</li> <li>▪ Presionar el botón Guardar en la pestaña Mediciones</li> </ul>	<p>Al momento de presionar el botón de Guardar se debe mostrar un mensaje en pantalla.</p> <p>Al revisar la base de datos de manera manual, los datos deben estar ingresados en la tabla correspondiente.</p>
i3_03	Funcionalidad	Verificar el funcionamiento del botón Buscar	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ingresar parámetros de búsqueda</li> <li>▪ Presionar el botón Buscar</li> </ul>	<p>Al ingresar una texto que coincida con algún valor de la tabla respectiva en la base de datos, el o los resultado(s) se debe(n) mostrar en el ListView</p>
i3_04	Funcionalidad	Verificar el funcionamiento del botón Ver en la pestaña Usuarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Seleccionar un resultado de búsqueda en el ListView</li> <li>▪ Presionar el botón Ver en la pestaña Usuarios</li> </ul>	<p>Se muestra el paciente/usuario seleccionado, en cada uno de los campos o elementos presentes, además de cambiar el estado de "Habilitado" a "Solo Lectura" o "Deshabilitado" según sea el caso, cambiando el texto del botón Guardar de la pestaña Usuarios a Editar, y si éste es el caso cambia el botón "Omitir" a "Continuar".</p>
i3_05	Funcionalidad	Verificar el funcionamiento del botón Ver en la pestaña Registros	Presionar el botón Ver en la pestaña Registros	<p>Se deben mostrar los resultados de las mediciones efectuadas y almacenadas en la base de datos según el usuario que se encuentre seleccionado, el contenido se presenta en el ListView de la pestaña</p>
i3_06	Funcionalidad	Verificar el funcionamiento de los botones modificados	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presionar el botón continuar de la pestaña Usuarios</li> <li>▪ Presionar el botón Cambiar/ Seleccionar en la pestaña Registros</li> <li>▪ Presionar el botón Cambiar/ Seleccionar en la pestaña Mediciones</li> <li>▪ Presionar el botón Nuevo Registro</li> </ul>	<p>Al presionar el botón continuar, el texto de las pestañas Registros y Mediciones cambia de "Usuario no seleccionado" al texto según el usuario establecido, al presionar el botón Cambiar o Seleccionar debe dirigir a la pestaña Usuarios, así como al querer agregar un nuevo registro desde dicha ubicación se debe cambiar a la pestaña Mediciones.</p>
i3_07	Consistencia	Visualización correcta de los valores en pantalla	Realizar una búsqueda y verificar si los valores mostrados en los ListView concuerdan con los parámetros ingresados, cerciorando además si los datos son bien presentados al usuario del sistema	<p>Se muestran los valores acorde a la búsqueda para que el profesional pueda seleccionar al paciente de manera fácil, correcta y según su criterio de selección, por lo que en el ListView se deben mostrar todos los datos de el o los paciente(s) que se obtengan de esta acción.</p>



i3_08	Interfaz	Visualización correcta de las modificaciones efectuadas y de los elementos agregados a la pestaña Registros	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presionar el botón continuar de la pestaña Usuarios</li> <li>▪ Presionar el botón Cambiar/ Seleccionar en la pestaña Registros</li> <li>▪ Presionar el botón Cambiar/ Seleccionar en la pestaña Mediciones</li> <li>▪ Presionar el botón Nuevo Registro</li> <li>▪ Maximizar la pantalla</li> <li>▪ Cambiar tamaño de la ventana</li> </ul>	Los botones en la pestaña Usuario deben cambiar de color y texto según corresponda; los objetos deben mantener el alineamiento al momento de variar el tamaño de la ventana; los datos dentro del ListView se deben mostrar con las mismas columnas que en la base de datos
i4_01	Funcionalidad	Verificar el buen funcionamiento del botón cambiar de la pestaña Configuración	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Seleccionar y cambiar los valores de masa</li> <li>▪ Presionar el botón "Cambiar"</li> <li>▪ Seleccionar y cambiar los valores de sensibilidad</li> <li>▪ Presionar el botón "Cambiar"</li> </ul>	Al presionar el botón cambiar se cambian los valores de medición, generando otro tipo de información al realizar una medición.
i4_02	Funcionalidad	Corroborar el funcionamiento del botón "ver" al cambiar la selección en el Cuadro de Lista de la pestaña Registros	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Seleccionar un valor en el Cuadro de Lista o ListView</li> <li>▪ Presionar el botón "Ver"</li> </ul>	Se selecciona un valor del cuadro de lista, al presionar el botón ver, se genera un nuevo gráfico dependiendo la selección realizada.
i4_03	Interfaz	Analizar que los valores mostrados en los gráficos son los entregados por la base de datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar una nueva medición sobre un usuario almacenado en la base de datos</li> <li>▪ Almacenar resultados de la medición</li> <li>▪ Seleccionar pestaña registros</li> <li>▪ Seleccionar el tipo de valor a mostrar</li> <li>▪ Comparar resultados del ListView con la base de datos</li> <li>▪ Verificar que las variaciones del gráfico corresponden a los resultados obtenidos</li> </ul>	Al realizar una nueva medición se entrega un informe en pantalla con los valores obtenidos, muchos de estos valores son almacenados en la base de datos, por lo que al comparar éstos, deben ser idénticos, así mismo al solicitar los valores a la base de datos, al ser mostrados en el software deben coincidir tanto en el ListView como en el gráfico.
i4_04	Interfaz	Visualizar el funcionamiento normal del software de manera global	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar prueba de funcionamiento global del software</li> </ul>	El sistema debe funcionar de manera regular, entre las partes, sin inconvenientes para el usuario.

### **8.3 Conclusiones de Prueba**

En cada iteración se establece un resultado o conclusión de las pruebas efectuadas, pero de manera global podemos concluir que el modelo por iteraciones facilita mucho el desarrollo del software, avanzando por etapas, especialmente para un proyecto informático desarrollado por un solo usuario, que en factor tiempo trabaja mayormente de manera lineal, con pocas posibilidades de realizar procesos en paralelo, ya que esto puede confundir la línea normal de eventos y trabajos realizados. Por otro lado en cada iteración se realizaron cambios que afectaron mayormente al front end de la aplicación generada, si nos damos cuenta, el manejo de éste es una necesidad muy importante para el cliente o usuario final, que se basa mucho en el aspecto visual para determinar si el software cumple con estándares propios, siendo muy difícil el concluir una imagen acorde a la información entregada por diversas fuentes, por ende solo se solicitó aprobación sobre un desarrollo establecido por el programador y se tomó en consideración la opinión de diversos profesionales a la hora de realizar cambios.

