
Prototipo Tecnológico de Apoyo a Procedimientos de Rehabilitación en Pacientes con Lesiones
Neurológicas NEUROSYS.

Miguel Angel Bohorquez Cuello

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura
Programa de Ingeniería de Sistemas
Sincelejo
2019

Prototipo Tecnológico de Apoyo a Procedimientos de Rehabilitación en Pacientes con Lesiones
Neurológicas NEUROSYS.

Miguel Angel Bohorquez Cuello

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero de Sistemas

Director

Miguel Angel Romero Garavito

Ingeniero Electrónico

Magister en tecnologías de los sistemas de energía solar fotovoltaica

Co Director

Sheyla Cardenas Peña

Fisioterapeuta

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR

Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura

Programa de Ingeniería de Sistemas

Sincelejo

2019

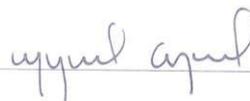
NEUROSYS



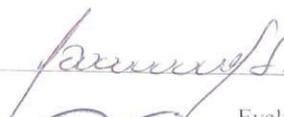
3

Nota de Aceptación

4,7



Director



Evaluador 1



Evaluador 2

Sincelejo, Sucre, 13, de Septiembre de 2019

Dedicatoria

A Dios y a mis padres a quien honro como los verdaderos artífices de este sueño, gracias por
creer.

Agradecimientos

A mis amigos por su leal amistad y ayuda en todo este proceso. A la fisioterapeuta Sheyla Cárdenas por su linda labor de ofrecer sus conocimientos en aras del desarrollo de esta investigación. A mi íntima amiga María Mercedes por creer siempre.

Tabla de Contenido

Resumen	13
Abstract.....	14
Introducción.....	15
1. Planteamiento del Problema	17
2. Justificación	19
3. Objetivos	21
3.1 Objetivo General:	21
3.2 Objetivos Específicos:.....	21
4. Marco Referencial.....	22
4.1 Antecedentes	22
4.1.1 Alumnos Construyen Prototipo Automatizado para Fisioterapia.....	22
4.1.2 Dispositivo Portátil Hecho en Chile Regenera y Fortalece los Huesos.....	23
4.1.3 Estudiantes Poblanos Crean Prototipo para Proceso Mecánico	23
4.1.4 Prototipo de Brazo Robot Industrial Desarrollado en la Universidad de Puebla	24
4.1.5 El smartwatch Emma Un gadget que lucha contra el Parkinson.....	25
4.1.6 Es Posible Rastrear los Movimientos del Cuerpo con Luces y Sensores	26
4.1.7 Personalizan la Fisioterapia con Tecnología Robótica.....	27
5. Definición de Trastornos Neurológicos	28
6. Definición de Huso Muscular	29
7. Definición de Neurorehabilitación.....	30
8. Fuerza Muscular.....	31
9. Concepto de prototipo tecnológico	32
10. Metodología	33
10.1 Etapa 1: Conocer a Profundidad los Procesos de Neurorehabilitación	33
10.2 Etapa 2: Abstracción	34
10.3 Etapa 3: Análisis de Requerimientos y Diseño de Prototipo	34

10.4 Etapa 4: Construcción del Prototipo	35
10.5 Etapa 5: Pruebas.....	35
11. Resultados	36
12. Resultados de la Indagación.....	37
12.1 Sensores FSR	41
12.2 Funcionamiento de los FSR	41
12.3 Arduino	42
13. Especificación de Requerimientos	43
13.1 Propósito	43
13.2 Alcance	43
13.3 Personal Involucrado.....	43
14. Definiciones, siglas y abreviaciones	45
14.1 Del Negocio	45
14.2 Del Sistema	45
14.3 De tecnología.....	45
15. Descripción	47
15.1 Descripción General.....	48
15.1.1 Descripción del Cliente	48
15.1.2 Planificación.....	48
15.1.3 Historias de Usuario	49
16. Metáfora del sistema de evolución clínica a la toma de datos de potencia muscular (PM)	58
16.1 Asignación de roles	55
16.2 Plan de entrega del proyecto	56
16.3 Arquitectura del sistema Neurosys.....	57
16.4 Modelo de base de datos	58
16.5 BR Neurosys	59
17. Ciclo de vida Neurosys (sistema de apoyo a procedimientos de Neurorehabilitación).....	61

17.1 Primera Iteración.....	61
17.2 Tareas de Ingeniería etapa 1.....	61
17.3 Descripción de tareas de ingeniería.....	62
18. Pruebas de Aceptación.....	67
18.1 Descripción de las pruebas de aceptación.....	67
18.2 Capturas de pantalla.....	69
19. Resultados.....	73
19.1 Bitácora de reuniones primera iteración.....	73
19.2 Segunda Iteración.....	76
19.3 Tareas de Ingeniería Etapa 2.....	77
19.4 Descripción de Tareas de Ingeniería.....	78
19.4 Pruebas de Aceptación Iteración 2.....	83
19.5 Descripción de las Pruebas de Aceptación en Iteración 2.....	84
19.6 Capturas de pantalla iteración 2.....	87
20. Resultados.....	94
20.1 Bitácora de Reuniones Segunda Iteración.....	94
21. Conclusiones.....	96
22. Recomendaciones.....	98
Referencias Bibliográficas.....	99
Anexos.....	101

Lista de figuras

Figura 1. Flujo de proceso creación de historia clínica.	39
Figura 2. Flujo de proceso evoluciones clínica.	40
Figura 3. Sensor FSR 400	42
Figura 4. Placa arduino UNO.....	43
Figura 5. Arquitectura del sistema Neurosys	60
Figura 6. Modelo de base de datos.....	61
Figura 7. Diseño del BR Neurosys	62
Figura 8. Acceso a Neurosys web.	72
Figura 9. Usuario en Base de Datos Neurosys web.	72
Figura 10. Acceso a Dashboard Neurosys web.	73
Figura 11. Registrar historias Clínicas Neurosys web.	73
Figura 12. Registro en Base de Datos historias Clínicas Neurosys web.	74
Figura 13. Interfaz de recuperación de contraseña Neurosys web	74
Figura 14. Correo de recuperación de contraseña Neurosys web	75
Figura 15. Evolución clínica registrada.	90
Figura 16. Activación exitosa del proceso de transferencia del BR Neurosys	90
Figura 17. Transferencia Iniciada, lectura exitosa en consola de BR Neurosys en proceso.....	91
Figura 18. Chasis del BR Neurosys	92
Figura 19. Placa de comunicación Arduino con protoboard ARP Neurosys - BR Neurosys	93
Figura 20. BR Neurosys ajustado a la extremidad donde se procede a hacer la medición.	94
Figura 21. Gráfico de evolución global generado a partir de los datos de todas las sesiones.	94
Figura 22. Panel de Historia clínica del paciente y Tabla de evoluciones clínicas.	95
Figura 23. Visualización de Evolución Clínica previamente registrada.	95
Figura 24. Gráfico de evolución Clínica Generado en esta evolución.	96

Lista de tablas

Tabla 1 Personal Involucrado	44
Tabla 2 Cliente	45
Tabla 3 Gerente de proyecto	45
Tabla 4 Plantilla historia de usuario.....	48
Tabla 5 Acceso al sistema	51
Tabla 6 Gestión de usuario	52
Tabla 7 Gestión de historia clínica.....	53
Tabla 8 Gestión de evolución clínica	54
Tabla 9 Visualización gráficos de seguimiento de evolución	55
Tabla 10 APR Neurosys.....	56
Tabla 11 Construir BR Neurosys	57
Tabla 12 Asignación de roles	59
Tabla 13 Plan de entrega del proyecto	59
Tabla 14 Historias de usuario iteración 1	63
Tabla 15 Tareas de ingeniería historias de usuario iteración 1	64
Tabla 16 Creación de base de datos neurosys	65
Tabla 17 Diseño de interfaz de ingreso de usuario	65
Tabla 18 Adaptación de la base de datos para los usuarios	66
Tabla 19 Validación de usuario	66
Tabla 20. Diseño de interfaz de recuperación de acceso	67
Tabla 21. Validación de cambios	67
Tabla 22. Diseño de interfaz de registro de historia clínica	68
Tabla 23. Guardar la información en la base de datos	68
Tabla 24. Visualización de historia clínica	69
Tabla 25. Gestión de historias clínicas	69
Tabla 26. Pruebas de aceptación iteración 1	70
Tabla 27. Prueba de aceptación acceder al sistema	70
Tabla 28. Prueba de aceptación gestión de usuario	71
Tabla 29. Prueba de aceptación gestión de historia clínica	71
Tabla 30. Bitácora entrega formal de propuesta de investigación	76
Tabla 31 Bitácora levantamiento de información	76
Tabla 32. Bitácora entrevista	77
Tabla 33. Bitácora entrevista 2	77
Tabla 34. Bitácora entrevista 3	77

Tabla 35. Bitácora entrevista 4	77
Tabla 36. Bitácora entrevista 5	78
Tabla 37. Bitácora entrevista 6	78
Tabla 38. Bitácora primera versión experimental prototipo	78
Tabla 39. Bitácora presentación inicial del prototipo neurosys	79
Tabla 40. Historias de usuario iteración 2	79
Tabla 41. Tareas de ingeniería iteración 2	80
Tabla 42. Diseño de interfaz de configuración de evolución clínica en ARP Neurosys	80
Tabla 43. Guardar registro de evolución clínica	81
Tabla 44. Visualización de historia clínica	81
Tabla 45. Diseño de interfaz de visualización de evoluciones	82
Tabla 46. Visualización grafica de seguimiento de evoluciones	82
Tabla 47. Visualización de grafico de seguimiento	83
Tabla 48. Visualización de registro de evolución clínica	83
Tabla 49. Diseño de interfaz de registro de evoluciones clínicas	84
Tabla 50. Guardar registro de evoluciones	84
Tabla 51. Desarrollo de control de transferencia del BR Neurosys	85
Tabla 52. Armado del BR Neurosys	85
Tabla 53. Pruebas de aceptación iteración 2	86
Tabla 54. Prueba aceptación guardar registro	87
Tabla 55. Prueba de aceptación visualizar registros	87
Tabla 56. Prueba de aceptación visualización de gráficos	88
Tabla 57. Prueba de aceptación visualización de gráficos individual	88
Tabla 58. Prueba de aceptación guardar PM - Potencia	89
Tabla 59. Prueba de aceptación BR Neurosys	89
Tabla 60. Bitácora revisión prototipo sin chasis	97
Tabla 61. Bitácora revisión prototipo con chasis	97
Tabla 62. Presentación prototipo a fisioterapeuta	98

Lista de anexos

Anexo 1. Formato de evolución clínica.	104
Anexo 2. Formato de evolución clínica parte 2.	105
Anexo 3. Formato de historia clínica 1.	106
Anexo 4. Formato de historia clínica hoja 2.	107
Anexo 5. Sensor Mechanical Data.	108

Resumen

En esta investigación se dará a conocer el proceso de desarrollo de un prototipo tecnológico que involucra componentes hardware y software para el apoyo de procedimientos en materia de Neurorehabilitación, las herramientas desarrolladas surgen de la necesidad de establecer una posible iniciativa de mejora en el proceso de evaluación del proceso evolutivo en pacientes que presentan cuadros clínicos relacionados a esta materia. El proceso de indagación involucra búsquedas de soporte en base de datos indexadas que demuestran que en el campo de la fisioterapia ha surgido un despliegue investigativo en la inclusión de tecnologías de la información, electrónica y áreas a fines que buscan mejorar los procesos por medio de la inclusión de nuevos componentes tecnológicos. El proceso de desarrollo del prototipo estará basado en la metodología de desarrollo XP.

