

**CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA TELECARE  
PARA MONITOREAR EL COMPORTAMIENTO DE UN PACIENTE  
DIAGNOSTICADO CON TRASTORNO OBSESIVO COMPULSIVO**

**CESAR URIEL OCHOA CASTRO  
JHON FREDY GALEANO GONZALEZ  
OSCAR DAVID ARCE**

**UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACION  
ARMENIA  
2015**

**CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA TELECARE  
PARA MONITOREAR EL COMPORTAMIENTO DE UN PACIENTE  
DIAGNOSTICADO CON TRASTORNO OBSESIVO COMPULSIVO**

**CESAR URIEL OCHOA CASTRO  
JHON FREDY GALEANO GONZALEZ  
OSCAR DAVID ARCE**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de sistemas y  
computación**

**Director  
Faber Danilo Giraldo  
Ingeniero de sistemas y computación  
Magister en Ingenieria**

**UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACION  
ARMENIA  
2015**

Nota de aceptación

---

---

---

---

Firma  
Nombre:  
Presidente del jurado

---

Firma  
Nombre:  
Jurado

---

Firma  
Nombre:  
Jurado

---

Armenia, Agosto 30 de 2015

Cesar: Primeramente a Dios todo poderoso, a mi esposa Carolina Escobar y mis hijos Isabella y Juan José por ellos lo doy todo todos los días, a mi abuela Inés y sus oraciones a mi madre Julia por su apoyo desde la distancia.

Jhon Fredy: Le doy gracias a Dios por llenarme de sabiduría para poder llevar mis estudios adelante, muchas gracias a mi madre Edith González por siempre creer en mí y apoyarme en cada uno de los momentos, tanto buenos como malos, a mi familia por siempre estar conmigo y a mis compañeros con los que pude compartir conocimiento durante toda la carrera.

Oscar: Inicialmente a mis padres, mamá (Cruz Elena Serna), papá (Ramón Urueña) por creer en mi capacidad y apoyarme en los momentos más difíciles y permitirme seguir mis sueños sin ellos nada de esto sería posible, a mi hijo (Thiago Jeronimo) para cuando yo no esté sepa que este logro ha sido para él y sea motivación para su vida, a la mujer que me ha acompañado y apoyado en momentos de alegría y tristeza sin esperar nada a cambio (Luisa Fernanda Torres) y a mis hermanos y amigos que de una u otra manera me ayudaron a cumplir este sueño.

## **AGRADECIMIENTOS**

[Queremos dar las gracias por el apoyo incodicional de todos nuestros profesores, de cada uno aprendimos mucho a lo largo de esta carrera, en especial al Ingeniero Fáber Danilo Giraldo Velásquez, cuyo conocimiento fue de vital importancia para llevar acabo este trabajo de grado.

A nuestros padres por creer en nosotros y orientarnos en nuestra formación personal, por brindarnos seguridad para enfrentar los retos de cada día.]

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN . . . . .	17
1.    Cumplimiento Objetivos . . . . .	18
2.    Contexto . . . . .	19
2.1.    Planteamiento del problema . . . . .	19
2.2.    Objetivos . . . . .	19
2.2.1.    General . . . . .	19
2.2.2.    Específicos . . . . .	20
2.3.    Alcance y delimitación . . . . .	21
2.4.    Presupuesto . . . . .	22
2.5.    Cronograma . . . . .	23
3.    Desarrollo . . . . .	24
3.1.    ANÁLISIS . . . . .	25
3.1.1.    Investigación . . . . .	25
3.2.    REQUISITOS . . . . .	27
3.2.1.    Necesidades concretas . . . . .	27
3.2.2.    Especificación de los casos de uso . . . . .	28

3.3.	DISEÑO . . . . .	41
3.3.1.	Diseño del software . . . . .	41
3.3.2.	Diseño de base de datos . . . . .	42
3.3.3.	Diseño del Modulo de Lectura de sensores (Aplicacion JAVA) . . . . .	43
3.3.4.	Diseño del Modulo hardware . . . . .	44
3.3.5.	Implantación del hardware . . . . .	47
3.4.	IMPLEMENTACIÓN . . . . .	53
3.4.1.	Desarrollo aplicación Web . . . . .	53
3.4.2.	Desarrollo Aplicación JAVA . . . . .	58
3.5.	Pruebas del sistema . . . . .	59
3.5.1.	Prueba del Hardware . . . . .	59
3.5.2.	Pruebas Usabilidad . . . . .	62
3.5.3.	Pruebas de Aceptación . . . . .	67
3.5.3.1.	Escenario 1: El actor Médico crea un paciente en el sistema Telecare TOC . . . . .	67
3.5.3.2.	Escenario 2: El actor Médico entrevista un paciente y genera un tratamiento. . . . .	72
3.5.3.3.	Escenario 3: El actor Médico analiza los resultados del monitoreo de un paciente. . . . .	76
4.	RESULTADOS . . . . .	80
5.	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO . . . . .	81
	BIBLIOGRAFÍA . . . . .	83

6. Anexos . . . . .	84
---------------------	----

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Metodología de desarrollo del proyecto software . . . . .	24
2 Tabla relación comportamiento-sensor. . . . .	26
3 Arquitectura APEX . . . . .	42
4 Diseño de base de datos . . . . .	42
5 Diseño modulo de lectura. . . . .	44
6 Representación de la distribución y la instalación de sensores en baño de un paciente. . . . .	45
7 Modelado de componente hardware . . . . .	45
8 Diagrama de flujo envío de datos obtenidos. . . . .	46
9 Arduino Leonardo . . . . .	47
10 Conexión y tipos de sensores. . . . .	47
11 Celda de carga, determina el peso de una persona hasta 200 kg. . . . .	48
12 Potenciómetro lineal, Emular comportamiento. . . . .	48
13 Sensor para determinar la estatura del paciente Fotosensor, emulado con un pulsador. . . . .	48
14 Sensor de inundación. . . . .	49
15 Seonsor de caudal. . . . .	49

16	Montaje hardware implementado para de pruebas del sistema. . . . .	49
17	Código de la tarjeta de adquisición (a). . . . .	50
18	Código de la tarjeta de adquisición (b). . . . .	51
19	Código de la tarjeta de adquisición (c). . . . .	51
20	Código de la tarjeta de adquisición (d). . . . .	52
21	Código de la tarjeta de adquisición (e). . . . .	52
22	Login . . . . .	53
23	inicio . . . . .	54
24	Lista Paginas . . . . .	54
25	Lista tablas . . . . .	55
26	editor SQL . . . . .	55
27	Application Builder . . . . .	56
28	Pagina Médico . . . . .	56
29	Pagina Administrador . . . . .	57
30	Pagina Cuidador . . . . .	57
31	Estructura del código fuente . . . . .	58
32	Conexión de PC con la tarjeta de desarrollo Arduino . . . . .	60
33	Entorno de desarrollo Arduino Prueba de conexión serial ene IDE . . . . .	60
34	Prueba de conexión RS232 de la tarjeta de adquisición con el servidor . . . . .	61
35	Detalle del protocolo enviado por la activación de sensores . . . . .	61
36	Logo Aplicación Telecare . . . . .	62

37	Sección manejo de información aplicación Telecare . . . . .	63
38	Mapa del sitio para usuario administrador . . . . .	63
39	Versión y fecha de creación aplicación Telecare . . . . .	64
40	Sección de ayuda aplicación Telecare . . . . .	64
41	Manejo de espacios aplicación Telecare . . . . .	65
42	Resultados recorrido cognitivo . . . . .	65
43	Implementación de miga de pan en la aplicación . . . . .	66
44	Contextualización para opciones de actor médico . . . . .	67
45	Resultado Actividad paciente . . . . .	79

## **LISTA DE TABLAS**

Pág.

8	Protocolo . . . . .	47
---	---------------------	----

## **GLOSARIO**

**TELECARE:** Término utilizado para definir el sistema (combinación de software, hardware y conocimiento humano) encargado de supervisar a personas de la tercera edad, personas con capacidades reducidas o personas con enfermedades que requieran de dicha supervisión.

**SENSOR:** Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc [1].

**TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS:** Dispositivo electrónico encargado de recibir señales analógicas y digitales para enviarlas a través de un protocolo de comunicaciones hacia un procesador encargado de interpretar dichas señales como información [2].

**TELECARE:** Término utilizado para definir el sistema (combinación de software, hardware y conocimiento humano) encargado de supervisar a personas de la tercera edad, personas con capacidades reducidas o personas con enfermedades que requieran de dicha supervisión [3].

**USUARIO INTERESADO:** Persona familiar o allegado al paciente que está comprometida con su supervisión por medio del Telecare y la cual interactúa con el sistema [3].

**STAKEHOLDER:** Son todas las personas que están involucradas en el proyecto, ya sean que afecten éste o que sean afectadas por éste. Se dividen en dos tipos, stakeholder informal y stakeholder formal [3].

**PSIQUIATRÍA:** Es la ciencia que se dedica al estudio y tratamiento de las enfermedades mentales. Su objetivo es prevenir, diagnosticar, tratar y rehabilitar los trastornos de la mente [4].

## **RESUMEN**

El ”PROTOTIPO DE SISTEMA TELECARE PARA MONITOREAR EL COMPORTAMIENTO DE UN PACIENTE DIAGNOSTICADO CON TRASTORNO OBSESIVO COMPULSIVO”, es una aplicación que integra software y hardware para entregar información al profesional de la salud acerca del comportamiento del paciente por medio de sensores instalados en el entorno donde habita, con el objetivo de brindar información que apoye las decisiones que el profesional debe tomar sobre el tratamiento formulado a dicho paciente. Los beneficios derivados de la implementación de esta aplicación podrían ser: reducir la cantidad de medicación y terapias cuando se determine que el tratamiento está dando los resultados esperados en beneficio del paciente y sus familiares.

Una Las tecnologías utilizadas para el desarrollo del sistema es Oracle Ápex, ésta permite el desarrollo rápido de aplicaciones basadas en la estructura de la base de datos, con un entorno integrado para el desarrollo web, pruebas y gestión del proyecto software. La integración con el hardware se realizó a través de una interfaz programada en JAVA encargada de recibir y procesar los datos enviados por la plataforma de desarrollo Arduino encargada de la adquisición de datos entregados por los diferentes sensores.

## **RESUMEN**

Telecare prototype system to monitor the behavior of a patient diagnosed with obsessive compulsive disorder patient, is an application that integrates software and hardware to deliver information to the health professional about the behavior of the patient by means of sensors installed in the environment where it lives with the aim of providing information to support decisions that professionals should take on the treatment formulated to said patient. The benefits derived from the implementation of this application could be, reduce the amount of medication and therapy when it is determined that the treatment is yielding the expected results for the benefit of patients and their families. A The technologies used for the development of the system is Oracle Apex, this enables rapid development of applications based on the structure of the database, with integrated web, testing and project management software application development environment. The hardware integration is performed through a Java programmed to receive and process the data sent by the Arduino development platform responsible for the acquisition of data provided by different sensors interface.

## **PALABRAS CLAVE:**

Telecare.

Sensor.

Pruebas heurísticas.

Pruebas de recorrido cognitivo.

Pruebas de componente.

SINFOCI.

## INTRODUCCIÓN

Telecare, es la definición de un sistema que integra diferentes tecnologías, con el objetivo de apoyar procesos en el cuidado de la salud de pacientes, también determinar hasta cierto grado su estilo de vida dentro de sus hogares, usando datos históricos para predecir comportamientos que sugieran una alerta, la cual podrá ser tratada o interpretada por un profesional de la salud, para intervenir y/o ayudar a dicho paciente e informar a sus familiares o interesados acerca de su estado [5]. El "PROTOTIPO DE SISTEMA TELECARE PARA MONITOREAR EL COMPORTAMIENTO DE UN PACIENTE DIAGNOSTICADO CON TRASTORNO OBSESIVO COMPULSIVO". se desarrolló con el objetivo de brindar apoyo a un profesional en psiquiatría acerca de la evolución del tratamiento propuesto para un paciente, implementando en la residencia de éste el sistema para monitorear según sea el caso sectores y/o artefactos con los cuales se pudiese relacionar su desorden de comportamiento; el sistema brinda dicha información en gráficos de fácil interpretación con todas las ventajas de tener datos históricos a la mano.

## 1. CUMPLIMIENTO OBJETIVOS

OBJETIVO	RESUMEN	PAGINAS
Identificar y seleccionar conjuntamente con profesionales médicos interesados, los principales síntomas que presenta un paciente diagnosticado con trastorno obsesivo compulsivo y que puedan ser monitoreados por medio de herramientas de software y hardware.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reuniones profesionales de la salud</li> <li>• investigación sobre trastorno obsesivo compulsivo (toc)</li> <li>• características y tipos de trastornos</li> <li>• conductas monitoreables</li> </ul>	25 A 26
Determinar y analizar los requerimientos para el diseño de un sistema Telecare usando técnicas para especificación de escenarios de cuidado en entornos Telecare previamente identificadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selección de necesidades concretas</li> <li>• especificación de casos de uso,</li> <li>• identificación de roles (especialista, paciente, cuidador, administrador)</li> </ul>	27 A 40
Especificar la arquitectura del proyecto que considere los elementos hardware, software y	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diseño del software,</li> <li>• arquitectura áplex</li> <li>• diseño de base de datos</li> </ul>	41 A 51
Diseñar e implementar un sistema Telecare que soporte los requerimientos definidos anteriormente. (Incluye la construcción de un prototipo hardware para captura de información ambiental)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aplicación web( para usuarios)</li> <li>• diseño de páginas y formularios</li> <li>• desarrollo aplicación java (lectura de sensores),</li> <li>• programación de tarjeta de adquisición en arduino</li> </ul>	52 A 57
Interpretar los datos obtenidos por el sistema Telecare usando la Inteligencia de negocios implementada bajo la herramienta ORACLE APPLICATION EXPRESS (APEX) de acuerdo a los requerimientos definidos por el profesional médico, familiares y grupo de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• elaboración de gráficos (tipo barras y pastel) para análisis del comportamiento de los pacientes</li> </ul>	58
Validar el correcto funcionamiento del sistema Telecare el cual se compone tanto de hardware como software, con un prototipo bajo un ambiente de pruebas, que simule las características del entorno de un paciente con problemas psiquiátricos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pruebas del hardware</li> <li>• simulación con terminal IDE usando arduino</li> <li>• pruebas funcionales</li> </ul>	58 A 60

## **2. CONTEXTO**

### **2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los profesionales en el área de psiquiatría de la región no cuentan con mecanismos tecnológicos de apoyo a su labor profesional que les permitan realizar el seguimiento de tratamientos formulados a los pacientes una vez estos son diagnosticados y enviados a su hogar. Según manifiestan los profesionales del área contactados, ellos ven limitada la validación del estado actual del paciente a la información suministrada por él mismo y/o sus familiares de manera personal en el consultorio, esto implica muchi tiempo por los largos desplazamientos y costos en transporte especializado ya que muchos de los pacientes no pueden desplazarse de manera autónoma hasta el centro médico. En la mayoría de los casos el principal inconveniente para los familiares de las personas con problemas psiquiátricos, es la cantidad de tiempo y cuidado que se les debe prestar, ya que cuentan con pocas alternativas que les permitan realizar un seguimiento en cuanto a su cuidado se refiere y que sean económicamente asequibles para por ejemplo el control y monitoreo de artefactos del hogar que generan un riesgo para estas personas.