---

## 9 CAPÍTULO VIII: PROCESO DE DESARROLLO

---

### 9.1 Introducción e investigación

El comienzo de la investigación nace en base a una serie de conversaciones con profesionales del área de la salud, más específicamente con don Nicolás Alexander Gómez Álvarez (revisar Anexos), quien menciona los estudios en base a el uso del juego WiiFit de Nintendo para la neurorehabilitación en personas que han sufrido un accidente cerebrovascular [12], en base a lo anterior se comenzó a desarrollar el proyecto informático. Uno de los factores a investigar era los costos de las herramientas de medición actuales como lo son las plataformas de fuerza y plataforma de presiones. En base a esto calculamos que la diferencia de precios es bastante grande ya que la WBB la podemos encontrar entre los CLP 20.000 hasta los CLP120.000, dependiendo si se esta es usada, nueva, original, alternativa, incluida junto a un juego, etc.[13][14] A diferencia de los valores de algunas plataformas de fuerza y de presiones consultadas, que varía entre los £635.00 [15] (CLP 550.000 aprox.) y los EUR 3.261,00 [16] (CLP 2.460.000 aprox.), si establecemos el valor de la WBB en CLP 70.000 los valores de los demás dispositivos aumentarían aproximadamente entre un 685,7% y un 3.414,3%.

Otro factor a investigar, el lenguaje de desarrollo del proyecto. En su comienzo se estableció inicialmente JAVA como el lenguaje de comunicación con la plataforma, pero en la búsqueda por realizar la conexión de la plataforma WBB con el equipo, se estableció que la pila bluetooth influía en la toma de decisiones, ya que el equipo de trabajo (punto 3.2.1) posee una pila bluetooth original de Windows, como consecuencia, se cambió el lenguaje de programación a C#, que nos brinda todas las facilidades de trabajo con la librería 32feet.NET para el uso de bluetooth y la librería de comunicación WiimoteLib para la manipulación de cualquier mando de comunicación de la consola Wii, importante para facilitar el trabajo y el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Una vez establecida esta investigación inicial se pudo dar por comenzado el desarrollo por iteraciones establecido inicialmente en la metodología, donde se recopiló mayor información asociada a la posturografía.

## 9.2 Iteración 1

Presentación del desarrollo realizado en la primera iteración

### 9.2.1 Comunicación

Comenzamos esta etapa con la información que disponemos inicialmente, la investigación realizada nos brinda los primeros pasos para desarrollar un software que obtenga los datos de una WBB, que es el comienzo para que éstos después puedan ser manipulados según los criterios del profesional y asignados al paciente que se le realice la medición.

### 9.2.2 Planeación

Lo que se busca es introducir lo investigado al desarrollo, para eso hay que saber los datos que se obtienen desde la plataforma, para poder manipularlos, mostrando valores reales. Si las librerías entregan información, saber que tipos de valores entregan para poder generar el front end adecuado para la visualización del usuario y que éste sea, como se ha mencionado en otras ocasiones, tanto amigable como intuitivo a la hora de su utilización.

En esta primera iteración los pasos a seguir son los siguientes:

- Adquirir los conocimientos necesarios del lenguaje de programación C#, conocer su estructura y diferencias con los lenguajes ya aprendidos.
- Conocer el funcionamiento de las librerías para poder utilizarlas de manera adecuada.
- Iniciar el proceso de desarrollo para establecer una conexión entre la WBB y el equipo de trabajo generando un prototipo inicial de software.
- Documentar lo generado en los procesos anteriores.

### 9.2.3 Modelado

En la posición de un usuario que utiliza poco la tecnología, hay cierta información que es necesaria saber, la idea es poner al tanto a los usuarios de como establecer una conexión sin problemas y así responder preguntas como: ¿tengo un adaptador bluetooth?, y si tengo ¿donde lo busco?, ¿está funcionando?, ¿como conecto mi dispositivo?, etc.

Para ello definimos una ventana para realizar esta conexión como podemos ver en la figura 13, donde la información que se establece para mostrar es la siguiente:

- Información completa de bluetooth, informar si el usuario posee adaptador bluetooth, posibilidad de activar y encender el adaptador dentro de lo posible.
- Información de la WBB, indicar si el dispositivo se encuentra desconectado, conectado o en un estado intermedio, además de indicaciones o mensajes para realizar el proceso más fluido.
- Posibilidad de continuar omitiendo la conexión, pensando en solo administrar datos de los pacientes, sin poder realizar mediciones nuevas.

Así también es necesario crear el módulo mediciones, para el caso de ser necesaria la interacción entre la ventana de conexión que crearemos, con la ventana principal; además de realizar todo el desarrollo del back end, que en general es manipular la información obtenida. Para demostrar que efectivamente se realizó la conexión debemos obtener por lo menos un dato de la WBB, mostrado en pantalla o consola.

#### **9.2.4 Construcción**

Se genera un software inicial que permite establecer una conexión entre los dispositivos utilizados durante el proceso de programación, para cumplir con lo planificado se realizan diversas pruebas y se observa cierto comportamiento irregular, por lo que las medidas para solucionar estos problemas se resuelve de manera parcial según el desarrollo de la siguiente iteración.

Al realizar el proceso de pruebas nos damos cuenta de los aspectos que debemos modificar. Así podemos identificar donde existen problemas, como al cerrar y volver a iniciar la aplicación, que no reconoce la sincronización de la WBB con el equipo no permitiendo la conexión con el software. Además existen datos sin ocupar, donde se requiere optimizar los recursos y comentar lo desarrollado.

#### **9.2.5 Despliegue**

Se muestran los resultados del software para la evaluación de los distintos profesionales del área de la salud, que nos entregan la aprobación y la información necesaria para el desarrollo de la siguiente iteración relacionada a la información que se almacenará en la base de datos. Además se corrigen los problemas establecidos en las pruebas, quedando establecido que al momento de cerrar la aplicación también se quite la sincronización con el equipo, evitando así el error al momento de volver a iniciar el software y también antes

de realizar la búsqueda, para evitar fallos imprevistos, también se eliminan los datos repetidos y se comenta parte del código.

Los resultados visuales de esta iteración son los siguientes:

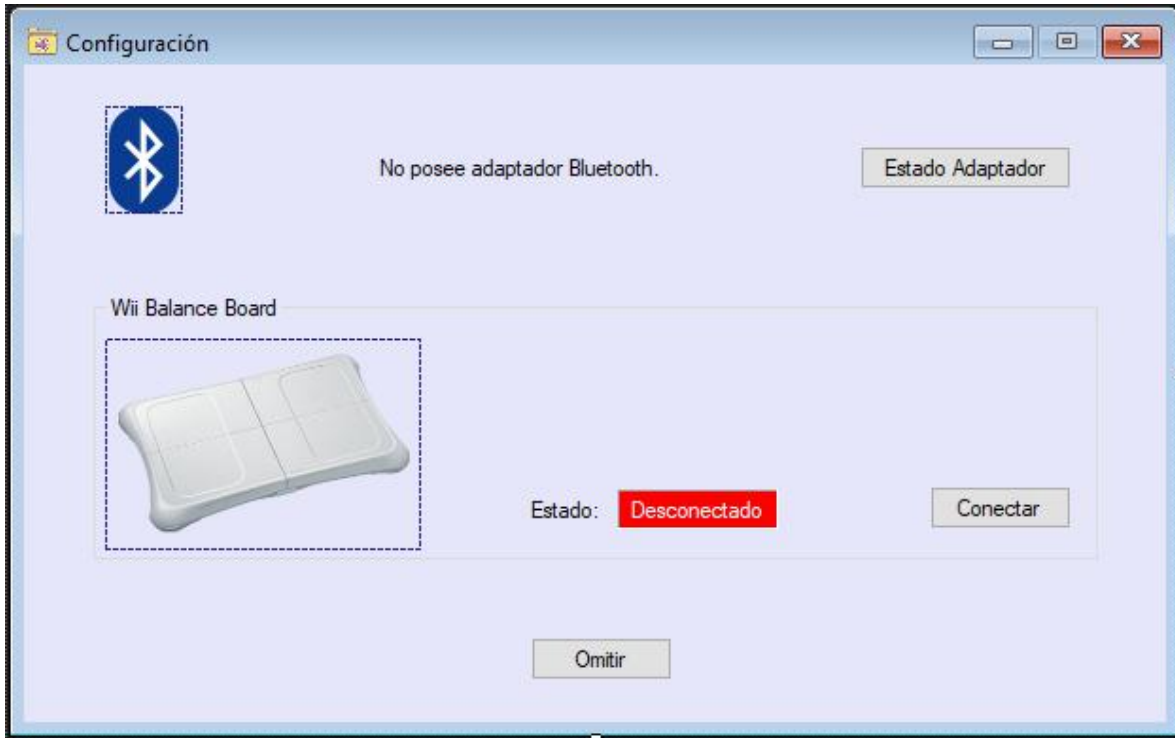


Figura 20. Resultado visual de modelado en iteración 1: Ventana de Conexión

Figura 21. Resultado visual de modelado en Iteración 1: Mediciones

### 9.3 Iteración 2

Presentación del desarrollo realizado en la segunda iteración

#### 9.3.1 Comunicación

Se realiza una revisión de lo ejecutado en la iteración anterior, por lo que se le consulta a los especialistas cuales son los datos necesarios para almacenar, y que pueden ser relevantes a la hora de tomar decisiones o establecer algún diagnóstico clínico. Por ende se establecen los valores que se necesitan de los pacientes inicialmente para el control de usuarios y los valores que deben obtenerse en cada medición, estos valores son los que se almacenarán en la base de datos.

Los datos establecidos son los mismos indicados en el punto 6.3 del presente documento y los datos recopilados de cada medición son los entregados en el punto 4.1, donde podemos diferenciar los valores que se muestran al profesional que utilice el sistema, a los registros que se almacenan en la base de datos.

Así también se indica que dentro de las mediciones podamos realizar una configuración a ésta, pudiendo cambiar el tiempo de medición, establecido en treinta, cuarenta y cinco o sesenta segundos, seleccionar una variante de retroalimentación visual y al finalizar podamos exportar los datos, recomendando que sea de manera visual.

### 9.3.2 Planeación

Para desarrollar la siguiente iteración, nos planteamos desarrollar la pestaña usuarios, en relación al control de los pacientes y mejorar la pestaña mediciones, que es donde se realizará la configuración inicial y mostrará la información obtenida al procesar los datos sin desarrollar el proceso de almacenamiento en la base de datos, que dedicaremos en la siguiente iteración.

Es por ende que establecemos los siguientes pasos para desarrollar:

- Consultar sobre el diseño de interfaz a posibles usuarios del sistema, presentando un modelo y modificando según la retroalimentación que se genere.
- Establecer un diseño de interfaz según los elementos que utilizaremos, para así obtener los datos, optimizar los recursos y según el caso mostrarlos en pantalla.
- Recopilar y manipular los datos obtenidos de la medición realizada según lo establecido anteriormente para poder generar un informe en pantalla.
- Ajustar los valores obtenidos de manera que los datos puedan ser almacenados de manera más fácil en la siguiente iteración.
- Completar la documentación con los procesos desarrollados.

### 9.3.3 Modelado

Modificamos el módulo mediciones para desarrollar todo el procesamiento de datos que se llevaba a cabo en el software, así las funciones que realicen tareas específicas de la medición estarán separadas de las funciones que realicen tareas de los elementos presentes en pantalla.

Según los consultado por diversos usuarios se establecen las ideas del diseño de interfaz que se tienen en común, por lo que en base a esta información se concluye:

- La pestaña usuarios debe tener dos secciones, una para buscar los usuarios dentro del sistema y la otra para ingresar o ver los detalles de cada usuario.



- La pestaña de mediciones debe ser dividida en tres secciones, quedando claro la ubicación de la configuración, los resultados del análisis y una sección donde concluir la medición, donde estas secciones no tienen preferencias de orientación en pantalla.
- Se espera que en el caso de mostrar los promedios de desplazamiento se muestren tanto valores como algún tipo de retroalimentación visual para el apoyo al profesional.

El modelado es lo visualizado en las figuras 15 y 17 del presente, donde podemos detallar el uso de elementos para guiar al usuario del sistema sin que cometa errores, eligiendo cajas de texto, cuadros de lista, selector de fecha, selectores numéricos, casillas de verificación y botones según corresponda su uso, lo que concluye en la representación visual siguiente:

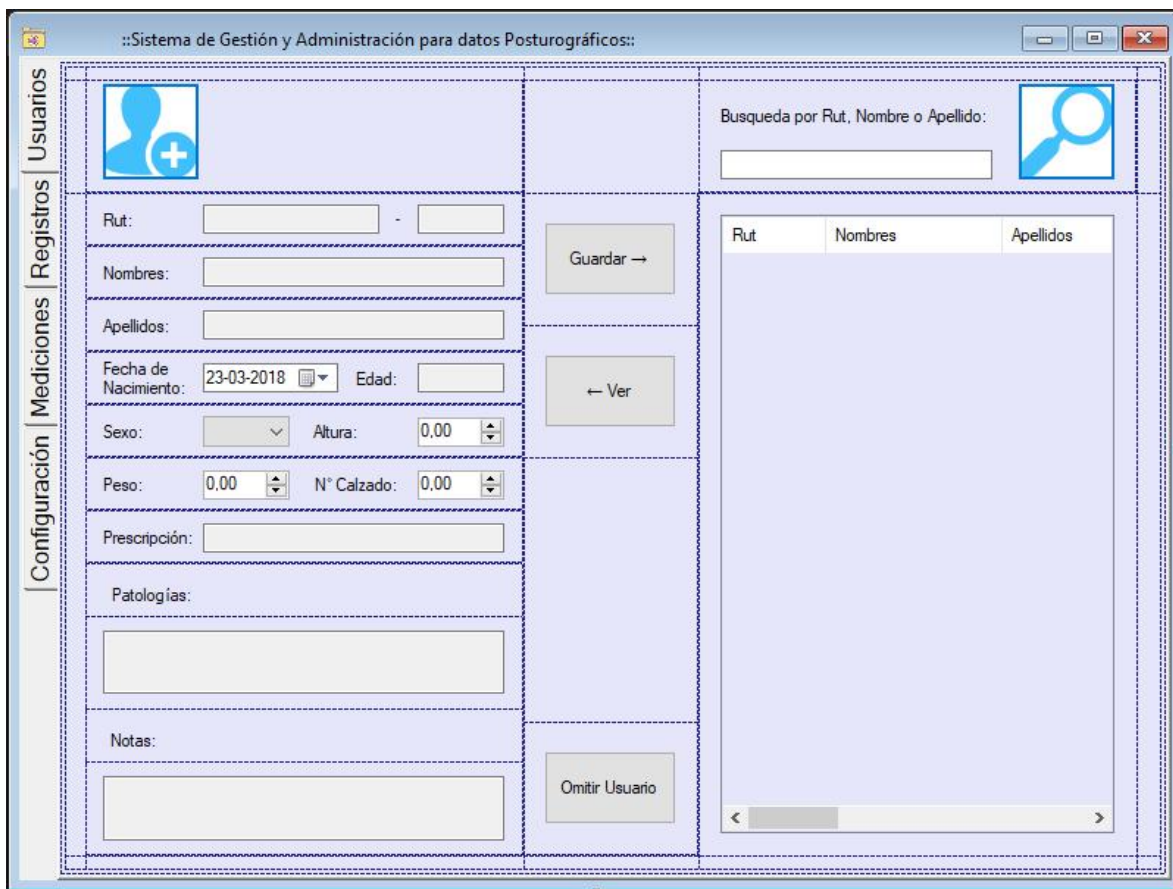


Figura 22. Resultado visual de modelado  
en Iteración 2: Usuarios

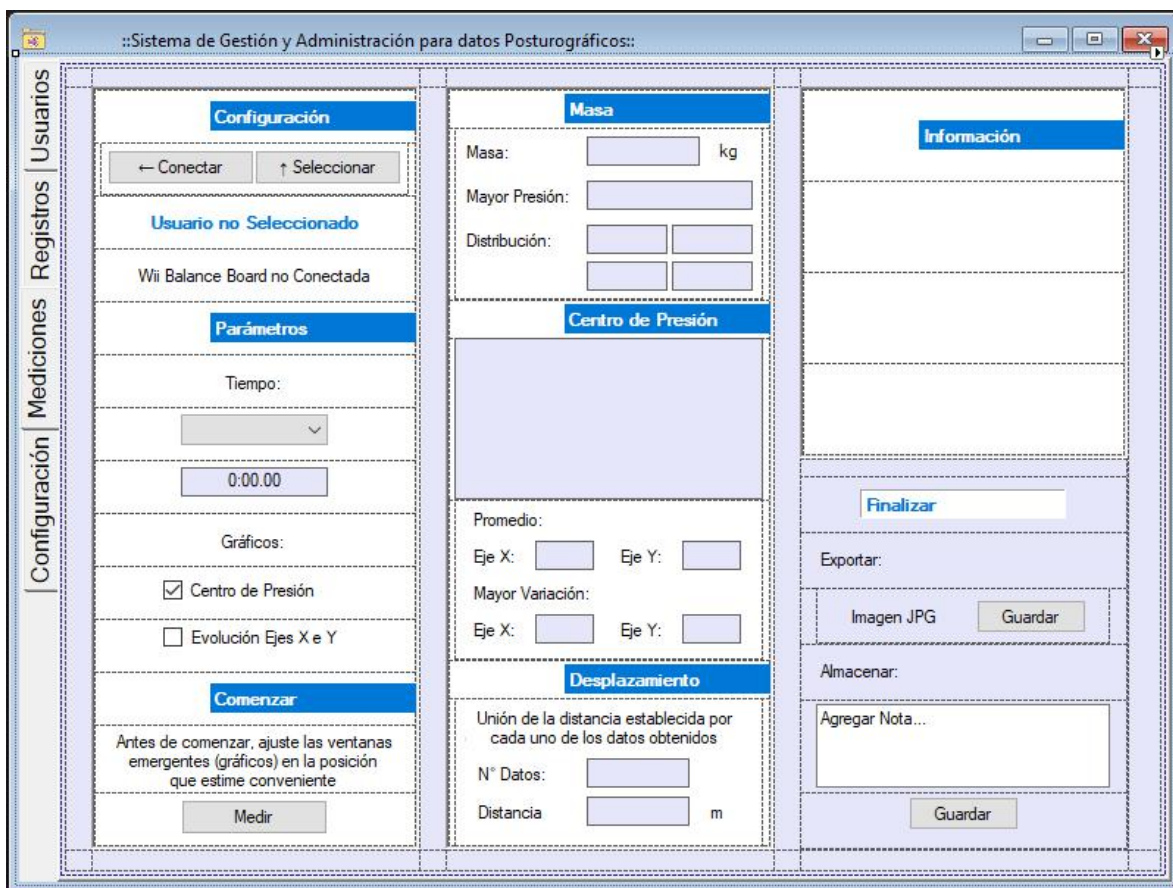


Figura 23. Resultado visual de modelado en Iteración 2: Mediciones

### 9.3.4 Construcción

Comenzamos desarrollando en base a los elementos presentes en cada pestaña, en el caso del ingreso de los pacientes, generamos el dígito verificador de manera automática, le damos la acción al botón de guardar para que permita capturar los valores de un nuevo usuario o editar en caso de que sea necesario, verificando antes de mostrar valores los campos obligatorios y la acción al botón omitir en el caso de no seleccionar un usuario, o continuar, en el caso de querer seleccionar el usuario que se encuentre visible en el momento, además se establece un color para recalcar el botón que normalmente se utiliza después de realizar una acción.

En el caso de la pestaña mediciones que se modifica, se establecen las acciones de cada botón, pero la ejecución se desarrolla en el módulo de mismo nombre "Mediciones", que contiene las funciones para comenzar y detener el proceso; determinar los valores

iniciales necesarios; calcular valores por cada cambio que realice la WBB; calcular valores finales; calcular la distancia entre cada uno de los puntos que ingresan a la plataforma; generar la imagen que se mostrará al finalizar la medición y finalmente determinar si se muestran o no los gráficos para mantener una retroalimentación durante su ejecución.

Otro punto importante es identificar si existe un usuario asociado y si está conectada la WBB para poder habilitar la medición, en caso contrario si solo está habilitada la plataforma no se podrá asociar a un usuario, pero si se podrá realizar ésta, pero en su defecto si no hay conexión establecida con el dispositivo la pestaña mediciones tiene sus opciones totalmente deshabilitadas. La finalización de este ítem también se realiza en la siguiente iteración.