Palabras clave: prototipo, tecnología, Neurorehabilitación, fisioterapia.

Abstract

In this investigation, the process of developing a technological prototype that involves hardware and software components for the support of Neurorehabilitation procedures will be announced, the tools developed arise from the need to establish a possible improvement initiative in the evaluation process of the evolutionary process in patients presenting clinical pictures related to this matter. The inquiry process involves support searches based on indexed data that demonstrate that in the field of physiotherapy an investigative deployment has emerged in the inclusion of information technologies, electronics and areas for purposes that seek to improve processes through the inclusion of new technological components. The prototype development process will be based on the XP development methodology.

Keywords: prototype, technology, neurorehabilitation, physiotherapy.

Introducción

La aplicación de las tecnologías de la información y comunicación sugieren un cambio para la optimización de procesos en el área de la medicina o áreas afines, los avances científicos de este siglo han abierto una brecha muy favorable, la cual ha permitido la inclusión de (TI) Tecnologías de la información en procesos médicos de todo tipo. Desde procedimientos altamente complejos asistidos por robots, así también la inclusión de software o hardware en situaciones específicas como apoyo a la labor del profesional de la salud.

Los avances en todas las ramas del saber, han sido de múltiple provecho en todos los aspectos de la vida, la ciencia no solo ha traído beneficios a la humanidad si no que promueve escalar hacia nuevos horizontes que podrían el día de mañana ser la solución a innumerables problemas que la humanidad enfrenta. Hasta el día de hoy existen múltiples preguntas sin resolver. La medicina, y en particular los procedimientos de rehabilitación neurológica en el ámbito de la fisioterapia requieren hoy en día soluciones en aspectos tecnológicos mucho más prácticos para apoyar sus procedimientos y descubrir mejoras a través de la implementación de herramientas TI posibles soluciones a innumerable problemas. Si bien la medicina en este último siglo ha tenido avances importantes y significativos, también surgen nuevos retos a la hora de diagnosticar enfermedades o evaluar un comportamiento de recuperación de un paciente que por sí solo la capacidad humana no podría con un nivel de precisión muy grande.

Debido a esto la inclusión de tecnologías en la medicina toma un papel crucial a la hora de asistir o mejorar procesos. Si bien no busca reemplazar la capacidad humana podría mejorar en porcentajes favorables los niveles de precisión en la toma de decisiones para establecer un diagnóstico más preciso sobre la evolución de un paciente. En consecuencia mejoraría los procesos y la calidad de vida del paciente se ve afectada de forma positiva.

En el ámbito de la fisioterapia, específicamente en los procesos de Neurorehabilitación, existe la posibilidad de mejorar los procesos a través de herramientas tecnológicas que brinden

soporte al profesional de la salud a la hora de establecer un dictamen médico por medio de la captación de variables como la potencia muscular.

El presente proyecto se centra en la construcción de un prototipo software y hardware llamado NEUROSYS que permita apoyar los procedimientos de Neurorehabilitación en el área de la fisioterapia a través de la asistencia de la herramienta al profesional de la salud, midiendo en tiempo real el valor de la potencia muscular (PM) por medio de un dispositivo que involucre sensores.

1. Planteamiento del Problema

A nivel mundial las discapacidades motoras surgen de hechos aislados que cada día se tornan más comunes en nuestra sociedad, desde enfermedades hereditarias, malformaciones congénitas, inconvenientes de último minuto en los nacimientos de niños, accidentes de tránsito, domésticos, etc.

Las discapacidades motoras y en particular el no poder caminar o realizar actividades de desplazamiento con las piernas y o movilidad con las extremidades superiores han obtenido a través de la investigación médica soluciones de múltiples tipos, desde tratamientos de rehabilitación por sesiones, hasta procedimientos médicos de suma complejidad como operaciones requeridas para este tipo de problemas. E. Sarmiento, et al., (2009, pág. 1)

Teniendo un enfoque más preciso los tratamientos de rehabilitación para los pacientes que se les dificulta el accionar motriz en diferentes zonas de su cuerpo producto de lesiones neurológicas, se han convertido en una solución eficiente, sin embargo las sesiones aunque en la mayoría de los casos muestran resultados favorables, presentan inconvenientes como monitoreo en tiempo real de la condición y evolución precisa del estado evolutivo de los pacientes sometidos a estos tratamientos, así como también los pocos avances tecnológicos que apoyan procesos delicados dentro de las terapias de rehabilitación como herramientas en materia de hardware o software que apoyen de forma precisa el accionar de los profesionales en esta área mejorando así en materia de precisión los diagnósticos durante las terapias.

Teniendo en cuenta esta situación, se vio la necesidad de establecer una mejora mediante la construcción de un prototipo que permita por medio de hardware y software el monitoreo en tiempo real de los movimientos que son provocados en los pacientes, específicamente la medición de la potencia muscular. Con la finalidad de permitir a los profesionales ver el estado evolutivo de los pacientes que presentan lesiones neurológicas basando su criterio en los históricos que la herramienta capture durante las sesiones de rehabilitación, permitiendo a los profesionales de la salud comparar las sesiones y poder reflejar diferencias en las mediciones captadas por la

herramienta. Los tratamientos que son aplicados en los pacientes que presentan este tipo de cuadros clínicos no muestran resultados favorables durante las fases tempranas del tratamiento y en ocasiones los resultados esperados se prolongan constantemente producto de factores externos que no permiten ver de forma fácil un avance en el proceso. Redacción

Tecnologica (2014, pág. 1)

2. Justificación

Durante la etapa de gestación, los tres (3) primeros meses son cruciales en el desarrollo normal de un feto, posteriormente a ello, si existe alguna alteración de cualquier tipo en el desarrollo normal, esto desencadena una serie de problemas debido a un mal desarrollo en el mismo, uno de los problemas más comunes durante esta fase, son las malformaciones congénitas, los problemas neuronales como discapacidades motoras, etc.

Así mismo este tipo de problemas también se puede presentar a través de factores no relacionados al proceso de formación de un ser. Tales como accidentes laborales o de tránsito que en algún momento la persona se ha visto involucrada.

Los procedimientos de rehabilitación neurológica permiten estimular y en muchos de los casos volver a habilitar funciones y o capacidades físicas de carácter motor en personas que han perdido dichas habilidades como puede ser mover las extremidades del cuerpo o resarcir una parálisis. Sin embargo aunque estos procedimientos son eficientes se pueden optimizar con el apoyo de tecnología. E. Sarmiento, et al., (2009, pág. 1)

La presente investigación tiene como finalidad optimizar por medio de herramientas tecnológicas, específicamente en materia de hardware y software, los procedimientos concernientes a rehabilitaciones neurológicas en pacientes basando su justificación de la siguiente forma:

1. Aunque los procedimientos de rehabilitación son eficientes, los profesionales que realizan dichas terapias presentan inconvenientes en el monitoreo del estado evolutivo de los pacientes, generando imprecisiones de valoración en algunos casos. Haciendo que las valoraciones se realicen de forma estimada por medio del rendimiento físico del paciente y no por métricas reales obtenidas por algún medio que brinden un soporte más preciso para establecer un diagnóstico más puntual.

-
2. Si bien los procesos de Neurorehabilitación son avalados por la OMS como una solución estandarizada a la rehabilitación de capacidades físicas en pacientes, desde un punto de vista científico y tecnológico se podría generar aportes significativos a través del desarrollo de esta investigación generando soluciones de carácter tecnológico que podrían aportar mejoras en los procesos en Neurorehabilitación en un futuro.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

- Desarrollar un prototipo que apoye los procedimientos de rehabilitación en pacientes que presentan lesiones neurológicas a través de la lectura y registro en tiempo real de la potencia muscular (PM).

3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar por medio de la intervención fisioterapéutica los procedimientos relevantes en Neurorehabilitación para pacientes que presentan este cuadro clínico.
- Especificar los requerimientos funcionales y no funcionales del prototipo NEUROSYS
- Desarrollar los componentes hardware y software del prototipo NEUROSYS.

4. Marco Referencial

A continuación, se presentan los resultados de revisiones bibliográficas de investigaciones, artículos y o revistas relacionadas con el objeto de estudio. Se muestra los objetivos en materia de innovaciones asociadas con el estudio planteado.

4.1 Antecedentes

4.1.1 Alumnos Construyen Prototipo Automatizado para Fisioterapia.

La noticia cubierta por Notimex (2016, pág. 1) “construcción de un prototipo automatizado para fisioterapia” realizado por estudiantes del instituto tecnológico de colima (Itec). En su cubrimiento se dio a conocer algunos detalles sobresalientes del prototipo, “El proyecto denominado Kepler es un rehabilitador pasivo para la rehabilitación de rodillas, cadera y tobillos a través de rutinas de movimientos y de estimulación en pacientes que necesitan fisioterapia, aseguró el académico del Itec, Johann Mejías Brito.”

En su proyecto se añade que el prototipo es capaz de generar estímulos eléctricos que pueden mejorar las funciones musculares, ideal para acompañar en procesos de fisioterapia.

Se resaltó para ese año que ya se contaba con un prototipo funcional con mejoras considerables que permitió controlar a distancia el dispositivo para poder ser de apoyo en procesos de rehabilitación.

4.1.2 Dispositivo Portátil Hecho en Chile Regenera y Fortalece los Huesos.

Un prototipo desarrollado por ingenieros y médicos de la U. Católica permite a niños con parálisis cerebral mejorar la densidad ósea utilizando el dispositivo tan solo unos minutos al día Durante un periodo de pruebas.

Se trata de un pequeño dispositivo portátil que emite vibraciones de muy baja intensidad y alta frecuencia similares a las que los músculos experimentan en las rutinas de ejercicios.

Los resultados obtenidos en esta etapa demostraron “un aumento de 30% en la densidad ósea de los niños y mayor fuerza muscular. Esto podría deberse a que la vibración estimula los músculos y los hace contraerse, lo que estimula al hueso.” Leighton N (2009, pág. 1).