[6]

### **2.2. OBJETIVOS**

#### *2.2.1. General*

- Analizar, diseñar, implementar y validar un prototipo de sistema Telecare, que mediante el uso de tecnologías de la información y telecomunicaciones disponibles, permita monitorear el comportamiento de un paciente diagnosticado con trastorno obsesivo compulsivo.

### *2.2.2. Específicos*

- Identificar y seleccionar conjuntamente con profesionales médicos interesados, los principales síntomas que presenta un paciente diagnosticado con trastorno obsesivo compulsivo y que puedan ser monitoreados por medio de herramientas de software y hardware.
- Determinar y analizar los requerimientos para el diseño de un sistema Telecare usando técnicas para especificación de escenarios de cuidado en entornos Telecare previamente identificadas.
- Especificar la arquitectura del proyecto que considere los elementos hardware, software y de telecomunicaciones necesarios.
- Diseñar e implementar un sistema Telecare que soporte los requerimientos definidos anteriormente. (Incluye la construcción de un prototipo hardware para captura de información ambiental).
- Interpretar los datos obtenidos por el sistema Telecare usando la Inteligencia de negocios implementada bajo la herramienta ORACLE APPLICATION EXPRESS (APEX) de acuerdo a los requerimientos definidos por el profesional médico, familiares y grupo de trabajo.
- Validar el correcto funcionamiento del sistema Telecare el cual se compone tanto de hardware como software, con un prototipo bajo un ambiente de pruebas, que simule las características del entorno de un paciente con problemas psiquiátricos.
- Validar la interacción del sistema Telecare y la visualización de datos/información por parte de los usuarios finales involucrados, mediante pruebas de usabilidad y accesibilidad.

## **2.3. ALCANCE Y DELIMITACIÓN**

En el proyecto ”CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA TELECARE PARA MONITOREAR EL COMPORTAMIENTO DE UN PACIENTE DIAGNOSTICADO CON TRASTORNO OBSESIVO COMPULSIVO”, Se desarrollarán dos aplicaciones: Una aplicación web para el registro de pacientes y usuarios interesados (médicos especialistas, familiares o personas cercanas), además del módulo de visualización de datos obtenidos del entorno del paciente que requieran los interesados. La segunda, una aplicación de escritorio, esta aplicación se encargará de la conexión con el Hardware y la alimentación de la base de datos del Telecare. Dichas aplicaciones se entregarán junto con su código fuente (prototipos software), manual de instalación, su respectivo manual de usuario y el prototipo hardware que constará de una tarjeta de adquisición de datos microprogramada fabricada a la medida para el proyecto, implementada en una maqueta donde se simularán los sensores del sistema [7]. Aunque los prototipos software generados en la investigación no consideran su adhesión a alguna plataforma de registros clínicos o software especializado para gestión de historias clínicas, el desarrollo de los prototipos será realizado acorde al actual marco legal emitido por el Ministerio de Salud (Ley 23 de 1981: Por la cual se dictan normas en materia de ética médica, Resolución 1995 de 1999: Establece las normas para el manejo de la historia clínica), y la Superintendencia de Salud (Resolución 4505 DE 2012 por la cual se establece el reporte relacionado con el registro de las actividades de Protección Específica, Detección Temprana y la aplicación de las Guías de Atención Integral para las enfermedades de interés en salud pública de obligatorio cumplimiento). Por otro lado interacción con los profesionales en el área no generará vínculo contractual alguno.

## 2.4. PRESUPUESTO

Rubros	Estudiantes		Uniquidio		Total
h=hora, Efectivo=E, Recurrente=R	E	R	E	R	Total
Personal					
Trabajo director \$49.523 h				\$1.584.736	
Trabajo Asesor 1 \$48.458 h				\$775.328	
Trabajo Asesor 2 \$48.458 h				\$775.328	
Trabajo Estudiante 1 \$5.500 h		\$528.000			
Trabajo Estudiante 2 \$5.500 h		\$528.000			
Trabajo Estudiante 3 \$5.500 h		\$528.000			
Viajes					
Transporte a la Universidad	\$960.000				
Transporte a la casa del paciente	\$960.000				
Visita expertos médicos	\$600.000				
Bibliografía					
Internet, consultas en la web	\$400.000				
Servicios Técnicos					
Capacitaciones					
Consulta a experto					
Equipos					
Equipo 1: Portátil		\$1.500.000			
Equipo 2: Portátil		\$1.500.000			
Equipo 3: PC Escritorio		\$1.600.000			
Difusión					
Papers	\$120.000				
Propiedad Intelectualn					
Gastos de P.I Software del desarrollado	\$250.000				
Gastos de P.I Hardware del desarrollado	\$250.000				
Herramientas requeridas					
Materiales e insumos					
Fotocopias	\$50.000				
Fotocopias	\$150.000				
Totales	\$3.740.000	\$6.184.000		\$3.135.392	\$13.059.392

## 2.5. CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	2015																																	Ocupación en Horas					
	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9						
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
<b>INVESTIGACIÓN</b>																																							
Identificar con ayuda de los profesionales de la salud los diferentes síntomas o comportamientos que presenta un paciente diagnosticado con un trastorno obsesivo compulsivo.																																							
Definir qué tipo de información es necesaria para los médicos profesionales de estos pacientes.																																							
Validación y aprobación de la información recolectada																																							
<b>DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS</b>																																							
Recopilar la información																																							
Analizar la información																																							
Definir requerimientos del sistema																																							
Validar y aprobar los requerimientos definidos																																							
<b>DISEÑO DEL SISTEMA</b>																																							

Definir los elementos hardware para el desarrollo del sistema																																													
Validar que los elementos permitan monitorear las actividades definidas anteriormente																																													
Definir la estructura y las responsabilidades de los componentes que componen la Arquitectura del hardware.																																													
Definir la estructura de la arquitectura del software para la comunicación con el hardware																																													
Definir el protocolo de comunicación con el software																																													
Diseño de la base de datos.																																													
<b>DESARROLLO DEL SOFTWARE</b>																																													
Codificación del sistema																																													
Implementación del prototipo hardware (Maqueta funcional).																																													
<b>PRUEBAS DEL SISTEMA</b>																																													
Prueba del sistema en un ambiente controlado.																																													
<b>Evaluación del Sistema</b>																																													
Validación del sistema con usuario final (paciente y médicos profesionales).																																													
Validación del sistema mediante pruebas de usabilidad y accesibilidad.																																													
Elaboración de informe final.																																													

### 3. DESARROLLO

El desarrollo y construcción del "PROTOTIPO DE SISTEMA TELECARE PARA MONITOREAR EL COMPORTAMIENTO DE UN PACIENTE DIAGNOSTICADO CON TRASTORNO OBSESIVO COMPULSIVO" se basó en el modelo de desarrollo de software en cascada, según lo planteado en el cronograma de actividades del proyecto, de la siguiente manera:

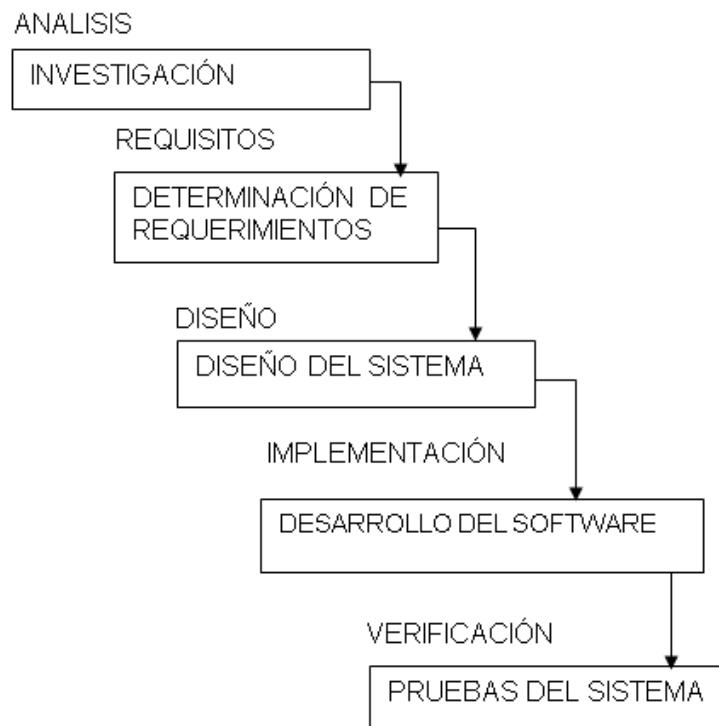


Figura 1. Metodología de desarrollo del proyecto software

### **3.1. ANÁLISIS**

En esta etapa se recolectó la información de la documentación relativa al problema planteado para posteriormente identificar los diferentes requisitos que tendrá el sistema. Las técnicas usadas para recolectar la información se hicieron a través de reuniones con profesionales de la salud expertos en psiquiatría, en las cuales se identificaron los principales síntomas que presenta un paciente diagnosticado con un trastorno obsesivo compulsivo (TOC) y el proceso que se lleva a cabo para tratarlo.

#### *3.1.1. Investigación*

El TOC se caracteriza por la presencia de dos fenómenos clínicos íntimamente relacionados que son:

- Las Obsesiones: se definen como ideas, imágenes, melodías, impulsos o temores a ceder a un impulso que aparecen en la conciencia de forma reiterativa, persistente, intrusa e inapropiada (egodistónicas) y generan intensa ansiedad o malestar.
- Las compulsiones: son comportamientos o actos mentales generalmente repetitivos y estereotipados que el paciente se ve obligado a realizar para reducir el malestar.

A continuación se presentan los patrones sintomáticos más frecuentes que presenta un paciente con algún tipo de trastorno obsesivo compulsivo (TOC):

- Obsesión por evitar la suciedad o la contaminación por gérmenes.
- Duda patológica.
- Pensamientos intrusivos.
- Necesidad de simetría y precisión.
- Acaparamiento compulsivo.
- Obsesiones religiosas.

Un paciente diagnosticado con alguno de estos síntomas podría presentar un comportamiento como lavarse las manos en repetidas ocasiones sin tener una razón lógica para hacerlo, asear cierta parte o toda la casa, revisar las válvulas de la estufa de gas o rectificar que las ventanas o puertas estén bien cerradas en muchas ocasiones incluso

después de salir a la calle se presenta la necesidad de regresar a verificar nuevamente, esto conlleva mucho tiempo y esfuerzo para la persona afectando su calidad de vida y el de sus familiares o personas cercanas a él.

Para nuestro caso en particular la identificación de los síntomas o comportamientos se realiza por medio de una entrevista personal en el consultorio del profesional de salud, esta entrevista permite generar un diagnóstico a partir de la información suministrada por el paciente, de acuerdo a los síntomas presentados se formula un tratamiento el cual será apoyado con el prototipo del sistema Telecare para monitorear los comportamientos del paciente en su entorno. El análisis de estos diferentes síntomas nos permite identificar una relación de comportamiento-sensor, esto no permitirá implementar el monitoreo constante de sus actividades en su entorno para apoyar y validar el tratamiento generado por el profesional de la salud.

A continuación la tabla representa las relaciones identificadas a partir del análisis de los comportamientos que presenta un paciente:

Conducta	Ubicación	Sensor	Tipo
<b>Lavarse las manos repetidamente por un lapso de tiempo prolongado</b>	Lavamanos	Sensor de nivel	Analógica
	Lavaplatos	Sensor de posición	Analógica
	Tanque lavado de ropas	Sensor de humedad	Analógica o Digital
<b>Cerrar y abrir repetidamente las ventanas y puertas de la casa</b>	Puerta principal	Sensor de proximidad	Digital
	Ventanas de toda la casa	Sensor magnético de posición	Digital
<b>Verificar el cierre de las válvulas de gas</b>	Estufa/cocina	Sensor de proximidad	Digital/Analógico
		Sensor de caudal	Analógico
<b>Asear la casa en repetidas ocasiones en el día</b>	Corredores	Sensor de movimiento / Sensor de humedad	Digital
	Cuartos	Sensor de movimiento / Sensor de humedad	Digital
	Baños	Sensor de movimiento / Sensor de humedad	Digital
	Patios	Sensor de movimiento / Sensor de humedad	Digital

Figura 2. Tabla relación comportamiento-sensor.

Los datos recolectados y presentados al profesional de la salud por medio del sistema permiten entre una de sus funcionalidad más importantes la de visualizar la actividad del paciente en su entorno de acuerdo a los síntomas presentados, validando que se cumpla el tratamiento para tomar decisiones o ajustes a éste, y mejorar la calidad de vida del paciente.

### **3.2. REQUISITOS**

La función de este prototipo es principalmente el monitoreo constante y automático a través de sensores electrónicos con el objetivo de realizar un seguimiento del comportamiento a la persona, teniendo un control del entorno y de sus actividades. Las necesidades identificadas deben ser soportadas por el SISTEMA TELECARE PARA MONITOREAR EL COMPORTAMIENTO DE UN PACIENTE DIAGNOSTICADO CON TRASTORNO OBSESIVO COMPULSIVO, más adelante se especifican los requerimientos funcionales de la aplicación.

#### *3.2.1. Necesidades concretas*

De acuerdo al análisis de la problemática identificada el sistema deberá apoyar la toma de decisiones del profesional de la salud respecto al tratamiento generado al paciente.