El resultado de las pruebas nos muestra un buen resultado de funcionalidad pero muchas correcciones en la consistencia e interfaz, donde los valores a mostrar deben estar en el formato correcto para la futura generación de los script SQL, además los elementos en pantalla no siempre se mantenían en la posición deseada, por lo que se realizaron una serie de modificaciones en estos aspectos.

### **9.3.5 Despliegue**

El resultado de lo generado en esta iteración mostró una buena presentación del aspecto visual, entregando un informe en pantalla con valores importantes para la toma de decisiones, también se pudo esclarecer que a pesar de que se aplicó un factor de corrección para corregir los valores y mostrar datos reales, estos deben poder ser configurados, ya que el software debe ser utilizado por cualquier WBB, y estas pueden presentar distinta calibración, por lo tanto entregar distintos valores.

## **9.4 Iteración 3**

Presentación del desarrollo realizado en la tercera iteración

### **9.4.1 Comunicación**

En base a las iteraciones anteriores es necesario realizar la manipulación de la base de datos para poder registrar los valores obtenidos de cada medición y asociarlo al paciente, con esta información se podrán ver resultados de una manera gráfica, que permite al profesional evaluar el avance de su trabajo y la evolución del paciente. Para desarrollar

esta iteración es necesario almacenar los valores de las mediciones en la base de datos, permitir realizar búsquedas y guardar los datos de los pacientes.

El desarrollo de la visualización de los gráficos se realizará en la próxima iteración dejando en este punto la obtención, generación de los datos y el diseño de la interfaz para la pestaña Registros.

#### **9.4.2 Planeación**

En la siguiente iteración se desarrollará el aspecto de la pestaña Registros, a la vez de la manipulación de los datos que se almacenarán y obtendrán de la base de datos.

Para ello se desarrollarán las siguientes actividades:

- Realizar el caso de uso, el diseño físico y completar la documentación hasta lo realizado en esta iteración.
- Crear la base de datos según el diseño físico descrito en el capítulo 6 punto 7.1.
- Establecer los scripts SQL para la inserción y para la obtención de datos que tendrá el software
- Crear un módulo que se encargue de la comunicación entre el software y la base de datos.
- Realizar el proceso de diseño de interfaz con los elementos que entrega Visual Studio

#### **9.4.3 Modelado**

Para comenzar se genera todo el contenido presentado en el capítulo 6 y parte del capítulo 7 del presente, por lo que en esta iteración es la más extensa en su elaboración, dentro de esta etapa se enfocó mucho en la generación de la documentación y desarrollo de contenido como lo es la interfaz de la pestaña Registros y generar el módulo EnlaceBDD que realiza las operaciones efectuadas en las iteraciones anteriores para almacenar, modificar y buscar información que se detalla en el siguiente punto.

Como vimos en el punto 7.3, en la Figura 16 desarrollamos una interfaz según los elementos que nos entrega Visual Studio, quedando como resultado:

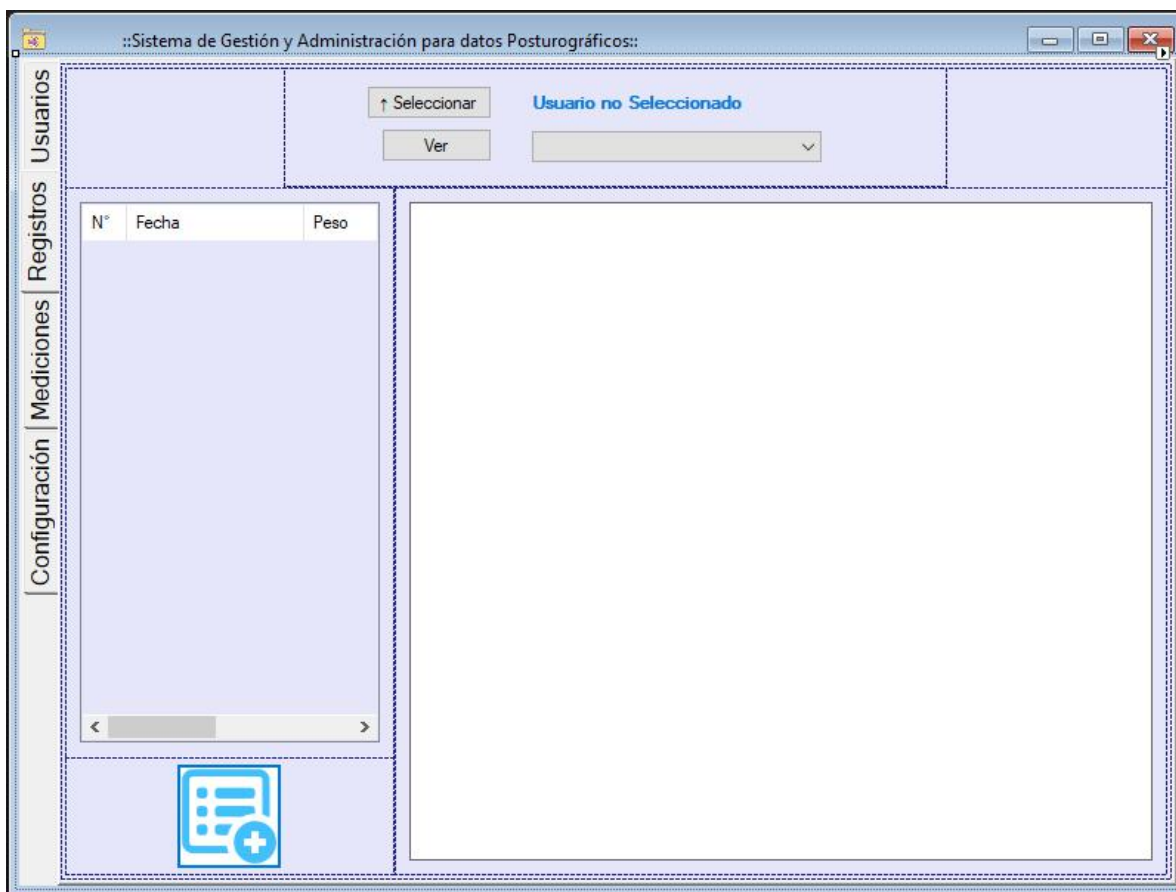


Figura 24. Resultado visual de modelado  
en Iteración 3: Registros

#### 9.4.4 Construcción

Desarrollamos el módulo EnlaceBDD que contiene diversas funciones, dentro de las que se encuentran establecer la conexión con la base de datos; crear los script de inserción para la base de datos; una función que realiza la ejecución del comando en SQLServer; una que se preocupa de editar un paciente realizando una actualización en la base de datos; una que se preocupa de eliminar los vacíos que podrían encontrarse juntos en la cadena de caracteres; y otras dos que se encargan de mostrar los resultados en los ListView presentes en la pestaña Usuarios y Registros respectivamente.