Se pudo señalar que el uso del dispositivo ayudo y generó mejoras en procesos cotidianos de la vida diaria de algunos niños como ponerse ropa entre otras funciones. Se esperó en ese entonces mejorar el dispositivo y resolver patentes para comercializar la herramienta a un costo muy inferior a maquinas existentes en el mercado con valores muy altos y tamaños muy grandes.

4.1.3 Estudiantes Poblanos Crean Prototipo para Proceso Mecánico.

Puebla, Notimex (2014, pág. 1). “Un grupo de estudiantes de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) creó el Smart Bracelet”. Se trata de un prototipo cuya forma es similar a un brazalete que facilita la interacción humana en un proceso mecánico.

El dispositivo fue producto del trabajo de investigación interdisciplinario de un grupo de alumnos de ingeniería electrónica de la facultad de ciencias de la electrónica y una estudiante de licenciatura en fisioterapia de la facultad de medicina.

Los estudiantes señalaron que los alcances de este proyecto pueden ser aplicables en áreas como la medicina, en ámbitos industriales, áreas de la fisioterapia así como en la terapia de enfermedades neuronales como Parkinson.

Se agregó que la investigación tuvo como objetivo controlar máquinas y procesos industriales. Se coloca el brazalete, se generan los movimientos, se codifica los datos a través de un sistema de adquisición de datos y posteriormente se procesan para ejecutar acciones.

4.1.4 Prototipo de Brazo Robot Industrial Desarrollado en la Universidad de Puebla.

“La facultad de ciencias de la electrónica (FCE) de la benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), desarrolló un prototipo de brazo robot industrial, el cual se encuentra en trámite para obtener su patente.” Notimex (2016, pág. 1).

La investigación y desarrollo del prototipo ÉpsilonRobot tuvo sus inicios hace más de 10 años por los doctores Fernando Reyes Cortés y Jaime Cid Monjaraz.

Este proyecto contó para la fecha con cinco solicitudes de patente de las cuales dos son de carácter internacional y tres de carácter nacional entre otros detalles que permitiría su uso en ámbitos industriales.

Durante la entrevista con la agencia informativa del concejo nacional de ciencias y tecnología (Conacyt), el doctor Reyes afirmó que el robot está diseñado para poder usarse en diferentes aplicaciones. Desde el traslado de objetos, pintar, hasta procesos de rehabilitación en rutinas de fisioterapia.

Una de las ventajas de ÉpsilonRobot comparado con robots existentes en el mercado es su modelo escalable, lo cual permite crear dimensiones mayores con uso industrial.

El robot está dotado de cámaras y múltiples componentes que permiten establecer un control muy preciso de las acciones que realiza.

Los resultados de esta investigación permitieron la creación de cuatro libros del área de automatización y robótica, 300 artículos científicos de carácter nacional e internacional, y 150 alumnos titulados en ingeniería, maestría y doctorado.

4.1.5 El smartwatch Emma Un gadget que lucha contra el Parkinson.

El proyecto liderado por Haiyan Zhang, directora de innovación de Microsoft Research Lab Cambridge en Inglaterra. Investigaron una solución para restablecer de cierta forma la capacidad de realizar tareas cotidianas en las personas que luchan contra el Parkinson por medio de un prototipo tecnológico que se encuentra en fase de desarrollo.

En este caso el objetivo era ayudar a una diseñadora gráfica llamada Emma Lawton, que tuvo que abandonar su profesión debido al Parkinson. En su libro redactó que su brazo comenzó a tener vida propia, ‘Dropping the P Bomb’.

El dispositivo en cuestión también se mueve pero Emma no lo nota, lo siguiente que ocurre es que es posible para ella poder usar su mano nuevamente, logrando escribir su nombre con poca dificultad. Según Zhang, de alguna forma parece que el cerebro deja de intentar corregir la posición al notar que la mano no se está moviendo. Prisacom (2017, pág. 1).

Microsoft dejó claro que no es una cura para el Parkinson sino un prototipo experimental que pretende ayudar a las personas que sufren esta enfermedad a llevar una vida mucho más normal.

Para la fecha de publicación de este antecedente el prototipo se encontraba en fase de desarrollo y sin valor comercial.

4.1.6 Es Posible Rastrear los Movimientos del Cuerpo con Luces y Sensores.

Permanecen encendida durante un periodo de tiempo que es posible programar dependiendo de situaciones o condiciones específicas, lo que se quiere es poder mejorar la coordinación de manos y pies por medio del ojo.

Esto es realizado a través del Fitlight Trainer, un sistema inalámbrico de luces LED que son usadas como especie de objetivo para poder desactivarlas y activarlas según las rutinas de entrenamientos configuradas y a las que son sometidas los deportistas con el objetivo de mejorar su capacidad de reacción y agilidad

Estas herramientas brindan apoyo a trabajos de visión periférica, entrenamiento cognitivo, reacción, velocidad, neuroestimulación.

Sin embargo existen múltiples herramientas de este tipo que utilizan el mismo software (Biomovie). Este tipo de software lo que permiten es graficar y permitir un análisis de los movimientos de una persona en un video, pero también en el estudio de la locomoción humana también son utilizados trajes y sensores.

Se ha demostrado por medio de la utilización de este tipo de tecnologías que si es posible mejorar las capacidades de reacción y coordinación. El director de la escuela de fisioterapia de la UDLA Marcelo baldeón, explica que:

Por medio de estos equipos se contribuye al estudio de los movimientos del cuerpo humano. "Este estudio es complejo, ya que condiciona al sistema nervioso junto con los músculos, para que puedan convertirse en un movimiento corporal humano. Por eso es necesario emplear la tecnología", advierte Baldeón. Redacción Tecnológica (2014, pág. 1)

4.1.7 Personalizan la Fisioterapia con Tecnología Robótica.

Notimex (2012, pág. 1) “Tres alumnos del Tecnológico de Monterrey, Campus Puebla diseñaron y fabricaron un brazo robótico llamado 'Rehab Robot' que se concentra en la rehabilitación de la flexión del brazo de personas que han sufrido traumas musculares”

El brazo robótico fue creado por estudiantes de ingeniería mecatrónica y licenciatura en diseño industrial.

La herramienta robótica si bien no está buscando remplazar al profesional de la salud en el área de la fisioterapia pretende garantizar una rehabilitación muy precisa para los pacientes y establecer mejoras en eficiencia de tiempo, puntualizó el líder de proyecto, Misael Ángeles Montiel.

La herramienta robótica centra su actividad en procesos de rehabilitación en la zona de flexión del brazo de personas que han presentado traumas musculares como distensiones, contracturas, desgarres entre otros traumas asociados. El brazo robótico está fabricado con multitud de piezas en acrílico y a su vez está recubierto con extensiones de fibras de vidrio diseñadas por Fátima Sandoval Vargas, estudiante de la carrera de licenciatura en diseño industrial.

El dispositivo consta de tres partes, El esqueleto robótico, un sistema de control de operaciones y una fuente de energía, todas las piezas fueron fabricadas en los laboratorios de campus puebla a excepción de los servomotores y la fuente de energía que fueron importados de china.

Para la fecha de publicación el prototipo se probó y posteriormente se incorporó en rutinas de rehabilitación.

5. Definición de Trastornos Neurológicos

Dentro de los archivos de preguntas de la OMS (Organización mundial de la salud) se define trastorno neurológico como enfermedad del sistema nervioso central y periférico. En un contexto más entendible, son enfermedades que involucran la médula espinal, el cerebro, los nervios craneales y periféricos, también las raíces nerviosas, el sistema nervioso autónomo, la placa neuromuscular, y los músculos. Dentro de esos trastornos se especifica también la epilepsia, la enfermedad de Alzheimer, Parkinson entre otros.

Según los informes de la OMS:

Cientos de millones de personas en todo el mundo sufren trastornos neurológicos. Más de 6 millones de personas mueren cada año por accidentes cerebrovasculares, y más del 80% de estas muertes se producen en países de ingresos bajos o medianos. Más de 50 millones de personas en todo el mundo tienen epilepsia. Según los cálculos, 47,5 millones de personas en todo el mundo padecen demencia, y se diagnostican 7,7 millones de casos nuevos cada año – la enfermedad de Alzheimer es la causa más común de demencia y puede contribuir al 60%-70% de los casos. La prevalencia de la migraña es superior al 10% en todo el mundo. (Organización Mundial de la Salud OMS, 2016, pág. 1)

6. Definición de Huso Muscular

El concepto de huso muscular hace referencia a un órgano sensorial especializado que consiste en un pequeño conjunto de fibras musculares que se encuentran contenidas en una capsula de tejido conectivo que yace paralela a las fibras extra fúsales de musculo esquelético. Esas fibras musculares son inervadas por las moto neuronas alfa, al igual que estas moto neuronas la moto neurona alfa es encontrada en el asta anterior de la medula espinal.

Los husos musculares tienen la tarea de realizar un mecanismo de retroalimentación la cual su función es mantener la longitud de los músculos, si el musculo se estira la descarga del huso muscular aumenta y se produce algo llamado un acortamiento reflejo, en otro sentido si el musculo es acortado la descarga del huso disminuye y el musculo es relajado. Bolaños Jiménez , et al., (2011)

7. Definición de Neurorehabilitación

La Neurorehabilitación humana se define como una disciplina que aparece en el siglo XXI dentro del enfoque médico de la neurociencia. La Neurorehabilitación busca ayudar a pacientes que presentan lesiones neurológicas para que puedan recuperar al mejor nivel sus funciones motoras e indecencia, y mejorar la calidad de vida del paciente.

Esta es realiza por medio de un equipo de personal profesional capacitado en el área de la Neurorehabilitación con la colaboración de familiares del paciente a tratar. Esta se fundamenta en las pruebas y resultados ampliamente obtenidos durante procesos de recuperación favorables en animales de experimentación y pacientes.

Esta disciplina también se apoya de la realidad virtual, la robótica, el biofeedback y lo más novedoso, la estimulación focal de rayos laser, corrientes directas y estimulaciones magnéticas. (E, Sarmiento, Bayona , & Bayona, 2009)

8. Fuerza Muscular

La Fuerza muscular se define como la capacidad del musculo o de un grupo de ellos para generar una fuerza o potencia tras contraerse con energía. Se puede afirmar que la involucran contracciones activas de uno o determinados grupos de músculos. Esta depende de la cantidad de unidades motoras que se involucran en las contracciones musculares en un momento específico. La fuerza también se puede definir desde un punto de vista operativo como la capacidad que tienen los músculos para generar movimiento contra resistencias o resistir una fuerza que intente generar un movimiento. Por ello el examen de la fuerza muscular y no del tono, es el aspecto crucial del examen neuromuscular. García Alix & Quero (2012, p. 568)

9. Concepto de prototipo tecnológico

Se define prototipo tecnológico como un primer ejemplar o un primer molde de una cosa, para esta investigación, ajustando el concepto, se definió como una primera muestra o resultado de todo nuestro proceso de investigación y desarrollo a través de un dispositivo hardware y una primera versión de 2 componentes software, juntos e interactuando entre sí, constituyen una primera versión del prototipo de apoyo a procedimientos de rehabilitación neurológica desarrollado en esta investigación.