- El sistema debe considerar el rol Profesional de la salud, Cuidador, Paciente y Administrador del sistema.
- El sistema debe registrar y validar todas las acciones efectuadas de cada rol, como la edición y la consulta.
- El sistema debe registrar la entrevista del paciente para tener un soporte del tratamiento generado por el profesional de la salud.
- Administrar y registrar los sensores asociados a los comportamientos del paciente.
- Implementar un mecanismo de monitoreo de actividades del paciente, que permita visualizarse de manera gráfica en cualquier momento.
- El sistema debe proveer una interfaz de usuario diferente para cada rol, según los privilegios de cada uno.

- La información de la actividad del paciente debe estar disponible 24/7.
- El sistema debe permitirle al usuario seleccionar el tipo de gráfico para presentar la información de la actividad del paciente.
- Añadir observaciones al paciente.

### *3.2.2. Especificación de los casos de uso*

A continuación se procede a explicar el SISTEMA TELECARE PARA MONITOREAR EL COMPORTAMIENTO DE UN PACIENTE DIAGNOSTICADO CON TRANSTORNO OBSESIVO COMPULSIVO por medio de la especificación de casos de uso, con el propósito de describir los procesos que tiene el sistema de una manera más detallada, completa y fácil de comprender, en donde se especifican todas las actividades paso a paso y sus responsables.

#### a. **Registrar paciente.**

Breve descripción.
Este caso de uso describe como un usuario de la aplicación puede registrar un paciente.
Actores.
Profesional de la salud.
Datos de entrada.
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nombre y apellidos.</li> <li>2. Edad.</li> <li>3. Correo electrónico.</li> <li>4. Teléfono.</li> <li>5. Fecha registro.</li> <li>6. Numero documento.</li> <li>7. Tipo documento.</li> </ol>
Opción asociar paciente.

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Paciente.</li> <li>2. Médico.</li> <li>3. Observación.</li> </ol> |
|---|

<b>Flujo de eventos - Básico.</b>
-----------------------------------

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El actor selecciona la opción registrar Paciente.</li> <li>2. El sistema muestra un formulario para el ingreso de la información del paciente (Datos de entradas).</li> <li>3. El actor ingresa la información requerida mostrada por pantalla.</li> <li>4. El actor selecciona la opción siguiente.</li> <li>5. El sistema comprueba que la información requerida haya sido ingresada.</li> <li>6. El sistema registra la información del paciente.</li> <li>7. El sistema presenta un formulario (Datos entrada opción asociar paciente) donde se asocia el paciente al médico encargado.</li> <li>8. El actor ingresa la información requerida mostrada en pantalla.</li> <li>9. El actor selecciona la opción siguiente.</li> <li>10. El sistema comprueba que la información requerida haya sido ingresada.</li> <li>11. El sistema presenta un formulario para asociar el cuidador.</li> <li>12. El actor selecciona el cuidador.</li> <li>13. El actor selecciona la opción finalizar.</li> <li>14. El sistema comprueba que la información solicitada haya sido ingresada.</li> <li>15. El sistema registra la asociación entre el médico y el paciente junto con su cuidador.</li> <li>16. El sistema muestra un mensaje de confirmación indicando que el paciente ha sido registrado correctamente.</li> <li>17. Finaliza el caso de uso.</li> </ol> |
|--|

<b>Flujos alternativos.</b>
-----------------------------

Información requerida no ingresada.
-------------------------------------

Si en el paso 5 el actor no ingresa la información requerida, el sistema muestra un mensaje de información indicando que falta ingresar información requerida para el registro.
Información requerida no ingresada para la asociación del profesional de la salud.
Si en el paso 10 el actor no ingresa la información requerida, el sistema muestra un mensaje de información indicando que falta ingresar información requerida para el registro.
Información requerida no ingresada para la asociación del profesional de la salud.
Si en el paso 14 el actor no ingresa la información requerida, el sistema muestra un mensaje de información indicando que falta ingresar información requerida para el registro.
Precondiciones.
Debe existir un cuidador registrado previamente.
Poscondiciones.
El registro de la información del paciente se realizó correctamente.

b. **Registrar usuario interesado.**

Breve descripción.
Este caso de uso describe como un usuario de la aplicación crea o administra la información de un usuario interesado.
Actores.
Administrador del sistema.
Datos de entrada.

1. Nombre y apellidos.
2. Edad.
3. Login.
4. Teléfono.
5. Fecha registro.
6. Estado.
7. Tipo usuario.
8. Tipo documento.
9. Número documento.

#### Flujo de eventos - Básico.

1. El actor selecciona la opción registrar usuario interesado.
2. El sistema presenta un formulario con los datos del usuario interesado.
3. El actor ingresa los datos requeridos del usuario interesado (Datos de Entrada).
4. El sistema comprueba que se haya ingresado toda la información requerida.
5. El sistema registra el usuario interesado y muestra un mensaje de confirmación del registro.
6. El caso de uso termina su ejecución.

#### Flujos alternativos.

Información requerida no ingresada.

Si el actor no ingresa la información requerida, el sistema muestra un mensaje de información indicando que falta por ingresar información requerida para el registro.

#### Precondiciones

Debe existir mínimo un paciente registrado para asociarlo al usuario interesado.

**Poscondiciones.**

La información del usuario interesado es registrada con éxito.

c. **Registrar entrevista paciente.**

Breve descripción.

Este caso de uso describe como un actor de la aplicación en este caso el profesional de la salud registra la entrevista realizada a un paciente para dar un diagnóstico del trastorno obsesivo compulsivo.

Actores.

Profesional de la salud.

Datos de entrada.

Generales.

1. Paciente.
2. Motivo asesoría.
3. Situación familiar.
4. Situación social.
5. Estudios académicos.
6. Trabajo.
7. Personal.

Resultado valoración.

1. Análisis diagnostico.
2. Observaciones.
3. Síntoma.

Tratamiento / Receta.

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fecha.</li> <li>2. Medicación.</li> <li>3. Medicamentos.</li> <li>4. Terapia conductual.</li> <li>5. Definición terapia conductual.</li> <li>6. Días a la semana.</li> <li>7. Observación síntomas.</li> <li>8. Posología.</li> </ol> |
|---|

**Flujo de eventos - Básico.**

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El actor selecciona la opción ?Entrevista paciente?.</li> <li>2. El sistema con la información del profesional de la salud, consulta la lista de pacientes asociados y los presenta en pantalla.</li> <li>3. El actor selecciona un paciente.</li> <li>4. El sistema presenta un formulario tipo entrevista.</li> <li>5. El actor ingresa la información solicitada de la entrevista (Datos de entrada).</li> <li>6. El actor selecciona la opción ?Guardar entrevista?.</li> <li>7. El sistema comprueba que la información haya sido ingresada correctamente.</li> <li>8. El sistema registra la entrevista asociada al paciente.</li> <li>9. Finaliza la ejecución del caso de uso.</li> </ol> |
|---|

**Flujos alternativos.**

Ninguno.

Precondiciones

Deber Existir por lo menos un paciente asociado al profesional de la salud.

Poscondiciones.

El registro de la entrevista se realiza correctamente.

d. **Registrar observación paciente.**

Breve descripción.
Este caso de uso describe como el profesional de la salud o cuidador registra una observación al paciente.
Actores.
Profesional de la salud. Cuidador.
Datos de entrada.
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Paciente.</li><li>2. Observación.</li><li>3. Fecha registro.</li><li>4. Usuario registra (No visible).</li></ol>
Flujo de eventos - Básico.
<ol style="list-style-type: none"><li>1. El actor selecciona la opción ?registrar observación?.</li><li>2. El sistema presenta los pacientes asociados al profesional de la salud o cuidador.</li><li>3. El actor selecciona el paciente a registrar la observación.</li><li>4. El sistema presenta una interfaz para ingresar la observación al paciente.</li><li>5. El actor ingresa la información solicitada (Datos de entrada) y selecciona la opción "registrar".</li><li>6. El sistema comprueba que se haya ingresado la información solicitada.</li><li>7. El sistema registra la observación y muestra un mensaje de información indicando que la observación se registró correctamente.</li><li>8. Finaliza el caso de uso.</li></ol>
Flujos alternativos.
Información solicitada no ingresada.

Si en el paso 6 del flujo básico el actor no ingresa los datos requeridos, el sistema muestra un mensaje de información indicando que debe ingresar la información solicitada.

Precondiciones

Debe existir un paciente registrado.

Poscondiciones.

Se registra la observación al paciente seleccionado.

e. **Visualizar actividad del paciente.**

Breve descripción.

Este caso de uso describe como un actor de la aplicación en este caso el profesional de la salud puede visualizar la actividad del paciente.

Actores.

Profesional de la salud.

Datos de entrada.

1. Paciente
2. Fecha inicio.
3. Fecha fin.
4. Síntoma.
5. Tipo de gráfico.

Flujo de eventos - Básico.

1. El usuario selecciona la opción ?Actividad paciente?.
2. El sistema presenta una pantalla para visualizar la actividad del paciente.
3. El actor ingresa la información solicitada (Datos de entrada) la cual será el filtro de búsqueda para presentar la actividad.
4. El actor selecciona la opción tipo de grafico "Actividad paciente (barras)" .
5. El actor selecciona la opción "Consultar".
6. El sistema con los datos ingresados, consulta la actividad del paciente.
7. El sistema muestra la información de la actividad del paciente (Grafico en barras)
8. Finaliza la ejecución del caso de uso.

Flujos alternativos.

Información obligatoria no ingresada.

Si en el paso 3 del flujo básico el actor no ingresa la información marcada como obligatoria, el sistema presenta un mensaje indicando que debe ingresar los datos obligatorios.

Tipo de grafico seleccionado igual a "Porcentaje actividad paciente (pastel)".

1. Si en el paso 4 del flujo básico el actor selecciona el tipo de grafico "porcentaje actividad paciente pastel", el sistema genera un gráfico tipo pastel.
2. El sistema regresa al paso 6 del flujo básico.

Tipo de grafico seleccionado igual a ?Tiempo actividad paciente (barras)?.

1. Si en el paso 4 del flujo básico el actor selecciona el tipo de grafico "porcentaje actividad paciente pastel", el sistema genera un gráfico tipo pastel.
2. El sistema regresa al paso 6 del flujo básico.

<b>Precondiciones</b>
Debe existir un paciente registrado.
<b>Poscondiciones.</b>
La información de la actividad del paciente es mostrada correctamente.

f. **Administrar sensores.**

<b>Breve descripción.</b>
Este caso de uso describe como se administran los sensores utilizados en el entorno del Telecare para un paciente diagnosticado con TOC.
<b>Actores.</b>
Administrador del sistema.
<b>Datos de entrada.</b>
Opción crear sensor.
1. Rango operación. 2. Tipo sensor. 3. Nombre.
Opción asociar sensor.
1. Paciente. 2. Sensor. 3. Ubicación sensor.
<b>Flujo de eventos - Básico.</b>

1. El administrador ingresa a la aplicación y selecciona la opción administración sensor.
2. El sistema muestra una interfaz para la administración de los sensores.
3. El administrador selecciona la opción Crear sensor.
4. El sistema presenta un formulario para la creación de un sensor (Datos entrada opción crear sensor).
5. El actor ingresa la información solicitada.
6. El sistema registra el nuevo sensor.
7. Finaliza la ejecución del caso de uso

Flujos alternativos.

La opción seleccionada es Listar sensores.

1. Si, en el paso 3 del flujo básico el administrador selecciona la opción Listar sensores el sistema presenta una lista con todos los sensores instalados en el entorno.
2. Finaliza el caso de uso.

La opción seleccionada Asociar sensor.

1. Si, el paso 3 del flujo básico el administrador selecciona la opción Asociar sensor.
2. El sistema presenta un formulario para asociar un sensor a un paciente.
3. El actor ingresa la información solicitada (Datos entrada opción asociar sensor).
4. El sistema comprueba que la información obligatoria haya sido ingresada.
5. El sistema asocia el sensor.
6. Finaliza el caso de uso.

Precondiciones
Ninguna.
Poscondiciones.
Ninguna.

g. **Administrar usuarios.**

Breve descripción.
Este caso de uso describe como se realiza la administración de los usuarios de la aplicación.
Actores.
Administrador del sistema.
Datos de entrada.
Opción modificar usuario y crear usuario.
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nombre y apellido.</li> <li>2. Edad.</li> <li>3. Login.</li> <li>4. Correo.</li> <li>5. Teléfono.</li> <li>6. Fecha registro.</li> <li>7. Estado.</li> <li>8. Tipo usuario.</li> <li>9. Tipo documento.</li> <li>10. Número documento.</li> </ol>
Flujo de eventos - Básico.

1. El sistema lista todos los usuarios del sistema en una tabla.
2. El usuario ingresa el filtro de búsqueda y selecciona la ir.
3. El sistema con los datos ingresados filtra los usuarios que cumplen con la información ingresada.
4. El usuario selecciona la opción modificar usuario.
5. El sistema presenta la información del usuario en modo editable.
6. El usuario modifica la información del usuario (Datos de entrada) y selecciona la opción actualizar cambios.
7. El sistema notifica que la información del usuario ha sido modificada correctamente.
8. Finaliza el caso de uso.

#### Flujos alternativos.

La opción seleccionada es suprimir usuario.

Si en el paso 6 el actor selecciona la opción suprimir.

1. El sistema elimina la información del usuario en el sistema.
2. Finaliza el caso de uso.

La opción es crear usuario.

Si en el paso 2 del flujo básico de eventos el actor selecciona la opción crear.

1. El sistema presenta un formulario con la información necesaria para crear un usuario (Datos de entrada).
2. El actor ingresa la información solicitada.
3. El sistema comprueba que la información obligatoria haya sido ingresada
4. El actor selecciona la opción crear.
5. El sistema registra la información del usuario en el sistema.
6. Finaliza el caso de uso.

Información no ingresada.

Si en el paso 6 del flujo básico o en el paso 2 del flujo alterno crear usuario, el actor no ingresa la información obligatoria solicitada:

1. El sistema presenta un mensaje indicando que debe ingresar la información obligatoria.
2. El sistema vuelve al paso 5 del flujo básico o al paso 1 del flujo alterno.

Precondiciones

Ninguna.

Poscondiciones.

Información registrada, eliminada o actualizada correctamente.

### 3.3. DISEÑO

En esta etapa se define la arquitectura del sistema, los componentes hardware y software, diseño de base de datos y protocolo de comunicación entre componentes.