Por otro lado establecemos la acción de los botones idénticos presentes en las pestañas Registros y Mediciones que realizan la misma acción cambiando a la pestaña Usuarios, en esa área realizamos algunas modificaciones, agregando acciones al botón Omitir/Continuar, en el caso de que el texto indique continuar con el usuario

seleccionando visible, el texto de los botones presentes en las pestañas mencionadas anteriormente cambia de “Seleccionar” a “Cambiar” junto a los textos “Usuario no seleccionado” donde cambia al nombre y apellido del paciente elegido.

Por el lado de las modificaciones realizadas en la pestaña Usuarios, se genera la modificación al botón “Guardar/Editar”, se realiza la ejecución del botón de búsqueda y la acción de el botón “Ver”. El primero almacena los datos a la base de datos según sea el caso, el segundo muestra los registros en el ListView y el último muestra el contenido en los campos sobre el usuario que seleccionamos del listado de resultados de búsqueda. Cuando seleccionamos el usuario sobre el ListView se cambia de color el botón “Ver” que a su vez, al ser presionado, cambia el texto y color del botón “Omitir”; en la pestaña Mediciones agregamos la acción a “Guardar” y así almacenar los datos que necesitamos de la medición en la base de datos.

Por otro lado realizamos la acción de “Ver” y “Nuevo Registro” en la pestaña Registros; el segundo deriva directamente a la pestaña Mediciones y el primero muestra los registros en una lista, enumerando los resultados para facilitar la futura visualización en el gráfico.

Las pruebas realizadas en esta etapa avanzan en el desarrollo del sistema de gestión y administración sobre datos posturográficos concluyendo la etapa de almacenar o administrar esta información, donde no se obtuvieron problemas en la consistencia, ni en la interfaz pero si en la funcionalidad de los botones, especialmente en la entrega de mensajes para anunciar el éxito o el error de la acción y en los colores que toman los botones, que se ha intentado aplicar en todo el software, para guiar el accionar normal para el buen funcionamiento de éste.

#### **9.4.5 Despliegue**

Al final de esta iteración nos encontramos con una aplicación más acabada, con mayores prestaciones y con más utilidades, por lo que al realizar las pruebas, pasamos en la revisión más global en el funcionamiento del software. Los profesionales dan aprobación del aspecto visual junto al funcionamiento parcial, aclarando algunos aspectos técnicos del área de la salud y la postura corporal.

## 9.5 Iteración 4

### 9.5.1 Comunicación

Para desarrollar esta última iteración se toma en cuenta la integración de gráficos, como se expresa la retroalimentación visual, además de incorporar los elementos presentes en la configuración, finalizando con una revisión global del sistema.

En la versión 3.5 de .NET no se permite incorporar gráficos estadísticos por defecto, por lo que se debe recomendar cambiar a la versión 4.0 del framework que si permite su incorporación, pero, como se tomó por consideración que el software fuera compatible con la mayor cantidad de equipos y SO, se decide continuar con la versión desarrollada, evitando eliminar al 4,94% de los usuarios que continúa utilizando Windows XP [17].

### 9.5.2 Planeación

Según lo anterior en el desarrollo de la última iteración se deben generar los gráficos a mostrar en la pestaña registros y construir la pestaña configuración en conjunto a los elementos presentes en ésta.

Para ello se establecen las siguientes actividades:

- Agregar la pestaña configuración e incorporar los elementos que permitirán al usuario realizar los cambios dentro de las mediciones.
- Generar recursos o ventanas para la representación de los valores.
- Desarrollar funciones y recursos de los gráficos a mostrar, para las distintas partes del software, ya sea al realizar una medición o al revisar los registros de cada usuario.
- Revisar el funcionamiento completo del sistema

### 9.5.3 Modelado

Ya en esta última etapa se comienza con el diseño la pestaña configuración donde se agregan los elementos presentes para calibrar o modificar las mediciones efectuadas con la WBB, para ello se agregan los valores de masa y sensibilidad; donde el primero establece un factor de corrección según la masa obtenida, para ello se debe conocer la diferencia de masa de la plataforma utilizando un valor de masa conocido; y el segundo establece una sensibilidad a sus sensores, indicando los valores que puede omitir la WBB.