(Prisacom, 2017) “Un gadget para luchar contra el parkinson: el smartwatch Emma” Muestra un precedente de investigación donde la tecnología juega un papel fundamental en el mejoramiento de la calidad de vida de los pacientes a través del desarrollo componentes que permiten también, mejorar los procedimientos y las soluciones médicas para contribuir al desarrollo de soluciones tecnológicas que potencializan en el área médica respuestas complejas a las incógnitas que aún existen en la medicina.

10. Metodología

Para el desarrollo de la investigación fue necesario hacer uso de capacidades en materia de conocimientos de ingeniería de sistemas, electrónica, indagar a profundidad bajo la asesorías de profesionales de la salud en el área de la fisioterapia y mucha creatividad, así también mirar desde un panorama de investigación como se compone un proceso de desarrollo y ejecutar el mismo en miras a dar una solución tecnológica a un área distinta del saber, a partir de aquí conoceremos las aplicaciones, técnicas e indagaciones necesarias para resolver los objetivos planteados en esta investigación. Para realizar el prototipo se establecieron 5 etapas que permitieron dar seguimiento al proceso de investigación y desarrollo del prototipo de apoyo a procedimientos de rehabilitación neurológica NEUROSYS.

10.1 Etapa 1: Conocer a Profundidad los Procesos de Neurorehabilitación

Para la etapa inicial de la investigación se conocía de forma imprecisa que si se podía plantear y ejecutar el desarrollo de un prototipo experimental que tuviese incidencias en el plano de la Neurorehabilitación utilizando herramientas y componentes electrónicos conocidos y estudiados durante la carrera de ingeniería de sistemas de la CECAR en Sincelejo Sucre, Colombia. La adquisición de conocimientos técnicos para la implementación y uso de sensores permitieron acercarnos a la posibilidad de desarrollar la herramienta para tal fin. A su vez el proceso de investigación en el área de la Neurorehabilitación por si solo estableció un reto en el proceso de indagación que se especifica en la primera fase de esta investigación.

Para esta primera etapa se requirió abordar el tema de la Neurorehabilitación desde el punto de vista de un experto en el área de la fisioterapia para poder entender y definir con exactitud los ítems a evaluar para desarrollar la herramienta tecnológica, este proceso de indagación se ejecutó en una llamada fase de caracterización dentro la cual se encuentran las siguientes actividades:

1. Definir los objetivos principales y específicos de la investigación.

2. Establecer técnicas de recolección de información.
3. Implementar las técnicas y realizar el análisis correspondiente de la información.

10.2 Etapa 2: Abstracción

La información captada por medio de las diferentes herramientas de obtención de información. Soportadas a través de la vigilancia en bases de datos indexadas, revistas científicas, así también entrevistas de primera mano a los profesionales de la salud (fisioterapeuta). Serán tomadas para construir lógicas de procesos que los componentes hardware y software del prototipo ejecutaran durante su funcionamiento. Se define este paso en base a requerimientos funcionales y no funcionales comprendidos en la etapa de análisis de requisitos, definida en las fases del proceso de desarrollo del software.

Esta etapa comprende las siguientes actividades:

4. Especificación de requerimientos funcionales y no funcionales del componente software del prototipo.
5. Definición de requerimientos del componente hardware del prototipo.

10.3 Etapa 3: Análisis de Requerimientos y Diseño de Prototipo

Una vez establecida la especificación de requerimientos en materia de software y hardware se definirá una organización para el proceso de diseño teniendo en cuenta un orden de desarrollo para la lógica de procesos del componente software y una evaluación de los componentes a utilizar en el hardware, ajustados a los requisitos solicitados para el prototipo en cuestión. A su vez se llevará a la práctica el diseño conceptual mencionado, por medio de simulaciones que permitirán definir comportamientos y reajustar el diseño conceptual en el evento de fallas encontradas.

Las actividades contempladas en esta etapa son las siguientes:

6. Diseño del componente hardware para captación de datos.
7. Diseño de Arquitectura del sistema
8. Diseño de Arquitectura de base de datos relacional
9. Selección de herramientas TI para el desarrollo del prototipo
10. Depurar diseño conceptual del prototipo hardware por medio de simulaciones.

10.4 Etapa 4: Construcción del Prototipo

Una vez depurado el diseño conceptual del prototipo se procede a su construcción.

Esta etapa comprende las siguientes actividades:

11. Desarrollo y Construcción del prototipo.

10.5 Etapa 5: Pruebas

Una vez finalizada la etapa de construcción del prototipo, se probará el funcionamiento de prototipo en un entorno de pruebas para conocer el primer comportamiento real del sistema probado en un ser humano.

Esta fase comprende:

12. Probar el prototipo en un humano para fines de revisión de funcionamiento y pruebas iniciales de cumplimiento de requisitos.

11. Resultados

La Neurorehabilitación es una disciplina de reciente aparición en el mundo neurocientífico, que busca ayudar a pacientes que presentan lesiones neurológicas con el objetivo de recuperar funciones y mejorar la calidad de vida de los pacientes. E, Sarmiento et al. (2009, pág. 1)

Los avances que permiten la optimización de procedimientos no solo en el área de la Neurorehabilitación si no también en cualquier área médica han surgido a través de las investigaciones interdisciplinarias que han generado avances prometedores que al iniciar un proceso de transferencia tecnológica podrían en algún futuro tener una aceptación por las federaciones o entidades que regulan la inclusión de nuevas prácticas o nuevas herramientas en la parte médica.

12. Resultados de la Indagación

Para dar inicio al proceso de desarrollo se priorizó comprender la problemática planteada desde la perspectiva del fisioterapeuta. Se realizó un conversatorio el cual la fisioterapeuta nos permitió conocer la problemática bajo 2 aspectos fundamentales para poder desarrollar la herramienta. Lo primero fue entrar en contexto sobre algunos componentes que se debían tener muy claros sobre el trabajo de la Neurorehabilitación y el segundo era comprender como era un proceso de terapia para un paciente que presentara una lesión neurológica. La indagación arrojó que era posible enfocar la herramienta a la captación de un dato en particular, el dato de fuerza muscular.

Según (García Alix & Quero, 2012, pág. 568) en su libro Tono y fuerza muscular. Generalidades. Especifica que el examen de la fuerza muscular es el aspecto crucial del examen neuromuscular. También se pudo comprender durante el conversatorio que en fisioterapia la fuerza muscular la podemos interpretar como potencia muscular, que sería la capacidad de uno o varios músculos para generar una fuerza. Teniendo en cuenta este análisis de inmediato pudimos entender que era posible realizar una captación de una fuerza a través de un sensor, específicamente un sensor de fuerza resistiva o presión. El posible uso de esta herramienta para esta etapa de la investigación, debido a su fácil implementación y costo establecía una muy buena opción para poder iniciar un desarrollo mediante el uso de este componente electrónico.

A su vez la lógica de procesos para una sesión de terapia comprendía varias etapas formales antes de realizar una sesión terapéutica. Como en todo proceso clínico se parte de un diagnóstico inicial el cual determina el estado en el que llega el paciente, seguidamente se procede a realizar una historia clínica para la documentación formal de la información requerida a los pacientes, en ella también queda plasmado el diagnóstico inicial para proceder a realizar una evaluación y posteriormente establecer un número de sesiones terapéuticas para mejorar la condición del paciente como se muestra en el siguiente flujograma:

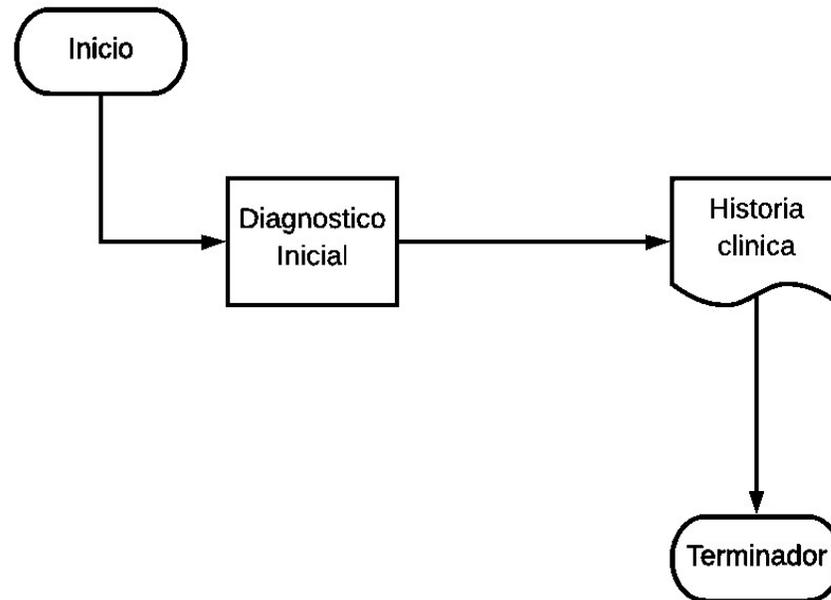


Figura 1. Flujo de proceso creación de historia clínica.

Fuente: elaboración propia

Una vez ejecutada la creación de una historia clínica se procede a ejecutar un proceso iterativo el cual comprende fechas, objetivos entre otros campos de información que darán soporte a un proceso llamado evoluciones clínicas. Estas son las sesiones terapéuticas definidas en la historia clínica, sin embargo se le debe dar soporte con el documento de evoluciones clínicas para tener una validez en la que existe la constancia que la evolución clínica fue ejecutada para una fecha en particular y con unos objetivos planteados.