#### 3.3.1. *Diseño del software*

Se definieron tres capas (vista, controlador y modelo)

- a. **La capa de persistencia o modelo** administrada por un motor de base de datos Oracle, la cual a través de una aplicación JAVA almacena la información capturada de los sensores.
- b. **La capa de controlador** es gestionada por medio del Framework APEX, y se encarga de obtener información de la base de datos, para generar reportes.
- c. **La capa de presentación o vista** se encarga de la presentación de formularios y reportes al usuario, y esta desarrolla en HTML 5 y CSS 3.

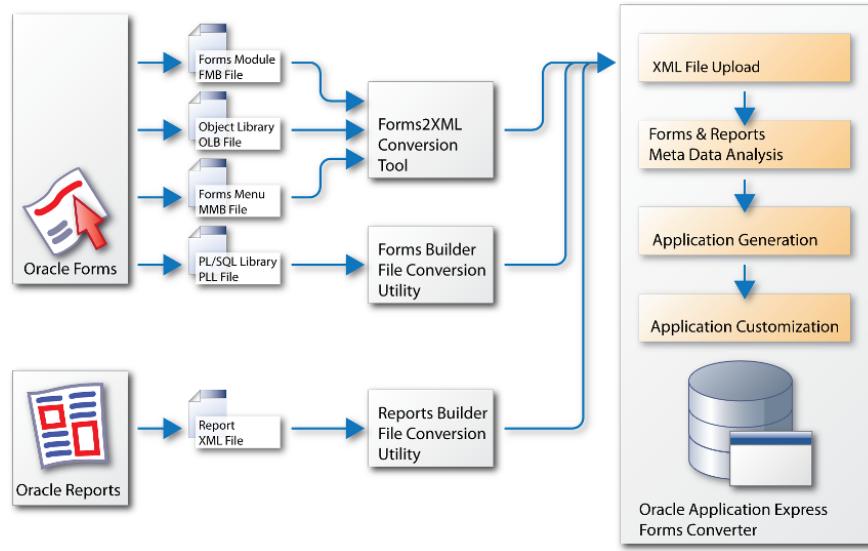


Figura 3. Arquitectura APEX

### 3.3.2. Diseño de base de datos

#### Modelo de lógica de la Base de datos

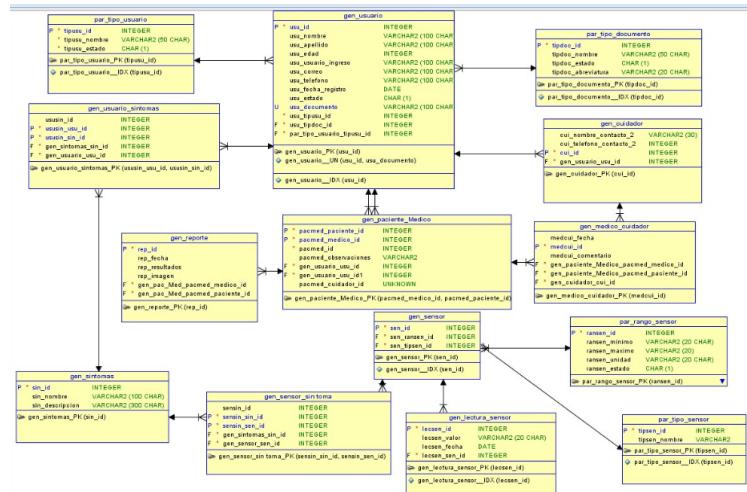


Figura 4. Diseño de base de datos

Según la entrevista inicial realizada a la psiquiatra, se recogió la siguiente información que será la base del diseño lógico de la base de datos relacional que soportará la apli-

cación en los aspectos funcionales:

- Existirán cuatro clases de usuario:
  - a. **Pacientes:** Podrá ingresar a ver las observaciones realizadas por el médico.
  - b. **Médico:** Tendrá uno o muchos pacientes, podrá registrar pacientes, visualizar sus datos, ingresar síntomas a un paciente, generar reportes según la información recolectada por los sensores en un determinado rango de tiempo, el informe puede ser generado en modo gráfico o texto en un archivo pdf, o visualizado en pantalla, también podrá realizar recomendaciones que serán enviadas al usuario por medio de correo electrónico y por la aplicación.
  - c. **Cuidadores:** Encargado del cuidado del paciente, podrá visualizar las recomendaciones realizadas por el médico, visualizar y editar sus datos.
  - d. **Administrador del sistema:** Encargado de la configuración de la aplicación, agregar y quitar sensores, agregar o eliminar usuarios.
- Los sensores estarán asociados a ubicaciones dentro de la casa del paciente, según su necesidad estos sensores pueden ser de varios tipos y tendrán rangos de valores de medida. Podrán ser activados y desactivados en la medida que el médico considere necesario que dicho sensor ya no sea útil, podrán ajustarse tanto las ubicaciones como los rangos de valores a entregar, las lecturas de los sensores serán almacenadas con fecha y hora.

### *3.3.3. Diseño del Modulo de Lectura de sensores (Aplicacion JAVA)*

Posee las siguientes funcionalidades:

- Interpretar los datos obtenidos por el componente hardware y sus sensores asociados, los cuales recolectan esta información y la envían al software, una vez enviada la información el aplicativo convierte los datos en información clara y que pueda ser procesada fácilmente.
- Almacenar la información procesada en la unidad persistente (BD) para que posteriormente sea presentada al usuario.

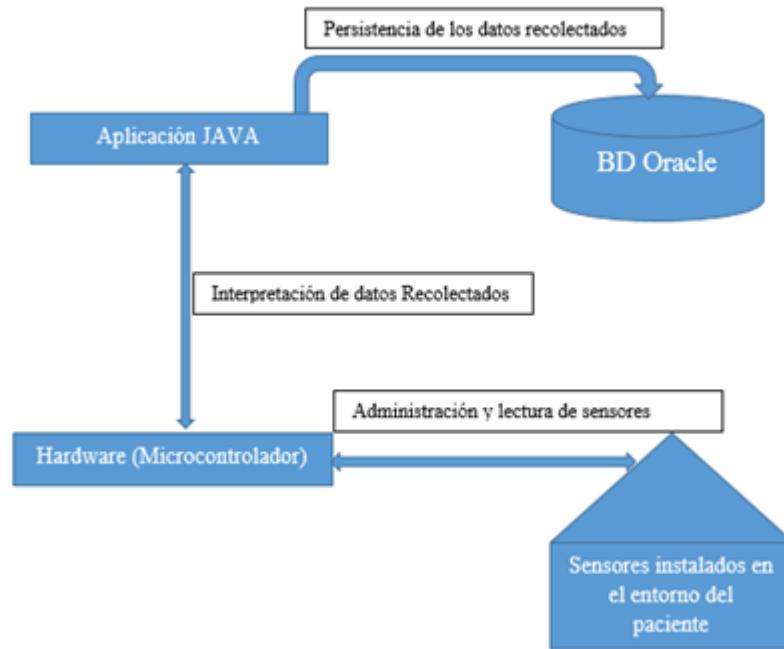


Figura 5. Diseño modulo de lectura.

#### 3.3.4. Diseño del Modulo hardware

Así como el diseño de una aplicación se puede iniciar desde los prototipos de interfaz gráfica, también el desarrollo del componente hardware se puede iniciar desde la representación física de su distribución en el entorno del paciente, a continuación se muestra el modelo un entorno propicio para el monitoreo de un paciente con TOC hacia rituales de limpieza, se identificaron los siguientes componentes:

1. Sensores para la identificación o reconocimiento del paciente dentro de un entorno con otras personas (sensores de Peso, sensores de estatura).
2. Sensores de acción sobre los diferentes griferías del entorno (baño) (sensores de humedad sensores de nivel, sensores de posición).

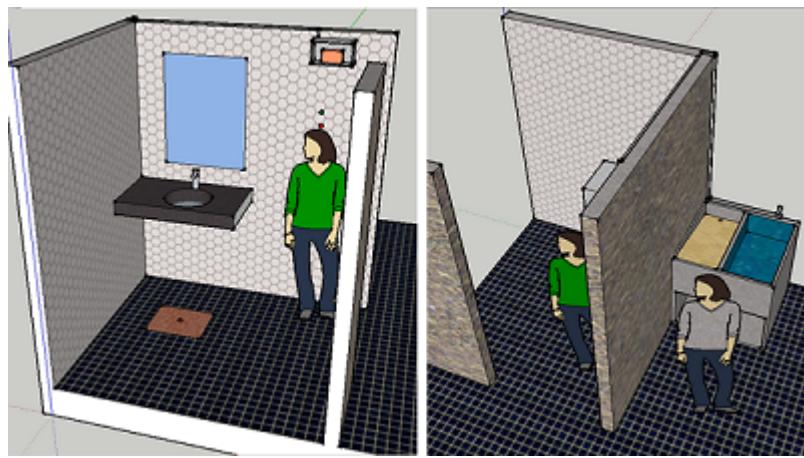


Figura 6. Representación de la distribución y la instalación de sensores en baño de un paciente.

Los componentes identificados guardan estrecha relación con el análisis y la investigación cuando se relacionó los comportamientos vs sensores que podrían usarse para monitorearlo, de este punto se puede tener un diseño de componentes de alto nivel como se muestra en la siguiente figura:

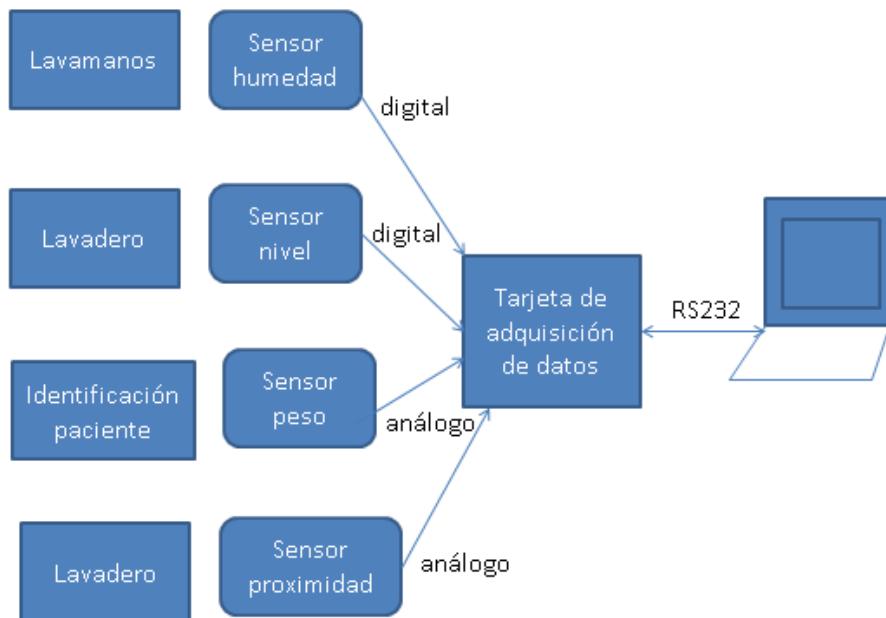


Figura 7. Modelado de componente hardware

A partir del modelo anterior se estableció el funcionamiento básico del sistema:

1. Configurar los sensores que hacen parte del sistema.
2. Verificar si alguno de los sensores se activó dentro de la casa o entorno de monitoreo.
3. Si fue así, verificar con los sensores de identificación si es la persona o paciente de interés quien realizó la activación.
4. De ser así se envía la información con el protocolo establecido.
5. Se espera hasta que la identificación o el sensor no tenga más lecturas válidas y se envía la parte final de la trama de datos obtenidos.

La anterior funcionalidad se representa en el siguiente diagrama de flujo:

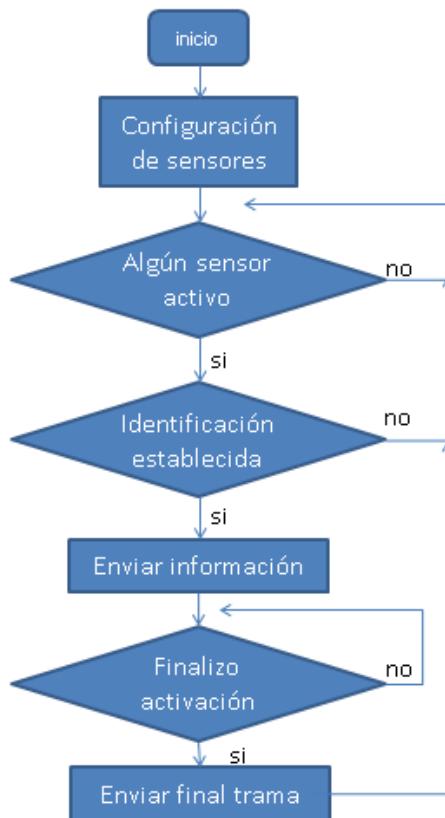


Figura 8. Diagrama de flujo envío de datos obtenidos.

Protocolo para el envío de datos:

Delimitador	Identificador sensor del sensor	Tipo del sensor	Delimitador	Valor de la medida	Delimitador	Final de la trama
—	00-99	Digital/Análogo	—	0-1024	—	'N'
—	1	A	—	1024	—	'N'
—	2	D	—	0	—	'N'

Tabla 8. Protocolo

### 3.3.5. *Implantación del hardware*

Para implementar el componente Hardware se decidió usar el la plataforma de desarrollo Arduino específicamente ”Arduino leonarnardo” que entre otras ventajas se puede mencionar su bajo costo y una comunidad activa de desarrollo, el lenguaje para programar este dispositivo es JAVA con lo cual se unifica el desarrollo de la interfaz de captura de datos como el desarrollo hardware.

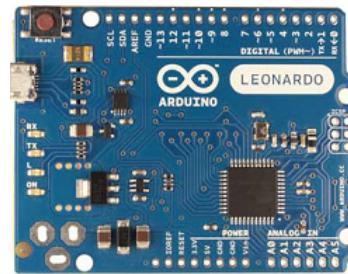


Figura 9. Arduino Leonardo

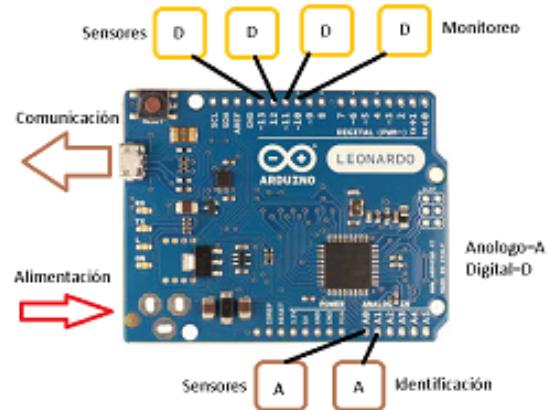


Figura 10. Conexión y tipos de sensores.