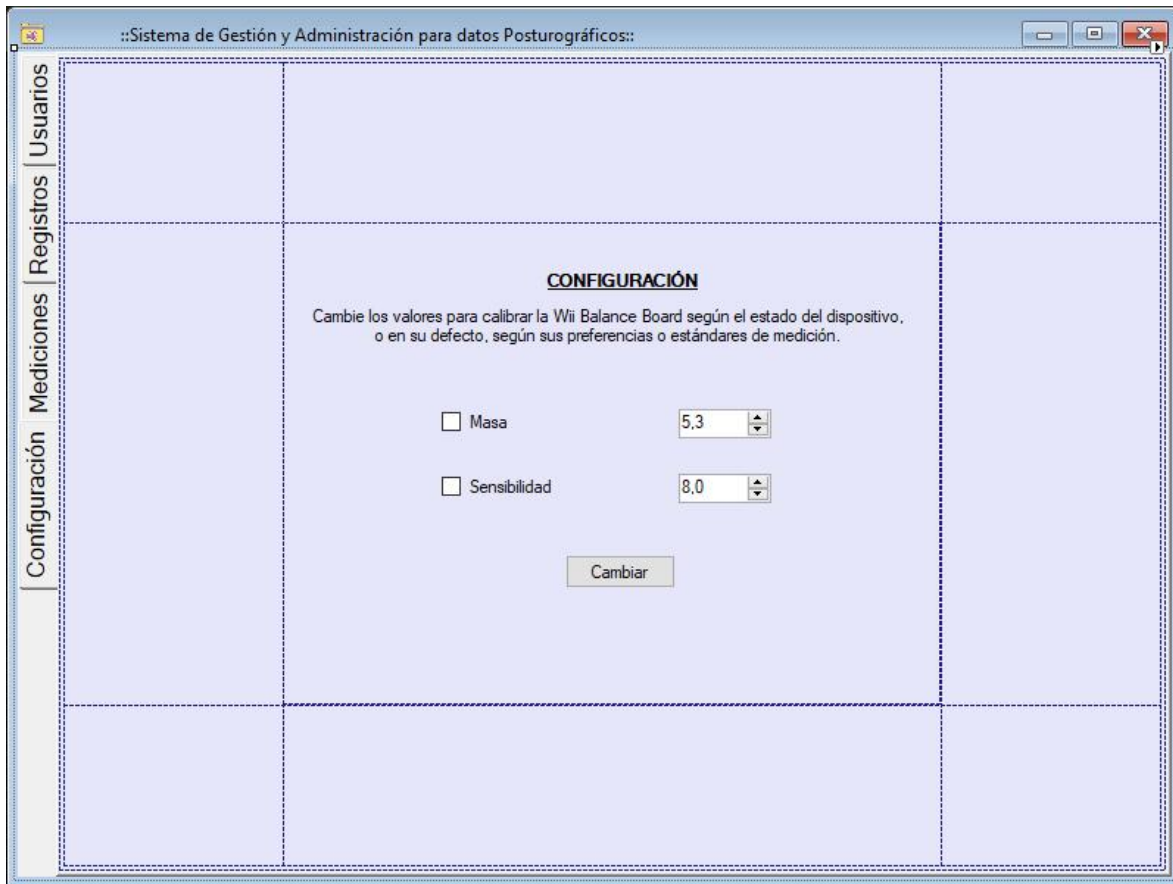


Figura 25. Resultado visual de modelado  
en Iteración 4: Configuración

Luego de modelar las variables presentes en la configuración se desarrollan las últimas ventanas emergentes, pensando que al momento de realizar una medición, el usuario pueda desplegar en el tamaño que estime conveniente, los gráficos obtenidos al realizar la medición. Si bien ambas ventanas son iguales en cuanto a elementos, el contenido cambia al presentar en éstas las diferentes representaciones estadísticas, en donde el gráfico de presión muestra un resultado sobre los cuatro ejes que dispone la WBB, representadas en un plano cartesiano, mientras que el gráfico de evolución de los ejes X e Y, muestra una representación de líneas según los últimos veinte datos ingresados a la WBB representando en el eje X con color azul y en rojo los valores del eje Y.



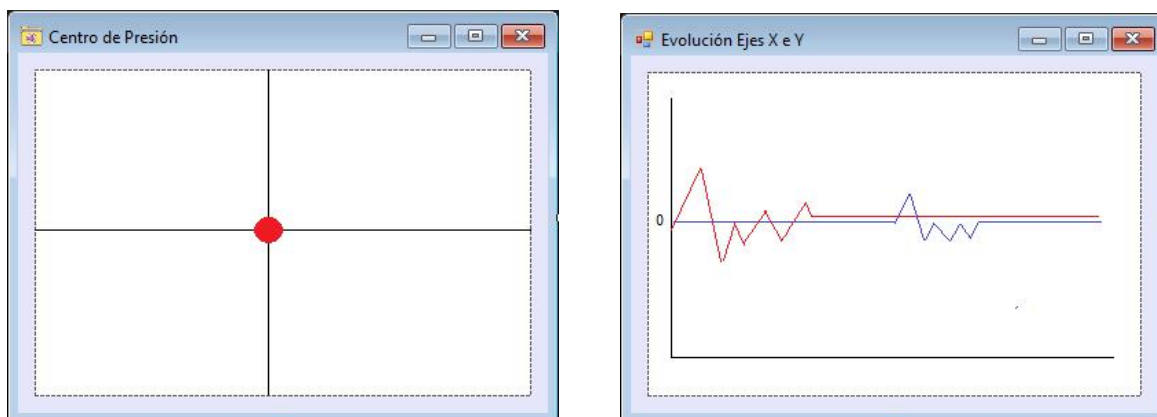


Figura 26. Resultado visual de modelado  
en Iteración 4: Gráficos

#### 9.5.4 Construcción

Ya en esta etapa nos encargamos de realizar las funciones que realizarán los gráficos dentro del módulo "Mediciones", para mostrar la o las ventanas al momento de realizar una nueva medición; luego desarrollamos los gráficos agregando eventos para "pintar" dentro de los cuadros de pintura o PictureBox, éstos son los que se mostrarán en las ventanas emergentes al realizar una medición como en la pestaña registros; se desarrollan las acciones de los botones que permiten ejecutar las acciones anteriores y se establecen los valores iniciales de la pestaña configuración, que son los establecidos al realizar las pruebas en la WBB, obtenidas al comparar los resultados obtenidos con una báscula; finalmente se realiza un análisis completo al código buscando inconvenientes o fallos para finalizar el proceso de construcción.

#### 9.5.5 Despliegue

Finalizada esta etapa se consideran los gráficos como comprensibles para el análisis, pero considerando que estéticamente pueden mejorar, el desarrollo del sistema cumple con gran parte de lo estimado, quedando solo en consideración el validar de buena manera el software generado.

---

## CONCLUSIONES

---

En primera instancia debemos analizar el trabajo realizado, donde se presenta un sistema que otorga datos posturográficos para el análisis clínico, mediante un software sencillo e intuitivo, que facilita diversa información durante el proceso de obtención de datos como retroalimentación visual mediante gráficos, y al finalizar este, entregando información estadística importante, a su vez el software permite almacenar esta información para visualizar la evolución del paciente y del desarrollo del trabajo que realiza el profesional. Así también podemos observar que los costos de desarrollo y de los elementos utilizados son inferiores a los que se encuentran en el mercado, por lo que podemos concluir que se alcanzaron los objetivos propuestos al inicio del proyecto.

En segunda instancia podemos apreciar que la idealmente el proyecto cambió a medida que se realizaba el proceso de investigación, en un comienzo se pensaba realizar el software en lenguaje JAVA para una mejor compatibilidad, y así poder utilizar el software en distintos Sistemas Operativos, así también cambió la planificación, por lo que los tiempos cambiaron para implementar bien la metodología de desarrollo. Si bien esto afectó en dichos factores, contrastó con el conocimiento adquirido a nivel académico y en el desarrollo profesional.

Para finalizar es importante resaltar no solo el conocimiento en el área informática, también es un gran desafío adquirir conocimientos en el área de la salud, donde se reunió la información necesaria para realizar el presente sistema, conociendo las mecánicas del cuerpo humano, que si bien pueden ser variables cuantificables, estas es solo información relevante para el diagnóstico profesional. Siendo así los dichos de Galileo Galilei “Mide lo que se pueda medir, y lo que no, hazlo medible” muy sabios a la hora de idear o desarrollar tecnologías que brinden apoyo en mejorar la calidad de vida o facilitar el trabajo de quienes se dedican al tema presentado inicialmente: la posturografía.