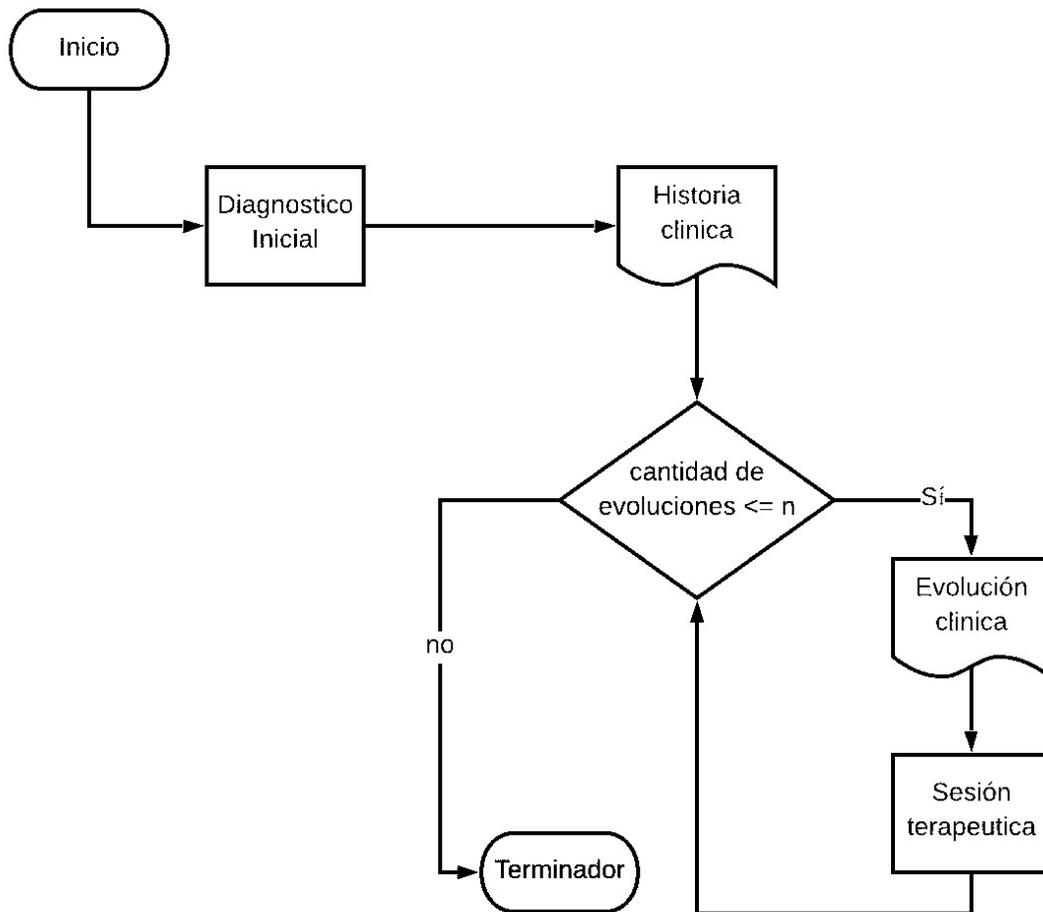


Figura 2. Flujo de proceso evoluciones clínica.

Fuente: elaboración propia.

Los componentes esenciales de una intervención satisfactoria de Neurorehabilitación incluyen el abordaje interdisciplinario, llevado a cabo por un equipo con experiencia, que implica colaboración y trabajo en equipo efectivo, integrado entre profesionales con diferentes formaciones y enfoques profesionales donde debe existir necesariamente, un especialista en Neurorehabilitación. Cabe aclarar que los programas por desarrollar deben tener objetivos bien definidos, con evaluación periódica del impacto de las medidas que se toman, así como metas clínicas apropiadas, incorporando la perspectiva del paciente y su entorno al proceso de

Neurorehabilitación a través del uso de instrumentos de medición clínicamente apropiados y científicamente validados. Algunos de los instrumentos de medición en Neurorehabilitación son, además de la historia clínica y las correspondientes escalas propias de cada patología, fotografías, videos, resonancia magnética nuclear, resonancia magnética funcional, tomografía por emisión de positrones, resonancia magnética espectroscópica, SPECT y mediciones físicas hechas con diferentes instrumentos que incluyen dinamómetro, goniómetro, electromiografía de aguja y superficie, espirometría y estimulación magnética tras craneal, entre otras. (E, Sarmiento et al., 2009, pág. 2)

Se determinó en el conversatorio que en teoría era posible a través de un sensor captar el valor de la potencia/fuerza muscular de una determinada zona del cuerpo y se permitiera establecer una interpretación a través de una plataforma que incorpore gráficos en los que se representen los datos obtenidos del sensor durante las sesiones de terapia para poder usarla como un constructor de información que represente una medición real que no es visible al ojo humano de forma fácil pero que permitiera dar un soporte más amplio para que el profesional pudiese dar una valoración más precisa sobre la condición real del paciente. (Redacción Tecnológica, 2014, pág. 1)

12.1 Sensores FSR



Figura 3. Sensor FSR 400

Fuente: Interlink.

La iniciativa de desarrollo incorporó el uso de los FSR estos son sensores de presión robustos que se utilizan en todo tipo de industrias. Usualmente se encuentran en baterías electrónicas, teléfonos móviles, dispositivos de juegos portátiles y muchos más dispositivos electrónicos existentes en el mercado. Estos sensores son fáciles de usar y excelentes para detectar la presión.

12.2 Funcionamiento de los FSR

Un componente FSR consta de dos membranas y un adhesivo espaciador. Estas membranas conductoras están separadas entre sí por un espacio de aire delgado cuando no se aplica presión cada una de estas membranas contiene dos trazas que van desde la cola hasta el área de detección, y la otra membrana contiene tinta conductora. Cuando el sensor se le ejerce presión la tinta pone en cortocircuito los dos trazos junto con una resistencia que depende de la presión ejercida. La

unidad de medida arrojada por estos sensores es en newton. Para uso de los FSR en la investigación y desarrollo del prototipo, fue necesario implementar la placa de comunicación arduino.

12.3 Arduino



Figura 4. Placa arduino UNO

Fuente: Arduino.

El uso de arduino es fundamental en el desarrollo del prototipo en cuestión. “Es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable y una serie de pines hembra, los que permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores.” (ARDUINO, 2019)

Teniendo en cuenta la indagación de lo que se esperaba que la herramienta solucionara se determinó el uso de estos componentes en base a su bajo costo y fácil implementación.

Una vez concluida esta etapa se planteó el desarrollo de un prototipo que apoyará los procedimientos de Neurorehabilitación a través de una herramienta que incorpore Tecnologías de la información, electrónica y diseño.

13. Especificación de Requerimientos

13.1 Propósito

El propósito de esta sección perteneciente a la etapa dos (2) del proceso de ejecución de esta investigación comprende las especificaciones de requerimientos funcionales y no funcionales para el desarrollo del prototipo de apoyo a procedimientos de Neurorehabilitación (NEUROSYS). Cada uno de estos requisitos comprende tareas específicas a desarrollar por parte del equipo de desarrollo.

13.2 Alcance

Diseño y desarrollo de prototipo NEUROSYS.

El prototipo NEUROSYS será un conjunto de componentes software y hardware que permitirá apoyar procedimientos de Neurorehabilitación.

13.3 Personal Involucrado

Tabla 1
Personal Involucrado

Descripción de personal	
Nombre	Miguel Angel Bohorquez
Rol	Programador – Tester
Categoría Profesional	Ingeniero de sistemas
Responsabilidades	Desarrollar componentes hardware y software – Realizar pruebas de sistema.

Fuente: elaboración propia

Tabla 2
Cliente

Descripción de personal	
Nombre	Sheyla Cardenas
Rol	Cliente

Categoría Profesional	Fisioterapeuta
Responsabilidades	Realizar pruebas de verificación de requisitos Fuente: elaboración propia.

Tabla 3
Gerente de proyecto

Descripción de personal	
Nombre	Miguel Romero Gravito
Rol	Gerente del proyecto (Big Boss)
Categoría Profesional	Ingeniero Electrónico
Responsabilidades	Gerente del proyecto

Fuente: elaboración propia.

14. Definiciones, siglas y abreviaciones

14.1 Del Negocio

- Registrar Historia clínica: Proceso que realiza el usuario fisioterapeuta para registrar una nueva historia de un paciente dentro del sistema.
- Registrar Evolución clínica: Proceso que realiza el profesional de la salud dentro del sistema, previo al proceso de obtención de datos de la potencia muscular.
- APR Neurosys: Sistema de control (software) que gestiona el proceso de transferencia de la interface arduino a la base de datos de Neurosys.

14.2 Del Sistema

- Administrar: Acción de gestionar información de un determinado objeto o persona.
- Usuario: Persona que ingresa a la zona privilegiada de un sistema por medio de un proceso de autenticación.
- Pruebas: Proceso que comprende actividades para determinar el óptimo funcionamiento de un sistema.

14.2 De tecnología

- XAMPP servidor independiente de plataforma de código libre que permite desplegar servidores apache y de base de datos para hacer pruebas de aplicativos e forma local.
- URL: Significa Uniform Resource Locator, secuencia de caracteres que se usa para nombrar recursos en internet.
- HTTP: El protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP, HyperText Transfer Protocol) es el protocolo usado en cada transacción de la Web (WWW).

-
- Sistema de gestión de Base de Datos: herramienta software que permiten la interactividad de manera más cómoda entre el usuario y la base de datos.
 - Base de Datos: conjunto de datos que pertenecen al mismo contexto almacenados sistemáticamente para su posterior uso.
 - Aplicación: Es un programa informático que permite tener una funcionalidad específica para solucionar un problema.
 - MySQL: motor de base de datos relacional. Utilizado en entornos web.
 - PHP (PHP Hypertext Pre-processor): Lenguaje de programación interpretado para crear aplicaciones de servidor o sitios web dinámicos.
 - Browser: Es una aplicación que permite navegar en internet.
 - HTML (HyperText Markup Language): Es un lenguaje de marcado para diseño de páginas web
 - Javascript: Es un lenguaje interpretado para construir sitios dinámicos o funcionalidades robustas en entornos web.

15. Descripción

En esta sección encontrará toda la información de relacionada a los requerimientos funcionales y no funcionales, interfaces de usuario entre otras características del prototipo software del sistema neurosys representado mediante el siguiente formato utilizando la metodología de desarrollo XP:

Tabla 4
Plantilla historia de usuario

Historia de usuario	
Numero:	Usuario:
Nombre Historia:	
Prioridad en Negocio: (Alta, Media, Baja)	Riesgo en Desarrollo: Media (Alta, Media, Baja)
Puntos Estimados:	Iteración Asignada:
Programador Responsable:	
Descripción:	
Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.

Las historias de usuario comprenden una parte fundamental en la especificación de requerimientos, en ellas se definen ideas puntuales del cliente que posteriormente serán depuradas para establecer requerimientos a partir de esas ideas y desarrollar el prototipo de forma ordenada.

15.1 Descripción General

15.1.1 Descripción del Cliente.

Una de las problemáticas que un profesional en el área de la fisioterapia se enfrenta es el proceso de dar un dictamen médico soportado únicamente por el proceso evolutivo del paciente que se evalúa a través de la vista, no existen herramientas a la mano que permitan tener un soporte adicional para este proceso.

¶Durante un proceso de Neurorehabilitación se presenta un inconveniente similar. Si bien los procesos son exitosos en algunos casos, así como el tiempo que tarda un paciente en evolucionar es diferente de otro. La incertidumbre que exige al profesional tener una verificación un poco más rigurosa sobre el proceso, en ciertas ocasiones podría inducir a error en el diagnóstico.