Sensores de Identificación:



Figura 11. Celda de carga, determina el peso de una persona hasta 200 kg.



Figura 12. Potenciómetro lineal, Emular comportamiento.



Figura 13. Sensor para determinar la estatura del paciente Fotosensor, emulado con un pulsador.

Sensores de Monitoreo:

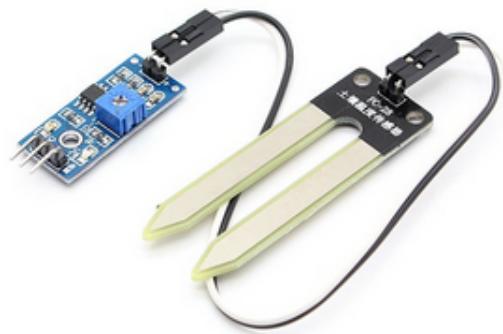


Figura 14. Sensor de inundación.



Figura 15. Seonsor de caudal.

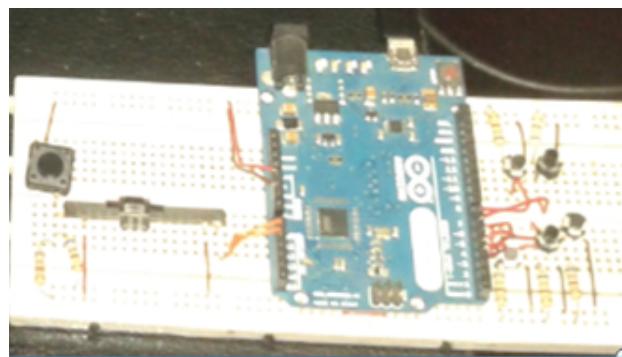
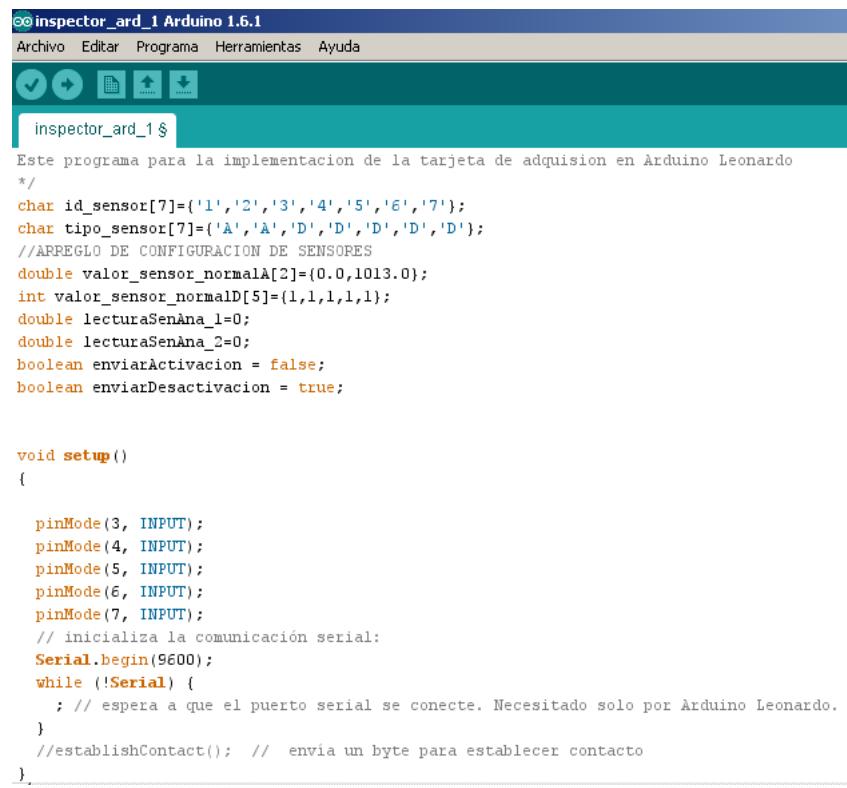


Figura 16. Montaje hardware implementado para de pruebas del sistema.



The screenshot shows the Arduino IDE interface with the following details:

- Title Bar:** inspector\_ard\_1 Arduino 1.6.1
- Menu Bar:** Archivo, Editar, Programa, Herramientas, Ayuda
- Toolbar:** Includes icons for Open, Save, Upload, and Download.
- Text Area:** The code for the sketch "inspector\_ard\_1".

The code itself is as follows:

```
Este programa para la implementacion de la tarjeta de adquisicion en Arduino Leonardo
*/
char id_sensor[7]={'1','2','3','4','5','6','7'};
char tipo_sensor[7]={‘A’,‘A’,‘D’,‘D’,‘D’,‘D’};
//ARREGLO DE CONFIGURACION DE SENsoRES
double valor_sensor_normalA[2]={0.0,1013.0};
int valor_sensor_normalD[5]={1,1,1,1,1};
double lecturaSenAna_1=0;
double lecturaSenAna_2=0;
boolean enviarActivacion = false;
boolean enviarDesactivacion = true;

void setup()
{
    pinMode(3, INPUT);
    pinMode(4, INPUT);
    pinMode(5, INPUT);
    pinMode(6, INPUT);
    pinMode(7, INPUT);
    // inicializa la comunicacióN serial:
    Serial.begin(9600);
    while (!Serial) {
        ; // espera a que el puerto serial se conecte. Necesitado solo por Arduino Leonardo.
    }
    //establishContact(); // envia un byte para establecer contacto
}
```

Figura 17. Código de la tarjeta de adquisición (a).

```

void loop()
{
    int id_senAct=-1;

    while(true){

        id_senAct=identificarSensorActivo();
        if(id_senAct!=-1){
            // lectura del primer sensor
            lecturaSenAna_1 = analogRead(A0);
            // lectura del segundo sensor
            lecturaSenAna_2 = analogRead(A1);

            //Serial.println(lecturaSenAna_1);
            //Serial.print(lecturaSenAna_2);

            if(lecturaSenAna_1==valor_sensor_normalA[0]&&lecturaSenAna_2>=valor_sensor_normalA[1]){

                enviarTrama(id_sensor[id_senAct],tipo_sensor[id_senAct],1);

            }else{
                if(!enviarDesactivacion){
                    Serial.print("N");
                    enviarDesactivacion = true;
                    enviarActivacion = false;
                }
            }
        }
    }
}

```

Figura 18. Código de la tarjeta de adquisición (b).

```

    else{
        if(!enviarDesactivacion){
            Serial.print("N");
            enviarDesactivacion = true;
            enviarActivacion = false;
        }
    }
    delay(2000);
}
}

```

Figura 19. Código de la tarjeta de adquisición (c).

```

/*
esta funcion me permite enviar la trama de datos al PC
*/
void enviarTrama(char id_sensor,char tipo_sensor,int valor_sensor){
    if(!enviarActivacion)
    {
        Serial.print('1');
        Serial.print(id_sensor);
        Serial.print(tipo_sensor);
        Serial.print('1');
        Serial.print(valor_sensor);
        Serial.print('1');
        enviarActivacion = true;
        enviarDesactivacion = false;
    }
}

```

Figura 20. Código de la tarjeta de adquisición (d).

```

/*
Esta funcion se encarga de verificar que el sensor,
tiene una condicion diferente a la normal parametrizada
inicialmente y retorna el codigo de aquel sensor que cambio.
*/
int identificarSensorActivo(){

    if(valor_sensor_normalD[0]!=digitalRead(3)){
        return 2;
    }
    if(valor_sensor_normalD[1]!=digitalRead(4)){
        return 3;
    }
    if(valor_sensor_normalD[2]!=digitalRead(5)){
        return 4;
    }
    if(valor_sensor_normalD[3]!=digitalRead(6)){
        return 5;
    }
    if(valor_sensor_normalD[4]!=digitalRead(7)){
        return 6;
    }
    return -1;
}

```

Figura 21. Código de la tarjeta de adquisición (e).

### 3.4. IMPLEMENTACIÓN

En esta etapa se realizó el desarrollo de todos los módulos propuestos, siguiendo el modelo de desarrollo de software mencionado anteriormente.

#### 3.4.1. Desarrollo aplicación Web

- La aplicación web se desarrolló usando el framework de Oracle ápex

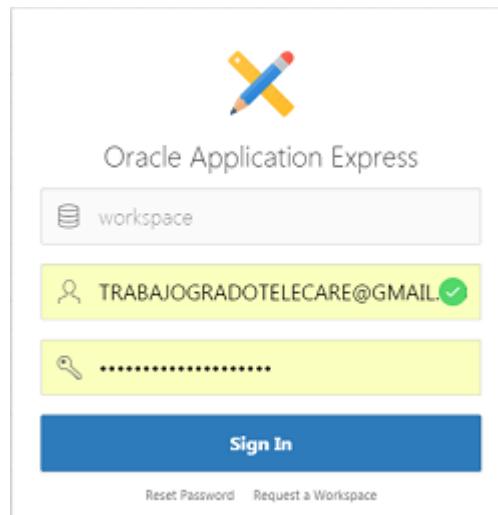


Figura 22. Login

- El framework cuenta con un espacios de trabajo para cada uno de los desarrolladores, donde deja un registro de auditoria de las acciones realizadas



Figura 23. inicio

- En modo de desarrollo se encuentran los editores de las páginas elaboradas para cada uno de los perfiles (administrador, médico, cuidador), las páginas pueden ser elaboradas partiendo de plantillas (formularios, gráficos, plantillas planas, etc.)

0	<a href="#">Página Global - Escritorio</a>	6 months ago	davidtelecare	Global Page	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
1	<a href="#">Inicio</a>	13 days ago	cesartelecare	Home	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
2	<a href="#">Médico</a>	11 days ago	davidtelecare	DML Form	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
3	<a href="#">Administrador</a>	11 days ago	davidtelecare	Interactive Report	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
5	<a href="#">Formulario Usuarios</a>	2 weeks ago	cesartelecare	DML Form	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
6	<a href="#">Menu Gestión Sensores</a>	2 weeks ago	cesartelecare	Navigation Form	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
7	<a href="#">Formulario Sensores</a>	12 days ago	jhontelecare	DML Form	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
8	<a href="#">Asociar sensor paciente</a>	11 days ago	jhontelecare	DML Form	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
9	<a href="#">Registrar observacion</a>	2 weeks ago	cesartelecare	DML Form	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
10	<a href="#">Asociar usuarios interesados</a>	2 weeks ago	cesartelecare	DML Form	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
11	<a href="#">Listado de sensores</a>	11 days ago	jhontelecare	Report	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
12	<a href="#">Asociar usuarios interesados cuidador</a>	13 days ago	davidtelecare	DML Form	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
14	<a href="#">observacion a medico</a>	11 days ago	jhontelecare	DML Form	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
15	<a href="#">Reportes Actividades</a>	11 days ago	davidtelecare	Chart	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
19	<a href="#">Asociar Paciente</a>	2 weeks ago	cesartelecare	DML Form	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
23	<a href="#">Agregar Paciente</a>	2 weeks ago	cesartelecare	DML Form	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
24	<a href="#">Ayuda</a>	2 weeks ago	cesartelecare	Interactive Report	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		
25	<a href="#">Acerca de</a>	2 weeks ago	cesartelecare	Navigation Form	Desktop	<a href="#">Unassigned</a>		

Figura 24. Lista Páginas

- La sección de taller de sql, donde se cuenta con unas tablas de sistema, y se elaboraron las tablas relacionadas con la aplicación

The screenshot shows the Oracle SQL Workshop interface. The top navigation bar includes Home, Application Builder, SQL Workshop (selected), Team Development, and Administration. Below the navigation is the Object Browser, which displays the 'Tables' section. A list of tables is shown on the left, including DEMO\_STATES, DEMO\_TAGS, DEMO\_TAGS\_SUM, DEMO\_TAGS\_TYPE\_SUM, DEPT, EBA\_ARCHIVE\_ACCESS\_LEVELS, EBA\_ARCHIVE\_ERRORS, EBA\_ARCHIVE\_ERROR\_LOOKUP, EBA\_ARCHIVE\_NOTIFICATIONS, EBA\_ARCHIVE\_PREFERENCES, EBA\_ARCHIVE\_USERS, EMP, GEN\_CUIDADOR, GEN\_ENTREVISTA\_PACIENTE, GEN\_LECTURA\_SENSOR, GEN\_MEDICO\_CUIDADOR, GEN\_OBSERVA, GEN\_PACIENTE\_MEDICO, GEN SENSOR, GEN\_SEN\_SINTO\_PACI, GEN\_SINTOMAS, GEN\_USUARIO, HTMLDB\_PLAN\_TABLE, PARAM\_SENVAL, PAR\_AYUDA, PAR\_RANGO\_SENSOR, PAR\_TIPO\_DOCU, PAR\_TIPO\_SENSOR, and PAR\_TIPO\_USUARIO. On the right, a table named 'PAR\_TIPO\_USUARIO' is displayed with the following data:

EDIT	TIPUSU_ID	TIPUSU_NOMBRE	TIPUSU_ESTADO
1	PROFESIONAL_SALUD	ACTIVO	
2	CUIDADOR	ACTIVO	
3	PACIENTE	ACTIVO	
4	ADMIN	ACTIVO	

Row(s) 1 - 4 of 4

Figura 25. Lista tablas

- En esta sección también se definieron funciones pl/sql, triggers, secuencias, para obtener información que alimenta las páginas

The screenshot shows the Oracle SQL Workshop interface with the 'Functions' section selected in the Object Browser. A function named 'LISTAPACIENTES' is open in the code editor. The code is as follows:

```

1 create or replace function "LISTAPACIENTES"
2 return VARCHAR2
3 is
4   --creado por Mstro
5 begin
6   return 'select USU_NOMBRE||USU_NUM_DOCU as display_value, USU_ID as return_value
7   from GEN_USUARIO USU,GEN_PACIENTE MEDICO PAC_ME,PAC_ME.PAR TIPO_DOCU TIP_DO,GEN_ENTREVISTA_PACIENTE sint where USU.USU_ID=PAC_ME.PACED_PACIENTE_ID
8   AND TIP_DO.TIPODOC_ID=USU.USU_TIPODOC_ID and sint.ENT_PAC_USU_ID=PAC_ME.PACED_PACIENTE_ID order by USU_NOMBRE ASC';
9 end;
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

```

Figura 26. editor SQL

- En la sección Application Builder se elaboraron las rutas de navegación de la

aplicación, se configuraron los roles restricciones y accesos de acuerdo a cada perfil, las listas entre otras.