---

## 10 BIBLIOGRAFÍA

---

- [1] Artículo en línea <http://www.elsevier.es/es-revista-rehabilitacion-120-articulo-evaluacion-rehabilitacion-del-equilibrio-mediante-13082203>
- [2] Miralles R. Miralles I. Biomecánica clínica de las patologías del aparato locomotor. Barcelona: Masson, 2007.
- [3] PRESSMAN, Roger S. *Ingeniería de Software: un enfoque práctico*. 7° edición. Nueva York: McGraw-Hill, 2010. ISBN 978-607-15-0314-5
- [4] Nintendo. *Nintendo Support* [en línea] [fecha de consulta: 15 junio 2017] Disponible en: <https://www.nintendo.com/consumer/downloads/wiiBalanceBoard.pdf>
- [5] Bluetooth SIG. *Specifications* [en línea] [fecha de consulta: junio 2017]. Disponible en: <https://www.bluetooth.com/specifications>
- [6] Bluetooth SIG. *Traditional Profile Specifications* [en línea] [fecha de consulta: junio 2017]. Disponible en: <https://www.bluetooth.com/specifications/profiles-overview>
- [7] Bluetooth SIG. *GATT Specifications* [en línea] [fecha de consulta: 29 mayo 2017]. Disponible en: <https://www.bluetooth.com/specifications/gatt>
- [8] Organización Mundial de la Salud, *Informe mundial sobre la discapacidad* [en línea]. 2011 [fecha de consulta: 28 mayo 2017]. Disponible en: [http://www.who.int/disabilities/world\\_report/2011/accessible\\_es.pdf?ua=1](http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/accessible_es.pdf?ua=1)
- [9] Ministerio de Salud. *Listado de establecimientos de salud* [en línea] [fecha de consulta: 28 mayo 2017]. Disponible en: <http://intradeis.minsal.cl/ListaEstablecimientoWebSite/Default.aspx>
- [10] Ministerio de Salud. *REDES DE REHABILITACIÓN 2013 29 Servicios de Salud* [en línea]. Subsecretaría de Redes Asistenciales, División de Gestión de Redes Asistenciales, División de Atención Primaria, Departamento de Gestión de Procesos Clínicos Asistenciales, 2013 [fecha de consulta: 30 mayo 2017]. Disponible en: <https://www.senadis.cl/download/i/906/documento>
- [11] StatCounter GlobalStats. *Desktop Operating System Market Share Worldwide* [en línea] [fecha de consulta: junio, julio y septiembre 2017] disponible en: <http://gs.statcounter.com/os-market-share/desktop/worldwide>
- [12] Goble, D. J., Cone, B. L., & Fling, B. W. Using the Wii Fit as a tool for balance assessment and neurorehabilitation: the first half decade of “Wii-search.” *Journal of*

- NeuroEngineering and Rehabilitation* [en línea]. 2014, 11:12. [fecha de consulta: 30 abril 2017]. Disponible en: <http://doi.org/10.1186/1743-0003-11-12>
- [13] Búsqueda de artículo en Mercado Libre. Wii Balance Board [en línea] *MercadoLibre Chile Ltda.* 2017 [fecha de consulta: mayo y junio de 2017] disponible en: [https://listado.mercadolibre.cl/wii-balance-board#D\[A:Wii%20Balance%20Board\]](https://listado.mercadolibre.cl/wii-balance-board#D[A:Wii%20Balance%20Board])
- [14] Búsqueda de artículo en YAPO. Wii Balance Board [en línea] *YAPO.cl SpA.* 2017 [fecha de consulta: mayo y junio de 2017] disponible en: [https://www.yapo.cl/biobio/todos\\_los\\_avisos?ca=9\\_s&l=0&q=wii+balance+board&w=1&cmn=](https://www.yapo.cl/biobio/todos_los_avisos?ca=9_s&l=0&q=wii+balance+board&w=1&cmn=)
- [15] Búsqueda de artículo en Perform Better. Force Platform [en línea] *Perform Better Limited,* 2017 [fecha de consulta: 19 junio 2017] disponible en: <https://performbetter.co.uk/product/pasco-portable-force-platform/>
- [16] Búsqueda de artículo en Fisaude. Plataforma de Presiones [en línea] *Portalweb Fisaude SL,* 2017 [fecha de consulta: 25 junio 2017] disponible en: <https://tienda.fisaude.com/plataforma-presiones-analisis-biomecanico-marcha-3d-pedistar-incluye-pasarela-regalo-p-43889.html>
- [17] StatCounter GlobalStats. *Desktop Windows Version Market Share Worldwide* [en línea] [fecha de consulta: julio 2017] disponible en: <http://gs.statcounter.com/os-version-market-share/windows/desktop/worldwide>



---

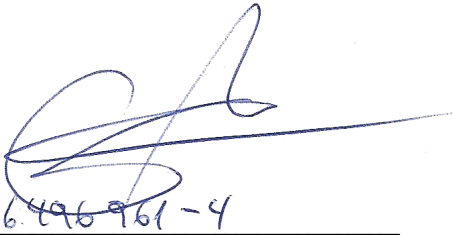
## ANEXO: VALIDACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

---

En el presente anexo se corrobora que el trabajo realizado en el proyecto de software aplicado “Sistema de Gestión y Administración de datos Posturográficos” fue un trabajo de investigación donde se vieron involucrados algunos profesionales que avalan su aporte en dicho proceso, este será detallado a continuación:

- NICOLÁS ALEXANDER GÓMEZ ÁLVAREZ, Profesor de Educación Física, Magíster en Medicina y Ciencias del Deporte, profesional académico de la Universidad Adventista de Chile y Universidad Santo Tomás.

Apoyo constante en el desarrollo del trabajo realizado, validando y otorgando información de los artículos médicos presentes en la bibliografía; apoyo en la determinación del alcance que contempla el software y poder establecer los límites dentro del amplio campo del área de la salud; y profesional que colaboró en el trabajo en conjunto del desarrollo de pruebas para validar los datos otorgados por el hardware específico con el que interacciona el software.



16.496.961-4

Firma

---

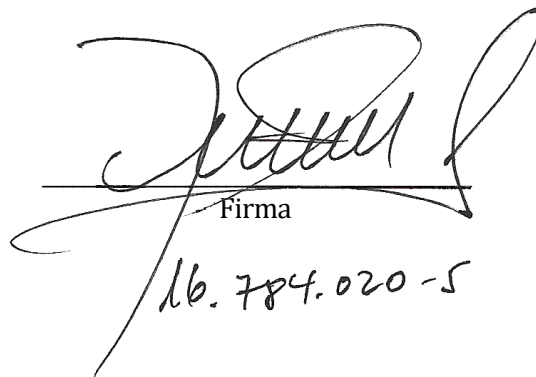
## ANEXO: VALIDACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

---

En el presente anexo se corrobora que el trabajo realizado en el proyecto de software aplicado "Sistema de Gestión y Administración de datos Posturográficos" fue un trabajo de investigación donde se vieron involucrados algunos profesionales que avalan su aporte en dicho proceso, este será detallado a continuación:

- FELIPE ANDRÉS PARADA HERNÁNDEZ, Kinesiólogo, Magíster en Educación Médica para las Ciencias de la Salud, profesor departamento de Kinesiología, Facultad de Medicina, Universidad de Concepción. Subdirector Unidad de Telemedicina, UdeC.

Orientación en el campo médico sobre las variables que se miden en la actualidad en diferentes trastornos del equilibrio, información sobre las herramientas que se utilizan para medir estas variables, presentes en el proyecto de título, además de facilitar los medios para visitar el centro de investigación clínica de la Universidad de Concepción, para introducir en el marco de investigación.



Firma

16.784.020-5