15.1.2 Planificación.

En esta fase inicial en base a la metodología de desarrollo ágil XP, se establece una comunicación directa entre el cliente y el equipo de desarrollo. Con la finalidad de establecer de forma más precisa los requisitos del sistema neurosys y facilitar la planeación de ejecución del proyecto.

En este proyecto se planteó que el prototipo Neurosys mediante un sistema de gráficos permita ver el comportamiento de la potencia muscular, un componente esencial para el examen de Neurorehabilitación. (García Alix & Quero, 2012, pág. 568)

Alternativo se requiere una aplicación asistente para recepcionar puertos (APR) que permita controlar un componente hardware que llamaremos BR Neurosys.

Para este proyecto, el prototipo Neurosys contó con los siguientes módulos:

- Sesión
- Historias clínicas
- Evoluciones clínicas
- Transferencia

Los Módulos establecidos, se han levantado a través de charlas con la FT Sheyla Cardenas y posteriormente se definieron las siguientes historias de usuario para conocerlos más a profundidad:

15.1.3 Historias de Usuario.

Las historias de usuario, dentro del proceso metodológico ágil XP deben ser escritas en un lenguaje común de fácil entendimiento por todos los involucrados definiendo los requerimientos con los que el sistema debe cumplir. cada historia de usuario comprende información importante para el desarrollo del prototipo.

Las historias de usuarios de Neurosys son las siguientes:

- Acceso al sistema
- Gestión de usuario
- Gestión de historia Clínica
- Gestión de evolución Clínica
- Visualización de Gráficos de seguimiento de evolución
- APR Neurosys (aplicación de recepción de puertos)

Las historias comprendidas en el listado anterior corresponden a los componentes software del prototipo, a continuación se describen las historias de usuario para el componente hardware:

- Construir BR brazalete Neurosys

A continuación las tablas 5 – 11 describe a profundidad las historias utilizadas para llevar a cabo la construcción de las funcionalidades de software y hardware:

Tabla 5
Acceso al sistema

Historia de usuario	
Numero:1	Usuario: Estándar, Administrador
Nombre Historia: Acceso al sistema	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta, Media, Baja)	Riesgo en Desarrollo: Media (Alta, Media, Baja)
Puntos Estimados: 2	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Los tipos de usuario tendrán un nombre de usuario y clave única acceder al sistema Neurosys.	
Observaciones: <input type="checkbox"/> Solo los usuarios previamente registrados podrán acceder al sistema.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6
Gestión de usuario

Historia de usuario	
Numero:2	Usuario: Administrador
Nombre Historia: Gestión de usuario	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta, Media, Baja)	Riesgo en Desarrollo: Media (Alta, Media, Baja)
Puntos Estimados: 2	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: El sistema tendrá definido por defecto un usuario administrador, el cual podrá acceder a funcionalidades restringidas dentro del sistema. Así mismo podrá eliminar usuarios. Los tipos de usuario tendrán la posibilidad de gestionar y cambiar únicamente su contraseña	

Observaciones:

- Solo los usuarios previamente registrados podrán ingresar al sistema.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7

Gestión de historia clínica

Historia de usuario	
Numero:3	Usuario: Estándar
Nombre Historia: Gestión de historia clínica	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta, Media, Baja)	Riesgo en Desarrollo: Alta (Alta, Media, Baja)
Puntos Estimados: 3	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Para trabajar con la información de un paciente, el usuario estándar creará dentro del sistema una historia clínica, la cual comprenden toda la información básica y diagnóstico inicial de un paciente.	
Observaciones: <input type="checkbox"/> La creación de una historia podrá realizarse a través del sistema web de Neurosys.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8

Gestión de evolución clínica

Historia de usuario	
Numero:4	Usuario: Estándar
Nombre Historia: Gestión de evolución clínica	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta, Media, Baja)	Riesgo en Desarrollo: Alta (Alta, Media, Baja)
Puntos Estimados: 3	Iteración Asignada: 2

Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez
<p>Descripción: Las evoluciones clínicas se crearán desde la aplicación que controla el dispositivo. Posteriormente se debe desactivar las restricciones para poner en funcionamiento el dispositivo hardware.</p> <p>Cada evolución clínica tendrá un grupo de datos asociados provenientes del sensor.</p> <p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> La creación de una historia podrá realizarse por medio del sistema web de Neurosys.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9

Visualización gráficos de seguimiento de evolución

Historia de usuario	
Numero:5	Usuario: Estándar
Nombre Historia: Visualización gráficos de seguimiento de evolución	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta, Media, Baja)	Riesgo en Desarrollo: Alta (Alta, Media, Baja)
Puntos Estimados: 3	Iteración Asignada: 2
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
<p>Descripción: El sistema debe permitirle al usuario estándar la visualización de gráficos, creados a partir de cada registro de evolución y toma de datos al paciente.</p> <p>Los gráficos representaran los datos capturados de la potencia muscular del paciente</p> <p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> La visualización de los gráficos se hará a través de la plataforma web 	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10
APR Neurosys

Historia de usuario	
Numero:6	Usuario: Estándar
Nombre Historia: ARP Neurosys (asistente de recepción de puertos)	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta, Media, Baja)	Riesgo en Desarrollo: Alta (Alta, Media, Baja)
Puntos Estimados: 3	Iteración Asignada: 3
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: El ARP Neurosys debe condicionar una forma de transferencia controlada de datos provenientes del BR Neurosys (Brazalete).	
El ARP debe controlar el brazalete para garantizar la fidelidad de los datos entrantes.	
Observaciones:	
<input type="checkbox"/> La visualización de los gráficos se hará a través de la plataforma web	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11
Construir BR Neurosys

Historia de usuario	
Numero:7	Usuario: Estándar
Nombre Historia: Construir BR Neurosys (Brazalete)	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta, Media, Baja)	Riesgo en Desarrollo: Alta (Alta, Media, Baja)
Puntos Estimados: 3	Iteración Asignada: 3
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	

Descripción: El Brazalete debe ser de fácil conexión e incorporación a las extremidades inferiores del cuerpo.

El BR debe soportar el sensor FSR400

Observaciones:

- La conectividad del BR al ARP Neurosys comprende la implementación de una placa Arduino UNO.

Fuente: Elaboración propia.

16. Metáfora del sistema de evolución clínica a la toma de datos de potencia muscular (PM)

En el marco de proceso de la toma de datos para generar una nueva evolución clínica, se parte de un documento previo al proceso de terapia asignado para una fecha. Básicamente se documenta el proceso de terapia establecido y se ejecuta. En el proceso de revisión de métricas para un posterior análisis se definieron los siguientes módulos:

El módulo de **Sesión**, cada usuario registrado tendrá un perfil que permitirá acceder a las funcionalidades de NEUROSYS.

El módulo de **Historias clínicas**, permitirá gestionar las historias clínicas, registrarlas, borrarlas, modificarlas, visualizarlas.

El módulo de **Evoluciones clínicas**, Permitirá gestionar y desplegar los resultados de la toma de datos provenientes de BR Neurosys a través de gráficos de rendimiento global y específico de cada evolución

El módulo de **Transferencia**, Permitirá gestionar a través de un aplicativo desarrollado en el lenguaje de programación JAVA el proceso de transferencia de datos de la potencia muscular provenientes de BR Neurosys a la base de datos.

16.1 Asignación de roles

El proceso de desarrollo contó con diferentes actores que interactuaron en el proceso. En la presente investigación solo tendremos en cuenta 3 de los diferentes actores propuestos en la metodología escogida.

Tabla 12

Asignación de roles

Roles	Asignado A:
Programador – Tester	Miguel Angel Bohorquez
Cliente	Sheyla Cardenas
Big Boss – Gerente de proyecto	Miguel Romero Garavito

Fuente: Elaboración propia.

16.2 Plan de entrega del proyecto

Teniendo en cuenta las historias de usuario establecidas para la construcción del prototipo Neurosys, se ha definido un plan de entrega mostrando las historias de usuario que serán ejecutadas en cada iteración.. En la tabla 13 se muestra el plan de entrega del proyecto.

Tabla 13

Plan de entrega del proyecto

Historia	Iteración	Prioridad	Esfuerzo	Fecha Inicio	Fecha Final
Historia1	1	Alta	2	01/07/2019	02/07/2019
Historia2	1	Alta	2	04/07/2019	05/07/2019
Historia3	1	Alta	3	07/07/219	08/07/2019
Historia4	2	Alta	3	10/07/2019	11/07/2019
Historia5	2	Alta	3	13/07/2019	14/07/2019
Historia6	2	Alta	3	16/07/2019	17/07/2019
Historia7	2	Alta	3	19/07/2019	20/07/2019

Fuente: Elaboración propia.

16.3 Arquitectura del sistema Neurosys

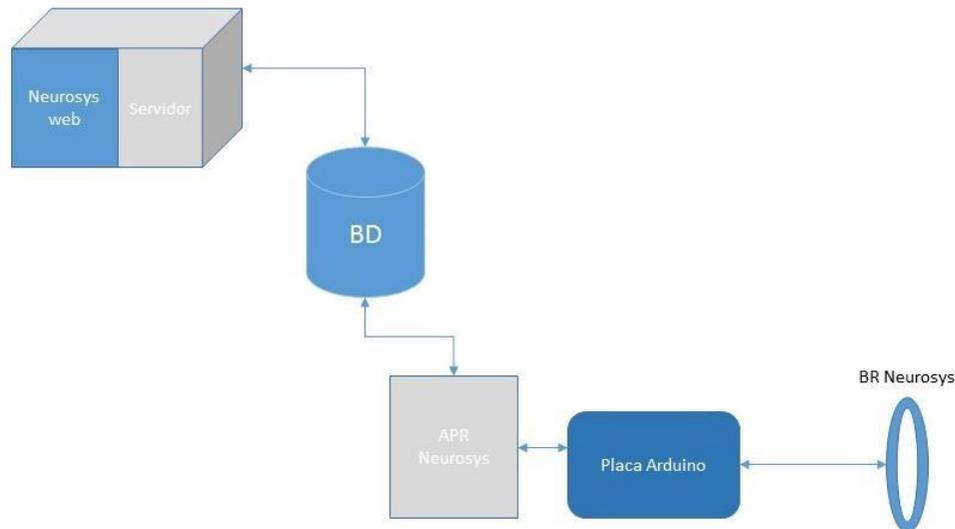


Figura 5. Arquitectura del sistema Neurosys

Fuente: elaboración propia.

Para el prototipo Neurosys se estableció la arquitectura definida en la figura 3. En cierta medida Neurosys compone una plataforma web, un APR (asistente de recepción de puertos) desarrollado en JAVA, el uso de una plataforma Arduino y un sensor de fuerza resistiva de referencia FSR-400. La interacción de estos componentes constituye en primera instancia el Prototipo NEUROSYS.