The screenshot shows the Application Builder interface with the following details:

- Top Bar:** Home, Application Builder, SQL Workshop, Team Development, Administration.
- Page Title:** Application 111 - SISTEMA TELECARE PSQUIÁTRICO.
- Page Actions:** Run Application, Supporting Objects, Shared Components, Utilities, Export / Import.
- Page List:**

Page	Name	Updated	Updated By	Page Type	User Interface	Group	Lock	Run
0	Página Global - Escritorio	6 months ago	davidtelecare	Global Page	Desktop	Unassigned		
1	Inicio	13 days ago	cesartelecare	Home	Desktop	Unassigned		
2	Médico	11 days ago	davidtelecare	DML Form	Desktop	Unassigned		
3	Administrador	11 days ago	davidtelecare	Interactive Report	Desktop	Unassigned		
5	Formulario Usuarios	2 weeks ago	cesartelecare	DML Form	Desktop	Unassigned		
6	Menú Gestión Sensores	2 weeks ago	cesartelecare	Navigation Form	Desktop	Unassigned		
7	Formulario Sensores	12 days ago	jrontelecare	DML Form	Desktop	Unassigned		
- Right Sidebar:**
  - About:** Applications are made up of pages. For each page you can declaratively define how the page is rendered and processed. Controls that are not specific to a page are called shared components. Shared components include authentication, authorization, user interface templates, and tabs.
  - Tasks:** Delete this Application, Copy this Application, Hide Icons.
  - Recently Edited Pages:** 2. Médico, 14. observación a medico, 15. Reportes Actividades, 3. Administrador, 6. Asociar\_sensor\_paciente.

Figura 27. Application Builder

- La sección del médico cuenta con las funcionalidades para registrar un paciente, entrevistar un paciente, registrar observaciones y ver la actividad de un paciente

The screenshot shows the 'SISTEMA TELECARE PSQUIÁTRICO' application interface for the 'Médico' role:

- Header:** SISTEMA TELECARE PSQUIÁTRICO, Inicio, Médico, Administrador, Ajustes, Ayuda, Acerca de, Menú de la Información, Desconectar.
- Left Sidebar (MENU):**
  - Registrar Paciente
  - Entrevistar Paciente
  - Registrar Observación
  - Actividad Paciente
- Central Content (AYUDA MÉDICO):**
  - Registrar paciente: Esta funcionalidad permite registrar la información específica de un paciente en la aplicación para luego poder realizar el diagnóstico por medio de una entrevista general y visualizar el su seguimiento de actividad diaria.
  - Entrevistar paciente:
  - Registrar observación:
  - Actividad paciente:
- Right Sidebar (MAPA MÉDICO):**
  - Registrar paciente
  - Registrar entrevista
  - Registrar observación
  - Actividad paciente

Figura 28. Pagina Médico

- La sección del administrador, cuenta con administración de los sensores, configuración de usuarios y administración del perfil



Figura 29. Pagina Administrador

- La sección del cuidador cuenta, con un registro de observaciones al médico.

Figura 30. Pagina Cuidador

### 3.4.2. Desarrollo Aplicación JAVA

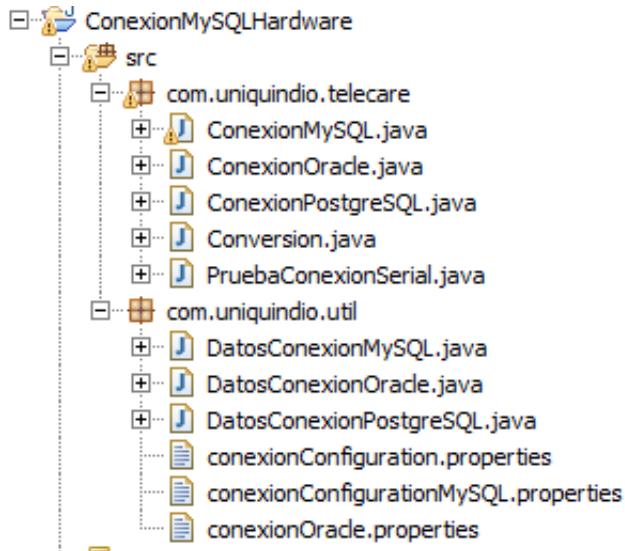


Figura 31. Estructura del código fuente

- Se elaboraron tres clases de conectores: Mysql, Postgres y Oracle dependiendo de la base de datos que se utilice, en este caso se trabajó con la base de datos ORACLE 11g.
- EL código cuenta con la siguiente estructura de clases:
  - a. **Conversion.java:** es la clase encargada de obtener los valores normales para las entradas de los sensores, por ejemplo, la temperatura, el peso de una pastilla en un frasco, para un contador, etc.
  - b. **ConexionOracle.java:** es la clase que se conecta a la base de datos y contiene las consultas de inserción y actualización de datos.
  - c. **PruebaConexionSerial.java:** esta clase es la encargada de filtrar los valores normales de los sensores, esto significa que filtra la información que se encuentra dentro de un rango normal de actividad registrada por un sensor, y no datos incoherentes o erróneos.
  - d. **Clases del paquete útil:** son las encargadas de cargar la información de los archivos de propiedades para generar la conexión a la base de datos.
  - e. **Librerías:** la aplicación cuenta con librerías de conexión a puerto serial para realizar la lectura de datos de la tarjeta de adquisición.

### **3.5. PRUEBAS DEL SISTEMA**

El prototipo Telecare se probó progresivamente durante el desarrollo y la implementación, tanto en los componentes individuales hardware y software, como la integración y operación de los mismos. Uno de los objetivos principales del trabajo de grado es entregar un sistema con validación en el área de usabilidad para lo cual se contó con el valioso apoyo del Grupo SINFOCI y sus expertos en la materia que realizaron dos tipo de pruebas Heurísticas y de recorrido Cognitivo. A continuación se detallaran las pruebas más relevantes realizadas al sistema:

#### *3.5.1. Prueba del Hardware*

La tarjeta de adquisición de datos se implementó en la plataforma de desarrollo Arduino Leonardo, dicha plataforma de desarrollo hardware permite a través de librerías de uso libre la construcción de aplicaciones específicas con mucha rapidez. El proyecto requirió la conexión bidireccional de la tarjeta de adquisición con un pc servidor, la información que Arduino envía al servidor se obtuvo de sensores de diferentes tipos conectada a ella encargados de monitoreo de las áreas donde el paciente realiza sus actividades. Para desarrollar y probar la tarjeta se contó con su IDE este cuenta un módulo que permite emular una terminal y ver la información que va a ser enviada con el protocolo serial RS232 hasta el servidor de base de datos y hacer pruebas sin tener que conectar físicamente el dispositivo al PC servidor mientras se está desarrollando.

Pasos de la prueba:

- Conexión de la plataforma Arduino con el PC de desarrollo:

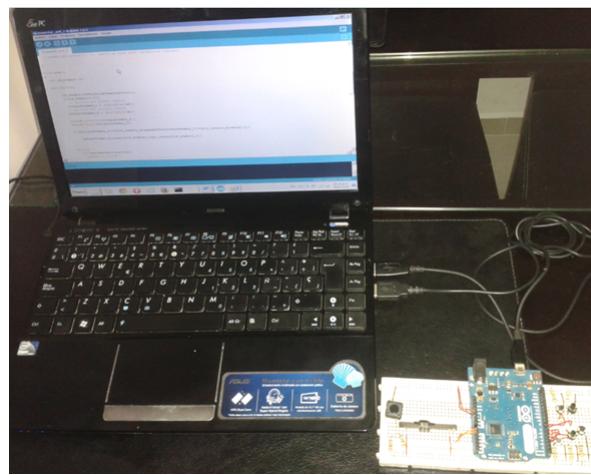


Figura 32. Conexión de PC con la tarjeta de desarrollo Arduino

- Emulando un terminal en el IDE

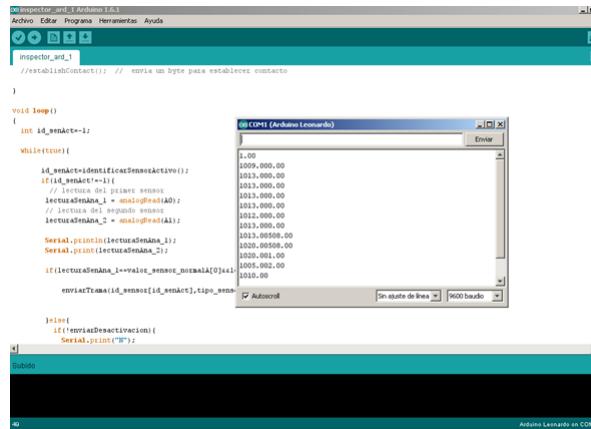


Figura 33. Entorno de desarrollo Arduino Prueba de conexión serial ene IDE

- Una vez se realizan las pruebas en el IDE Arduino se realizan la pruebas en la maquina real donde se desplegará el servidor de base de datos con la aplicación de Windows hyperterminal validando así el desarrollo hecho en Arduino.

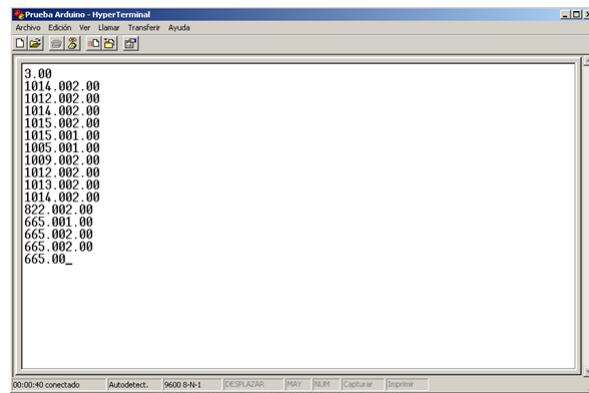


Figura 34. Prueba de conexión RS232 de la tarjeta de adquisición con el servidor

- Prueba de la trama propuesta como protocolo para enviar la información de los sensores: Los sensores que emulan la identificación de paciente deben estar activos (sensor de peso, sensor de estatura). Se enviaran tres lecturas del sensor 4, una lectura del sensor 6 y una lectura del sensor 7.

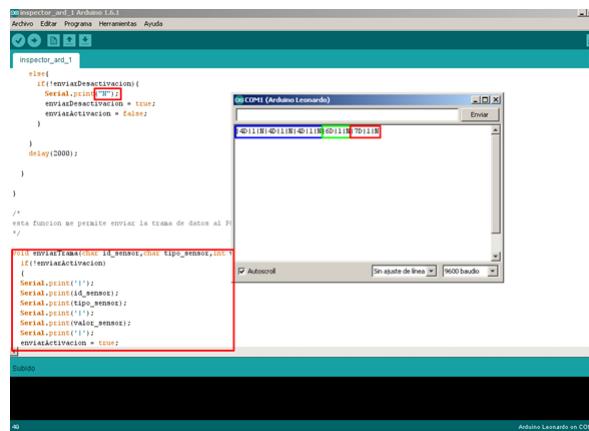


Figura 35. Detalle del protocolo enviado por la activación de sensores

- Resultados de la prueba: Se pudo evidenciar que la plataforma se conectó tanto con una terminal emulada como con la real implementada por el Sistema Operativo nativo del servidor. Al activar los sensores determinados, el sistema envía la trama en la secuencia y formato esperado.

### 3.5.2. Pruebas Usabilidad

- Pruebas Heurísticas de la aplicación web.

El equipo de trabajo del grupo SINFOCI de la Universidad del Quindío realizó un total de 8 pruebas de éste tipo y se encontrará como anexo del trabajo, en éste aparte se relacionarán las observaciones más relevantes y las correcciones de dicha evaluación. Para la ejecución de la pruebas el grupo SINFOCI usó la platilla propuesta por el ministerio para realizar este tipo de pruebas. La metodología para mostrar los avances hacia la calidad en cuanto usabilidad serán identificar ítem evaluado, la observación de la incidencia y como fue corregido he implementada la solución, a continuación se muestran los resultados obtenidos de la evaluación:

**Ítem de evaluación:** Identidad o logotipo significativo, identificable y suficientemente visible.

**Observación:** No existe logo o algún tipo de identidad.

**Implantación de la solución:**



Figura 36. Logo Aplicación Telecare

**Ítem evaluación:** Se ofrece información sobre la protección de datos de carácter personal o los derechos de autor de los contenidos del sitio web.

**Observación:** Está implementado pero no define información alguna.

## Implantación de la solución:

The screenshot shows a web-based application titled 'SISTEMA TELECARE PSQUIÁTRICO'. The top navigation bar includes links for 'admin', 'Ayuda', 'Acerca de', and 'Manejo de la información'. Below the navigation, a breadcrumb trail indicates the current location: 'Inicio > Manejo de la información'. A section titled 'LOS AUTORES DE LA APLICACION:' contains text about data protection and rights. Another section titled 'Derechos de Autor:' contains a detailed legal notice about copyright and reproduction rights.

Figura 37. Sección manejo de información aplicación Telecare

**Ítem evaluación:** Existe mapa del sitio para acceder directamente a los contenidos sin navegar.

**Observación:** No hay evidencia de su existencia.

## Implantación de la solución:

The screenshot shows a sidebar menu titled 'Mapa del sitio' for the 'administrador' user. The menu includes links for 'Menu del Medico', 'Entrevistar Paciente', 'Registra Observaciones', 'Ver Actividad del paciente', 'Menu Administrador', and 'Administrador de sensores'. The background features a blurred image of a medical stethoscope.

Figura 38. Mapa del sitio para usuario administrador

**Ítem evaluación:** Se ofrece información sobre el autor, fuentes y fechas de creación y revisión en artículos, noticias, informes.

**Observación:** No existe evidencia de la fecha de implementación.

**Implantación de la solución:**



Figura 39. Versión y fecha de creación aplicación Telecare

**Ítem evaluación:** Fácil acceso y retorno al/del sistema de ayuda.

**Observación:** No hay sistema de ayuda implementado.

**Implantación de la solución:**

La captura de pantalla muestra la interfaz de usuario de la aplicación Telecare. En la parte superior, hay un menú horizontal con las opciones 'Inicio', 'Ayuda' (destacada), 'Acerca de' y 'Manejo de la in...'. Abajo de esto, hay un menú lateral con 'Iniciar Sesión' y 'Ayuda'. La sección principal es la 'Ayuda', que incluye un buscador, un botón 'Ir' y un botón 'Acciones'. Una lista tabulada muestra dos ítems: 'Ayuda' (que redirige a la página actual) y 'Administrador' (que proporciona información sobre los privilegios del administrador). En la parte inferior derecha, hay un botón 'Volver' y la versión 'TELCARE PSQUIÁTRICO VERSIÓN 1.0 2015'.

Figura 40. Sección de ayuda aplicación Telecare

**Ítem evaluación:** Uso correcto del espacio visual de la página.

**Observación:** El footer es demasiado grande.

**Implantación de la solución:**



Figura 41. Manejo de espacios aplicación Telecare

- Pruebas de recorrido cognitivo

El recorrido cognitivo es un método de inspección de la usabilidad que se centra en evaluar en un diseño su facilidad de aprendizaje, básicamente por exploración y está motivado por la observación que muchos usuarios prefieren aprender software por exploración [8].

Para ejecutar esta prueba el experto trabajo sobre las funcionalidades del rol cuidador.

## RESULTADO DEL RECORRIDO COGNITIVO.

Usuario	Evidencia	Tiempo de ejecución
Jonathan Gallego	Carpeta anexa Cuidador 1	2:27 min
Alejandro Rodríguez	Carpeta anexa Cuidador 2	1:49 min
Carmen Grisales	Carpeta anexa Cuidador 3	1:25 min

Figura 42. Resultados recorrido cognitivo

Observaciones al final de la prueba:

"Los usuarios lograron culminar las tareas de manera satisfactoria en un promedio de 2 minutos, pero no quedaron satisfechas al final de realizar las tareas solicitadas, lo cual se puede observar en las observaciones realizadas por cada uno."

Varias de las observaciones hechas por los usuarios, tienen similitud con las incidencias reportadas en las pruebas heurísticas, resaltaremos aquellas que no se mencionaron en dichas pruebas.

**Observación:** Implementar la migra de pan para que el usuario siempre sepa donde se encuentra dentro del aplicativo y tenga mejor navegabilidad dentro de él.

**Implantación de la solución:**

The screenshot shows the 'SISTEMA TELECARE PSIQUIÁTRICO' application. At the top, there is a blue header bar with the title 'SISTEMA TELECARE PSIQUIÁTRICO' and a user icon labeled 'admin'. Below the header, there is a navigation menu with three items: 'Inicio', 'Médico', and 'Administrador'. A breadcrumb navigation bar below the menu shows the path: 'Inicio > Médico > Reporte actividades'. The main content area is titled 'FILTROS DE BÚSQUEDA' (Search Filters). It contains four input fields: 'Paciente' (Patient) with a dropdown menu 'Seleccione un paciente...', 'Fecha Inicio' (Start Date) with a date picker field, 'Fecha Fin' (End Date) with a date picker field, and 'Síntomas' (Symptoms) with a dropdown menu 'Seleccione uno...'. There is also a 'Tipo Gráfico' (Graph Type) dropdown menu 'Seleccione uno...'. A blue 'CONSULTAR' (Consult) button is located at the bottom right of the filter form. At the very bottom of the page, there is a footer bar with the text 'TELECARE PSIQUIÁTRICO VERSIÓN 1.0 2015'.

Figura 43. Implementación de migra de pan en la aplicación

**Observación:** Buscar contextualizar más el aplicativo, de manera que el usuario solo con ingresar pueda tener una idea de cuál es el objetivo del aplicativo.

**Implantación de la solución:**

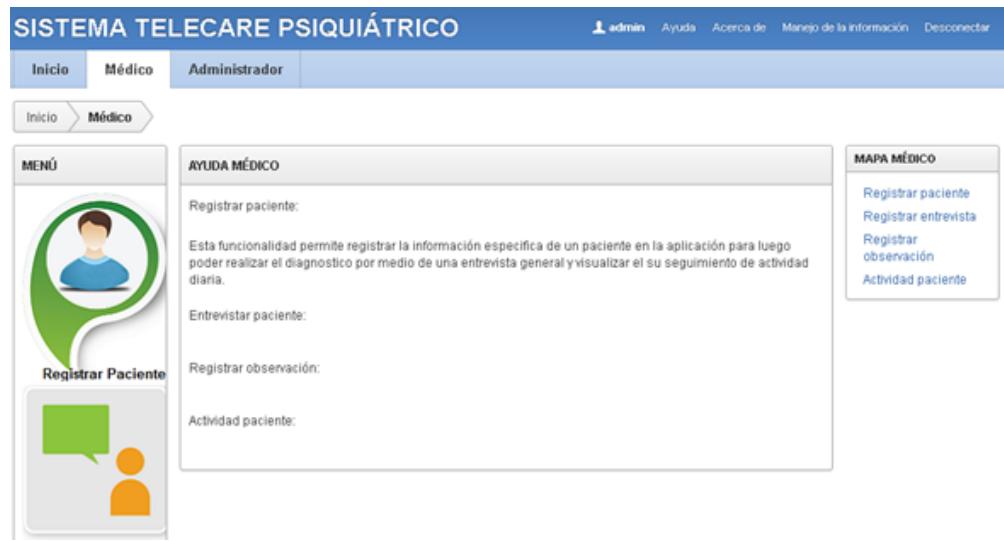


Figura 44. Contextualización para opciones de actor médico

### 3.5.3. Pruebas de Aceptación

Las pruebas de aceptación son pruebas que realizan los usuarios finales o testers expertos en el manejo de la herramienta o sistema, con el fin validar que cumple con los requerimientos definidos o con las funcionalidades negociadas desde al inicio del proyecto. La prueba con el usuario final esta documentada en un vídeo y sera entregada como un anexo del trabajo, se escogieron las funcionalidades mas representativas para ser condensadas en este informe así:

#### 3.5.3.1. Escenario 1: El actor Médico crea un paciente en el sistema Telecare TOC.

**Tipo de prueba:** Funcional.

**Objetivo:** Validar que el sistema cumpla el objetivo de permitir a un médico crear un paciente en el sistema de manera Exitosa.

**Actor:** Médico

**Precondiciones:**

El médico debe existir el sistema

El Cuidador debe existir creado en el sistema

**Resultado esperado:** Un Paciente se crea con éxito en el sistema.

**Pos-condiciones:**

Un paciente se crea en el sistema asociado al médico que lo creó.

**Pasos de la prueba:**

El actor: Se autentica en el sistema:



El sistema: Muestra la interfaz del profesional de la salud.

A screenshot of the "SISTEMA TELECARE PSIQUIÁTRICO" website. The header includes the system name, user "mabel8a", and links for Ayuda, Acerca de, Manejo de la información, and Desconectar. A navigation bar below shows "Inicio" and "Médico". The main content area features a photo of a doctor's hands typing on a keyboard with a stethoscope nearby, and text welcoming users to the administration page. On the right, a sidebar titled "Mapa del sitio" lists links: Menú del Médico, Entrevistar Paciente, Registra, Observaciones, and Ver Actividad del paciente.

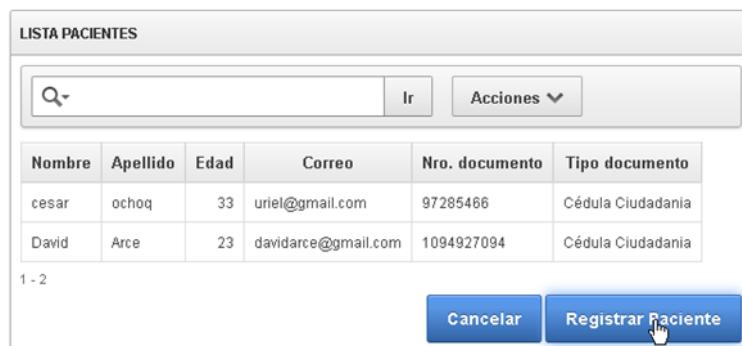
El actor: Ingresa al menú: Médico/Registrar Paciente



El sistema: Despliega un listado con los pacientes asociados al Médico y las respectivas opciones de filtro.



El actor: Presiona el botón Registrar Paciente



El sistema: Muestra un formulario para el ingreso de los datos básicos de un paciente.

The screenshot shows a software interface titled 'REGISTRAR PACIENTE' (Register Patient). On the left, there is a vertical sidebar with a blue header containing the text 'INFORMACIÓN' and 'DE'. Below this, under 'MAPA MÉDICO', are four items: 'Registrar pa...', 'Registrar en...', 'Registrar observación...', and 'Actividad pac...'. The main window has a title bar 'REGISTRAR PACIENTE' and 'CLÍNICA PSICOQUÍÁTRICO'. It contains a section titled 'PACIENTE' with the following fields:

- \* Nombre(s): [Empty input field]
- \* Apellido(s): [Empty input field]
- \* Edad: [Empty input field]
- Correo: [Empty input field]
- Teléfono: [Empty input field]
- \* Fecha Registro: [Empty input field with calendar icon]
- \* Tipo Documento: [Dropdown menu showing 'Seleccione']
- \* Número Documento: [Empty input field]

A blue 'Siguiente' (Next) button is located at the bottom right of the form area.

El actor: Ingresa la información requerida y pulsa el botón Siguiente.

The screenshot shows the same 'REGISTRAR PACIENTE' window with the form now populated with data:

- \* Nombre(s): Carolina
- \* Apellido(s): Escobar
- \* Edad: 29
- Correo: caro@hotmail.com
- Teléfono: 7341243
- \* Fecha Registro: 09-08-2015
- \* Tipo Documento: Cédula Ciudadanía
- \* Número Documento: 1233456

A blue 'Siguiente' (Next) button is located at the bottom right of the form area. A mouse cursor is shown clicking on the 'Siguiente' button.

El sistema: informa del éxito del ingreso y muestra un formulario para realizar la asociación del paciente con el médico.

Acción procesada.

Asociar Paciente

\* Paciente:  
Carolina

\* Medico:  
Mabel

Observaciones  
Para pruebas

Siguiente

Asociar Paciente

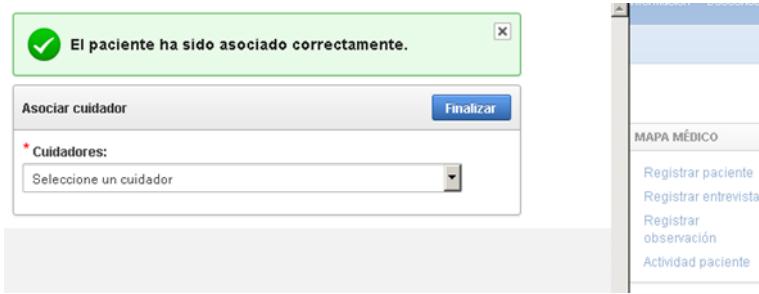
\* Paciente:  
Carolina

\* Medico:  
Mabel

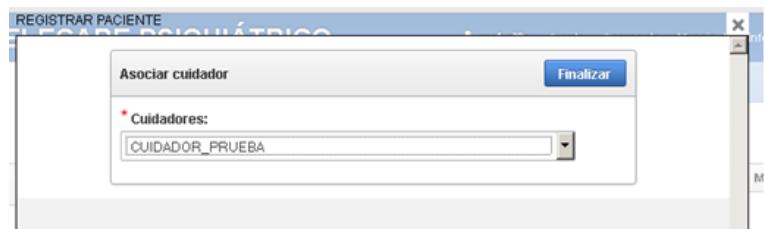
Observaciones  
Para pruebas

Siguiente

El sistema: Muestra el éxito del proceso y despliega las opciones para elegir un cuidador o interesado del paciente.



El actor: Elije de la lista desplegable el familiar o interesado en su cuidado y presiona el botón registra.



El sistema informa que el paciente fue creado con Éxito.



3.5.3.2. Escenario 2: El actor Médico entrevista un paciente y genera un tratamiento.

**Tipo de prueba:** Funcional

**Objetivo:** Validar con el usuario final que el sistema permite de manera exitosa registrar una entrevista básica de una consulta psiquiátrica.

**Actor:** Médico

### **Precondiciones:**

El Médico debe estar creado en el sistema

El médico debe tener asociado por lo menos un paciente y su respectivo cuidador o interesado.

Las patologías más representativas del TOC deben estar parametrizadas en el sistema.

**Resultado esperado:** El sistema permite crear con éxito el registro de la entrevista.

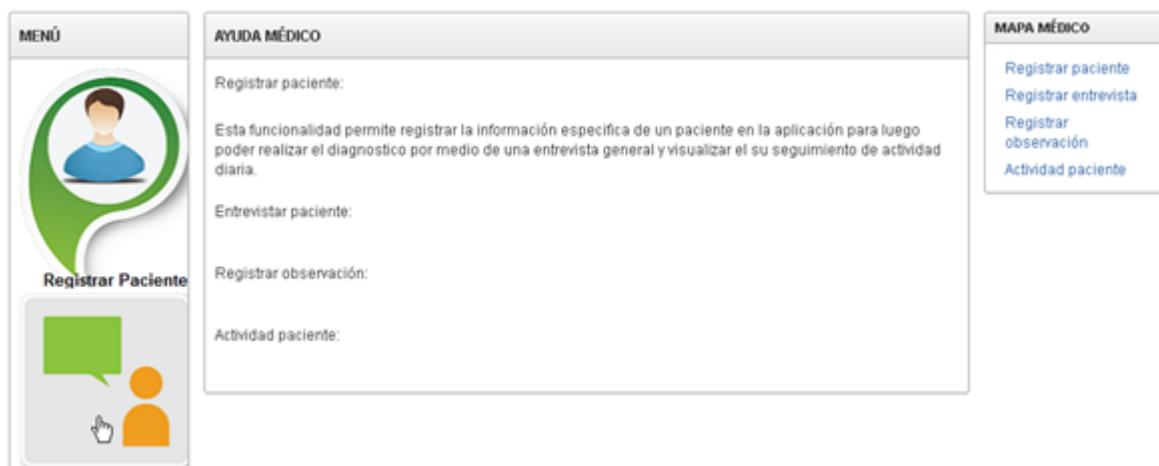
### **Postcondiciones:**

El sistema creara la entrevista en BD

El sistema tendrá la información requerida para el análisis y posterior implantación del sistema de monitoreo del paciente.