Para esta primera versión se ha incorporado el uso de la herramienta XAMP para desplegar un servidor web apache, un servidor de base de datos MySQL junto con las herramientas necesarias para el despliegue en forma local de Neurosysweb entre otros componentes.

16.4 Modelo de base de datos

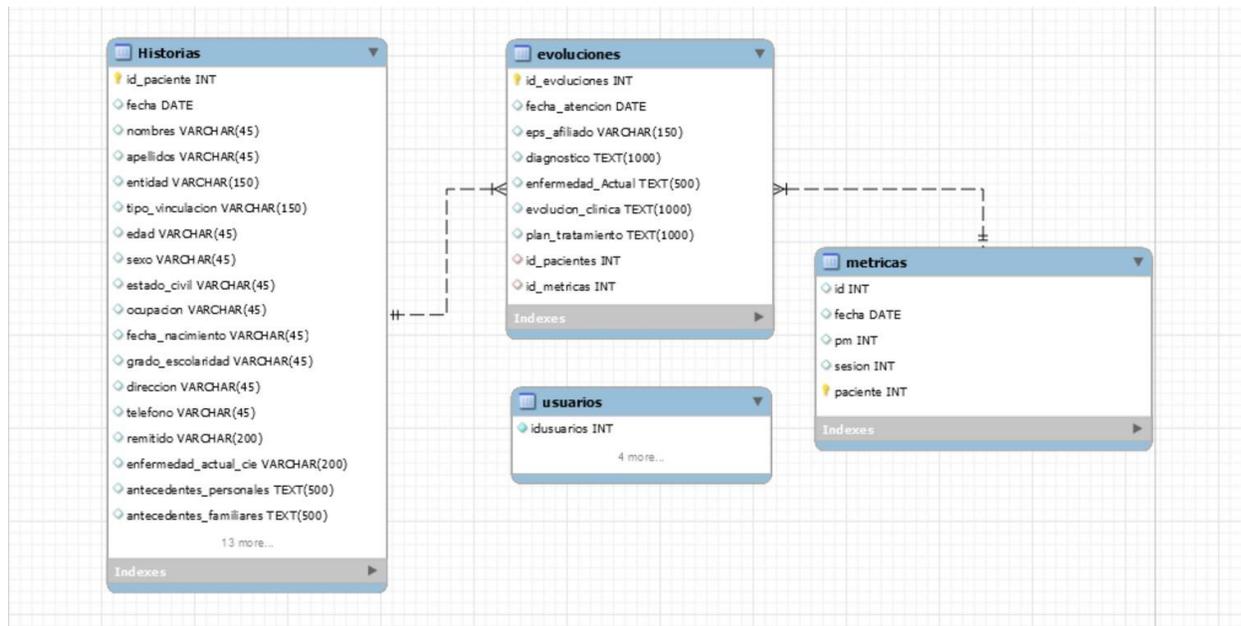


Figura 6. Modelo de base de datos.

Fuente: elaboración propia.

16.5 BR Neurosys

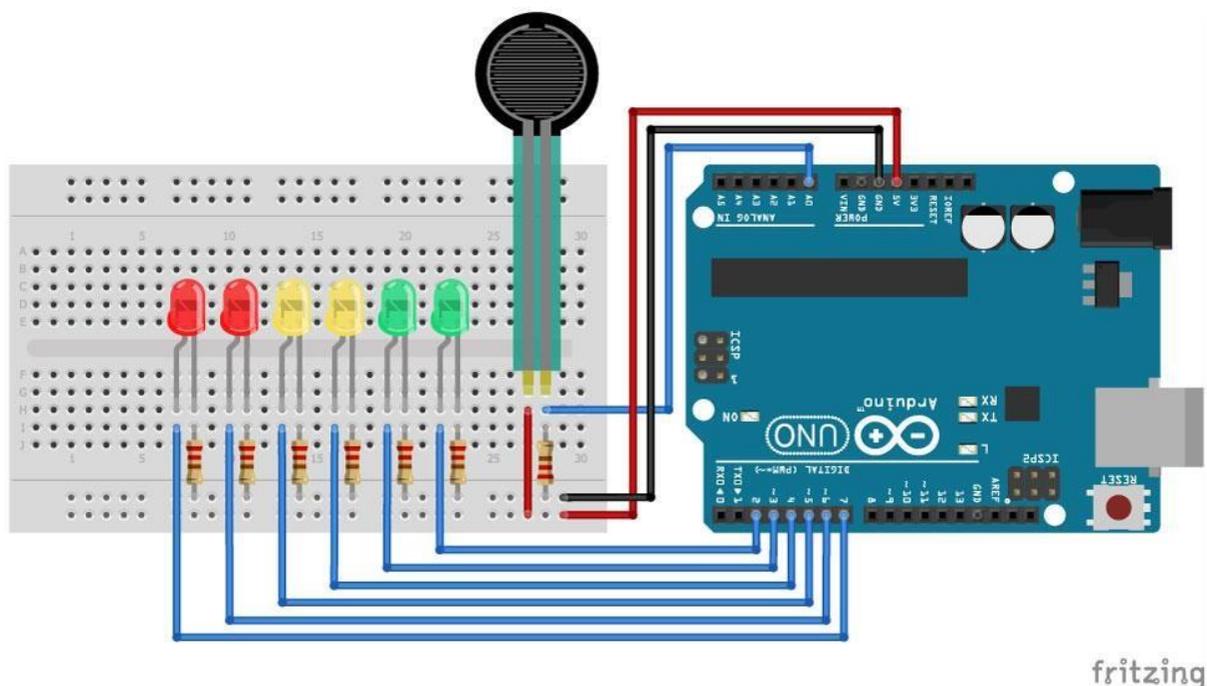


Figura 7. Diseño del BR Neurosys

Fuente: Fritzing & elaboración propia.

El prototipo hardware BR Neurosys consta de una plataforma de comunicación arduino UNO. El diseño del componente electrónico definido en la figura 5. Comprende el uso de un sensor de fuerza resistiva de referencia FSR 400, 6 diodos led y 7 resistencias de 10k conectados a través de una Protoboard. El propósito de la placa arduino es establecer una comunicación de la computadora al sensor acorde a la programación escrita en el microcontrolador de la placa. En ella se programó instrucciones para enviar una lectura de la fuerza resistiva cada 400 milisegundos, también se ha programado la calibración del brazalete.

Los Diodos led incorporados en el diseño de la placa electrónica cumplirán una función específica asociada a la calibración de ajuste del chasis del brazalete a la zona corporal donde será ajustado el BR Neurosys, cada led estará programado para encenderse en función de la presión

ejercida al momento de colocar el brazalete. Dentro de un bloque IF, se condicionó que el encendido de cada led será efectivo en el evento que el valor de la potencia muscular sea mayor o igual a un valor en específico. Esto se hará con la finalidad de establecer una calibración visual de fácil comprensión del BR.

17. Ciclo de vida Neurosys (sistema de apoyo a procedimientos de Neurorehabilitación)

17.1 Primera Iteración

Una iteración dentro del proceso de vida de desarrollo bajo la metodología xp comprende varias etapas que facilitan a todo el equipo llevar un control del desarrollo del prototipo de forma más precisa, partiendo del hecho que en cada iteración se han distribuido las historias de usuario definidas anteriormente, esto con la finalidad de abordar tareas más pequeñas y desarrollarlas de forma más rápida y ordenada.

Para la iteración 1 se desarrollaron los módulos de Sesión e Historias Clínicas, los cuales para vigilar su progreso se ha utilizado y aplicado cada una de las herramientas establecidas en la metodología de programación XP. En la tabla 14 se muestran de forma general las historias de usuario pertenecientes a la siguiente etapa:

Tabla 14

Historias de usuario iteración 1

Numero	Historia de usuario
1	Gestión de usuario
2	Acceso al sistema
3	Gestión de historia clínica

Fuente: Elaboración propia.

17.2 Tareas de Ingeniería etapa 1

Las tareas de ingeniería comprenden la extracción de los requerimientos de forma más técnica a partir de las historias de usuario. La Plantilla definida para la estructuración de las tareas de ingeniería se muestra en la tabla 15 y cada uno de sus componentes, en ella se comprende requerimientos o puntos muy específicos a construir o desarrollar partiendo de un proceso de abstracción de las historias definidas en esta iteración.

Tabla 15

Tareas de ingeniería historias de usuario iteración 1

Numero de tarea	Numero de historia	Descripción
1	1	Creación de base de datos neurosys
2	1	Diseño de interfaz de ingreso de usuarios
3	1	Adaptar la base de datos para los usuarios
4	1	Validación de usuario
5	2	Diseño de interfaz de recuperación de acceso al sistema
6	2	Validación de cambios
7	3	Diseño de interfaz de registro de historia clínica
8	3	Guardar la información en la base de datos neurosys
9	3	Visualización de historias clínicas
10	3	Gestión de historias clínicas

Fuente: Elaboración propia.

17.3 Descripción de tareas de ingeniería

Tabla 16

Creación de base de datos neurosys

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:1	Numero de historia:1
Nombre de tarea: Creación de base de datos neurosys	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 01/07/2019	Fecha fin: 01/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se modela la base de datos del sistema neurosys con sus respectivas relaciones y se crea en el motor de base de datos MySQL.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17

Diseño de interfaz de ingreso de usuario

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:2	Numero de historia:1
Nombre de tarea: Diseño de interfaz de ingreso de usuarios	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 01/07/2019	Fecha fin: 01/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se diseña la interfaz donde los usuarios digitarán su usuario y contraseña	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18

Adaptación de la base de datos para los usuarios

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:3	Numero de historia:1
Nombre de tarea: adaptar de la base de datos para los usuarios	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 02/07/2019	Fecha fin: 02/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se realiza la configuración de las conexiones del sistema a la base de datos neurosys para conectar al servidor de base de datos y establecer una comunicación que permita al sistema realizar operaciones de acceso y gestión de usuarios, entre otras.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19

Validación de usuario

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:2	Numero de historia:1

Nombre de tarea: Validación de usuario	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 01/07/2019	Fecha fin: 01/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se verifica los datos diligenciados en la base de datos del sistema para permitir el acceso.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20.

Diseño de interfaz de recuperación de acceso

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:4	Numero de historia:2
Nombre de tarea: Diseño de interfaz de recuperación de acceso	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 4/07/2019	Fecha fin: 4/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se diseña la interfaz donde el usuario digitará su correo para iniciar el proceso de restablecer contraseña.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21.

Validación de cambios

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:5	Numero de historia:2
Nombre de tarea: Validación de cambios	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 5/07/2019	Fecha fin: 5/07/2019

Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez
Descripción: Se realiza la verificación del correo en la base de datos y se envía vía correo un enlace de restablecimiento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22.