### **Pasos de la prueba:**

El actor: Ingresa al menú: Médico /Entrevistar Paciente



El sistema: Despliega una un formulario para el ingreso de la entrevista con el paciente.

Entrevista General		<a href="#">Cancelar</a>	<a href="#">Guardar Entrevista</a>
<b>* Paciente:</b>	<input type="button" value="Seleccione ▾"/>		
Motivo Asesoría:			
Situación Familiar:			
Situación Social:			
Estudios Académicos:			
Trabajo:			
Personal:			

El actor: Ingresa la información requerida así como el tratamiento y pulsa el botón Guardar Entrevista.

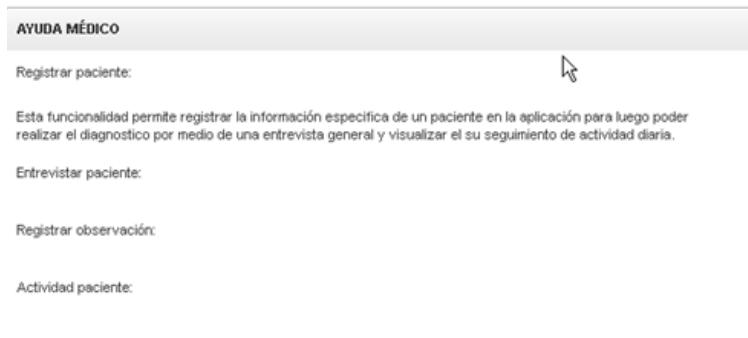
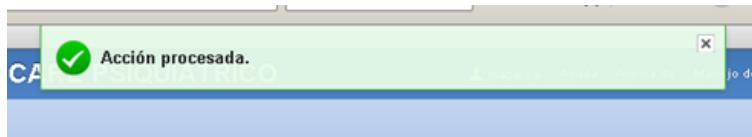
Entrevista General		<a href="#">Cancelar</a>	<a href="#">Guardar Entrevista</a>
* Paciente:	<input type="text" value="Carolina"/> 		
Motivo Asesoría:	Solicitud de la EPS		
Situación Familiar:	Normal con algunos problemas con los residentes por el consumo de servicios públicos.		
Situación Social:	Manifiesta que es normal		
Estudios Académicos:	Tecnológicos		
Trabajo:	Asesora de registros públicos		
Personal:	Problemas recurrentes con su pareja por la limpieza que debe ser extrema según manifiesta		

Resultado De Valoración	
Análisis Diagnóstico:	Presenta sintomatología para TOC
Observaciones:	Requiere tratamiento y seguimiento con sistema Telecare
Síntoma:	<input type="text" value="Obsesión por la suciedad o la contaminación por gérmenes"/> 

**Tratamiento / Receta**

* Fecha:	09-08-2015	<input type="button" value=""/>
* Medicación:	NO	<input type="button" value=""/>
Terapia Conductual:	SI	<input type="button" value=""/>
Mención Terapia Conductual:	Terapias con Psicólogo	
Días a la Semana:	3	<input type="button" value=""/>
Observaciones Síntomas:	Todos los síntomas de un paciente TOC	
Posología:	tratamiento de dos horas por sesión	

El sistema: informa que la entrevista se creó con éxito.



3.5.3.3. Escenario 3: El actor Médico analiza los resultados del monitoreo de un paciente.

**Tipo de prueba:** Funcional.

**Objetivo:** Validar que los resultados arrojados por el sistema para un paciente monitoreado sean de valor para el profesional de la salud a la hora tomar la decisión de

Reducir aumentar o para un tratamiento.

**Actor:**Médico

**Precondiciones:**

Tener un Paciente monitoreado (emulado con el componente electrónico sistema) por el sistema por lo menos un día.

**Resultado esperado:** El sistema muestra correctamente las gráficas con las métricas definidas por el profesional de la salud.

**Postcondiciones:**

El sistema registrará en la BD el histórico de lectura del paciente.

**Pasos de la prueba:**

El actor: Ingresa al menú: Médico/Actividad Paciente



El sistema: Despliega una un formulario para el ingreso de datos básicos del filtro por paciente y su patología asociada para un intervalo de fechas dado, así como y la métrica deseada representada en un tipo de gráfico.

El actor: Ingresa la información requerida y pulsa el botón Consultar.

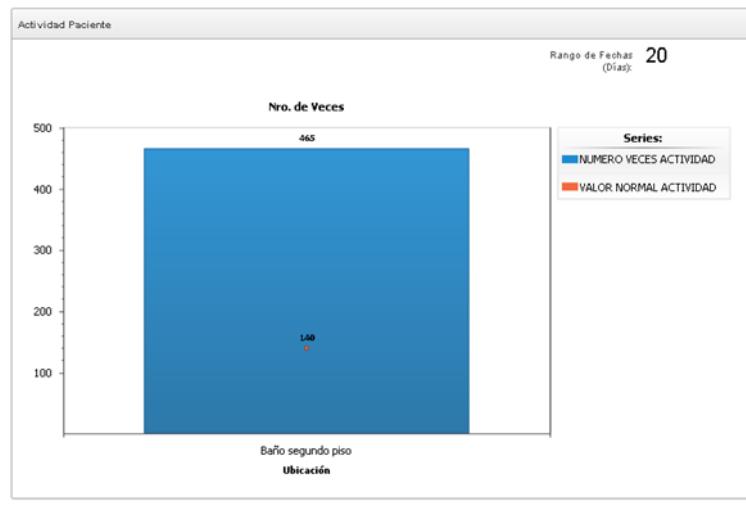
FILTROS DE BÚSQUEDA

\* Paciente: cesar \* Fecha Inicio: 09-08-2015  
\* Fecha Fin: 29-08-2015

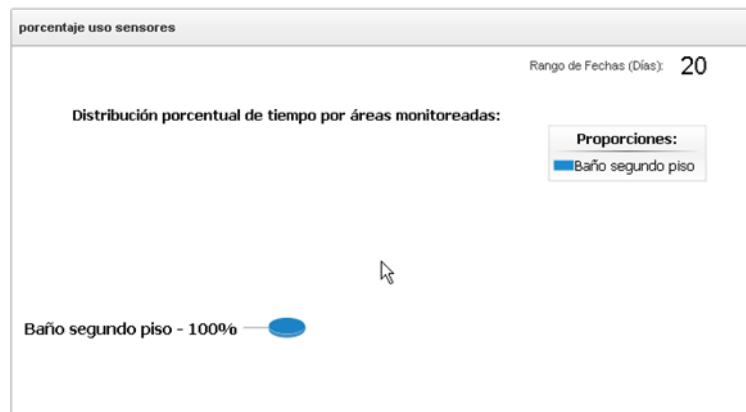
Síntomas: Obsesión por la suciedad o la contaminación por gérmenes \* Tipo Gráfico: Actividad paciente (Barras)

CONSULTAR

El sistema: Muestra una como resultado del filtro ingresado la gráfica pertinente ella se verán los valores normales de comportamiento definidos por el Médico para el paciente.



Métricas en el mismo intervalo de fechas (Proporción de uso de un sensor específico).



Métricas en el mismo intervalo de fechas (Tiempo acumulado en el uso de los sensores monitoreados).

Nota: Las pruebas de aceptación se realizaron con el profesional de la salud usando el sistema (vídeo adjunto), la contextualización de la entrevista así como la interpretación de estas gráficas es responsabilidad del profesional de la salud por tanto los detalles están el vídeo.

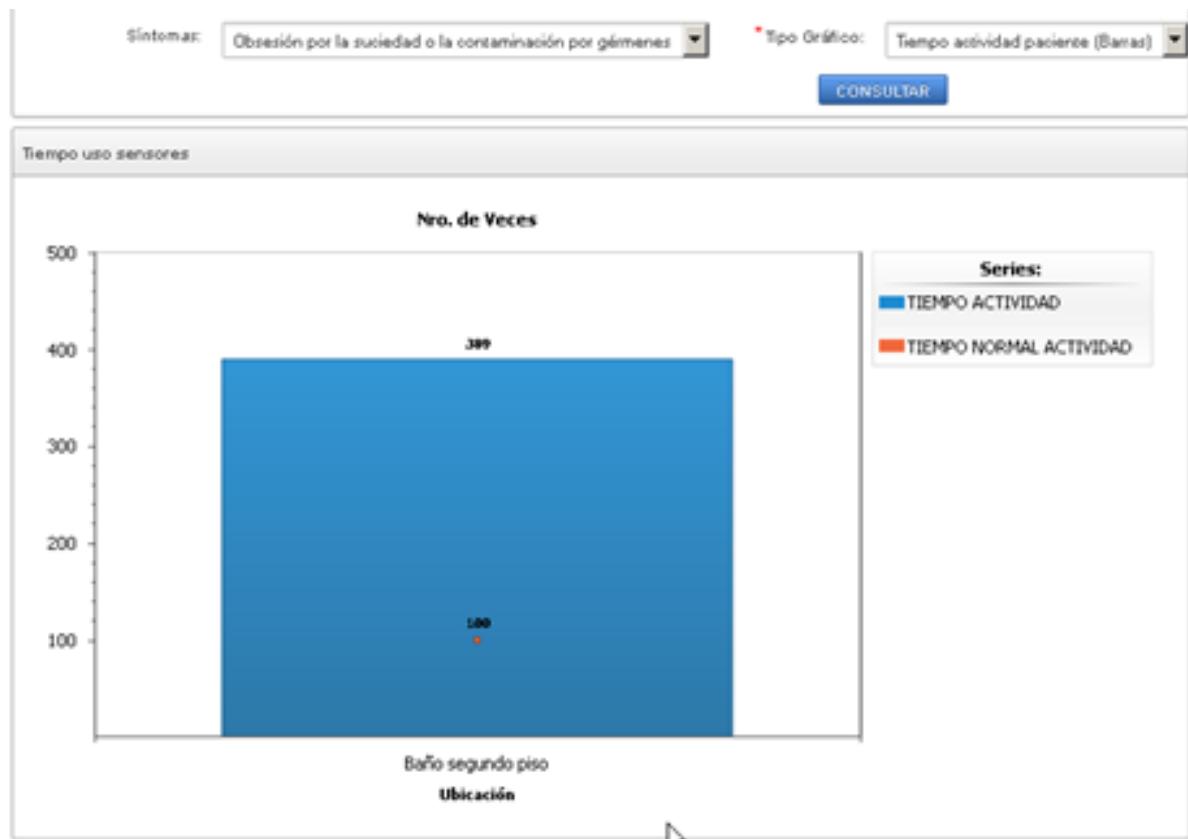


Figura 45. Resultado Actividad paciente

## **4. RESULTADOS**

Artefactos generados de la realización de cada uno de los objetivos.

- Plantilla de encuesta a psiquiatra especialista en trastorno obsesivo compulsivo (TOC).
- Entrevista a psiquiatra sobre comportamiento y síntomas de pacientes con TOC (vídeo).
- Documento de arquitectura.
- Documento de especificación de casos de uso.
- Modelo entidad relación de base de datos de prototipo.
- Código fuente de la aplicación.
- Pruebas de Usabilidad.
- Manual de usuario.
- Manual de instalación y configuración del prototipo del sistema.

## **5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO**

En este trabajo de grado se ha implementado un prototipo de sistema telecare para pacientes diagnosticados con trastornos obsesivos compulsivos que resuelven la problemática identificada. A partir de la interdisciplinariedad se puede desarrollar una solución tecnológica que satisface dichas necesidades con la principal característica que este prototipo es de bajo costo.

Igualmente el prototipo desarrollado permite monitorear los diferentes comportamientos de los pacientes diagnosticados con TOC identificados por el profesional de la salud, al cual se le realizaron pruebas de usabilidad con usuarios expertos evaluando el nivel de satisfacción de uso y de los procesos del sistema. Los resultados de estas pruebas fueron satisfactorios respecto a su uso y los procesos del sistema cumplen con lo acordado para dar solución a la problemática planteada.

El desarrollo de este prototipo se realizó en diferentes entornos respecto al módulo implementado, para el componente hardware se usó el entorno de desarrollo para Arduino, el módulo de comunicación entre el hardware y la aplicación web se realizó bajo el entorno de desarrollo Eclipse y la aplicación web con la herramienta desarrollo de Oracle Application Express (APEX) por su ágil y fácil desarrollo de páginas web y generación de reportes gráficos, la persistencia de datos esta manejada por el sistema de base de datos Oracle 11g.

Como trabajo futuro se sugiere:

- Realizar más pruebas en entornos reales con pacientes diagnosticados con algún TOC para validar que el sistema telecare es eficiente para cualquier comportamiento identificado.
- Realizar un estudio para identificar si es viable a futuro que estos sistemas se apliquen como una herramienta que apoya la toma de decisiones sobre tratamientos a pacientes diagnosticados con TOC.

- Implementar en el prototipo la posibilidad de que una red neuronal pueda sugerir un tratamiento efectivo para un tipo de comportamiento identificado por el profesional de la salud, según un aprendizaje previo de la red neuronal con datos históricos de otros pacientes.

Finalmente este proyecto servirá como base teórica y metodológica para trabajos futuros sobre otros sistemas Telecare y trabajos de telemedicina.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Varios actores. The disabled living foundation. [www.dlf.org.uk](http://www.dlf.org.uk), 2007. has published several relevant 'fact sheets' and notably 'Choosing a Personal Alarm System'.
- [2] Varios actores. Tarjeta de adquisición de datos. Accedido 10 de agosto del 2014 en <http://rua.ua.es/dspace>, 2014. Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante.
- [3] Varios Actores. Definitions and shared vocabulary'. Accedido el 20 de agosto en <http://www.scotland.gov.uk/Topics/Health/care/EandA/SharedVocabulary/>, 2013.
- [4] Definicion. Definición de psiquiatría. <http://definicion.de/psiquiatria/>, 2014.
- [5] Dr. Nick Hine. Telecare technology, 2013.
- [6] Médico General UTP Claudia María Caicedo. Especialista en Psiquiatría de la Universidad de Antioquia.
- [7] Mag. Faber Danilo Giraldo. Faculta de ingeniería Universidad del Quindío.
- [8] Ingeniero de sistemas Jhonatan Renteria. Líder de pruebas de usabilidad, Universidad del Quindío.

## **6. ANEXOS**

Los anexos están disponibles en la carpeta "Anexos".