Diseño de interfaz de registro de historia clínica

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:6	Numero de historia:3
Nombre de tarea: Diseño de interfaz de registro de historia clínica	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 7/07/2019	Fecha fin: 7/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se realiza diseña la interfaz que contendrá el formulario de registro de historias clínicas de acuerdo al formato suministrado por la fisioterapeuta	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23.

Guardar la información en la base de datos

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:7	Numero de historia:3
Nombre de tarea: Guardar la información en la base de datos	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 7/07/2019	Fecha fin: 7/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se guarda en la base de datos la información diligenciada en el formulario de registro de historias clínicas.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24.

Visualización de historia clínica

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:8	Numero de historia:3
Nombre de tarea: Visualización de historias clínicas	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 8/07/2019	Fecha fin: 8/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se visualizará en la plataforma web la información de la historia clínica seleccionada	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25.

Gestión de historias clínicas

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:9	Numero de historia:3
Nombre de tarea: Gestión de historias clínicas	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 8/07/2019	Fecha fin: 8/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se eliminará, modificará las historias clínicas registradas en el sistema	

Fuente: Elaboración propia.

18. Pruebas de Aceptación

Las pruebas de aceptación son una parte fundamental dentro del proceso de desarrollo en cada iteración. A través de ellas podemos establecer pruebas que corroboren que el prototipo está funcionando acorde a los requerimientos establecidos anteriormente. Existen las pruebas unitarias y las pruebas de aceptación.

En la tabla 25 se definen de manera general las pruebas establecidas y en las tablas 25 -32 se describen cada una de ellas.

Tabla 26.

Pruebas de aceptación iteración 1

Numero de prueba	Numero de historia	Nombre de la prueba
1	1	Acceso al sistema
2	2	Recuperar de contraseña
3	3	Guardar historia clínica

Fuente: Elaboración propia.

18.1 Descripción de las pruebas de aceptación

Tabla 27.

Prueba de aceptación acceder al sistema

Caso de prueba.	
Código: 1	# Historia de usuario: 1
Historia de usuario: Acceder al sistema	
Condiciones de ejecución: La información del usuario debe estar registrada dentro del sistema	
Pasos de ejecución: Acceder a la página de inicio de sesión, luego diligenciar el formulario con su usuario y contraseña y presionar el botón iniciar sesión	
Resultados esperados: Acceso al dashboard principal de NEUROSYS	
Evaluación de la prueba: La prueba concluyó satisfactoriamente	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28.

Prueba de aceptación gestión de usuario

Caso de prueba	
Código: 2	# Historia de usuario: 2
Historia de usuario: Gestión de usuario	
Condiciones de ejecución: La información del usuario debe estar registrada dentro del sistema	
Pasos de ejecución: Acceder al enlace de olvidó su contraseña, diligenciar su correo, recepcionar enlace de correo de recuperación, diligenciar una nueva contraseña en la interfaz de recuperación y presione el botón guardar cambios	
Resultados esperados: Cambio de contraseña satisfactorio y acceso al dashboard principal de NEUROSYS	
Evaluación de la prueba: La prueba concluyó satisfactoriamente	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29.

Prueba de aceptación gestión de historia clínica

Caso de prueba	
Código: 3	# Historia de usuario: 3
Historia de usuario: Gestión de historia clínica	
Condiciones de ejecución: El usuario debe estar registrado dentro del sistema y con una sesión activa para dentro del mismo.	
Pasos de ejecución: Presionar el botón nueva historia clínica, diligenciar el formulario de registro y presionar el botón guardar.	
Resultados esperados: El sistema debe guardar la nueva historia clínica y visualizar en la tabla de historias información básica y un botón de acceso a la historia	
Evaluación de la prueba: La prueba concluyó satisfactoriamente	

Fuente: Elaboración propia.

18.2 Capturas de pantalla

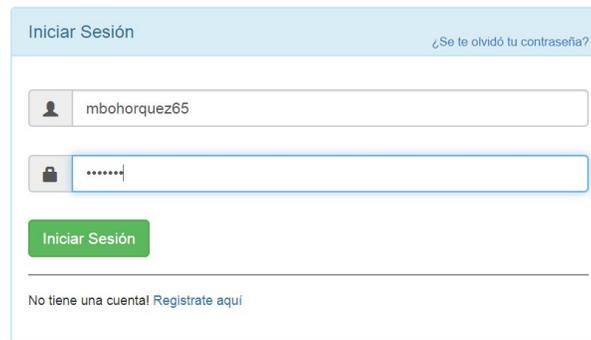
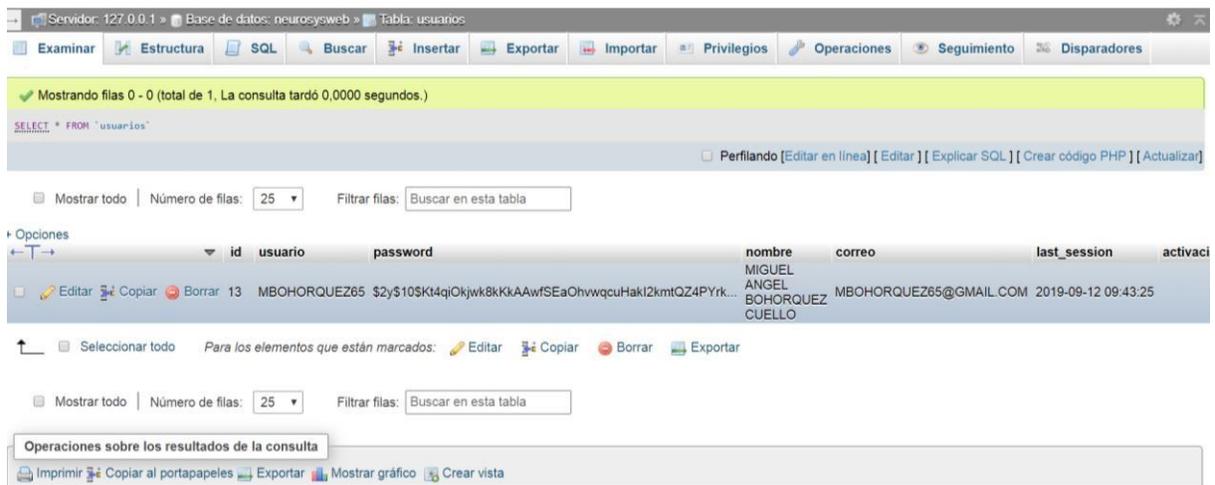


Figura 8. Acceso a Neurosys web.

Fuente: elaboración propia.



Mostrando filas 0 - 0 (total de 1, La consulta tardó 0,0000 segundos.)

```
SELECT * FROM `usuarios`
```

Perfilando [Editar en línea] [Editar] [Explicar SQL] [Crear código PHP] [Actualizar]

Mostrar todo | Número de filas: 25 | Filtrar filas: Buscar en esta tabla

Opciones	id	usuario	password	nombre	correo	last_session	activaci
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Borrar	13	MBOHORQUEZ65	\$2y\$10\$K14qjOkjwk8KkAAwfSEaOhvwqcuHakl2kmtQZ4PYrk...	MIGUEL ANGEL BOHORQUEZ CUELLO	MBOHORQUEZ65@GMAIL.COM	2019-09-12 09:43:25	

Seleccionar todo | Para los elementos que están marcados: Editar Copiar Borrar Exportar

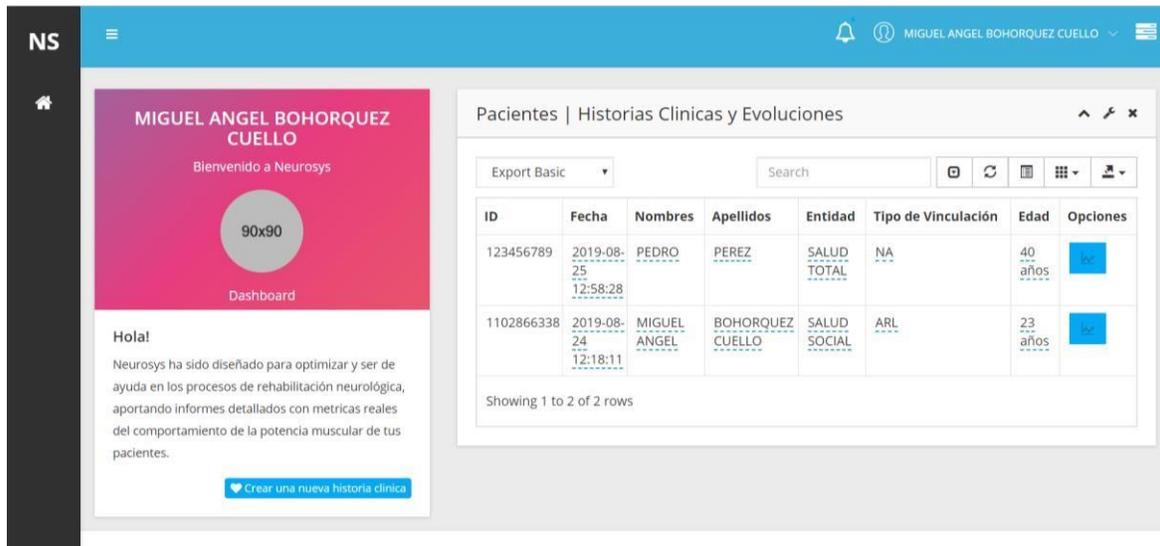
Mostrar todo | Número de filas: 25 | Filtrar filas: Buscar en esta tabla

Operaciones sobre los resultados de la consulta

Imprimir Copiar al portapapeles Exportar Mostrar gráfico Crear vista

Figura 9. Usuario en Base de Datos Neurosys web.

Fuente: elaboración propia.



MIGUEL ANGEL BOHORQUEZ CUELLO
 Bienvenido a Neurosys

90x90
 Dashboard

Hola!
 Neurosys ha sido diseñado para optimizar y ser de ayuda en los procesos de rehabilitación neurológica, aportando informes detallados con métricas reales del comportamiento de la potencia muscular de tus pacientes.

[♥ Crear una nueva historia clínica](#)

Pacientes | Historias Clinicas y Evoluciones

Export Basic Search

ID	Fecha	Nombres	Apellidos	Entidad	Tipo de Vinculación	Edad	Opciones
123456789	2019-08-25 12:58:28	PEDRO	PEREZ	SALUD TOTAL	NA	40 años	
1102866338	2019-08-24 12:18:11	MIGUEL ANGEL	BOHORQUEZ CUELLO	SALUD SOCIAL	ARL	23 años	

Showing 1 to 2 of 2 rows

Figura 10. Acceso a Dashboard Neurosys web.

Fuente: elaboración propia.



Nuevo Registro!

Vamos a crear una nueva historia clínica, este formulario está diseñado para facilitarte el proceso, iniciemos!

Nueva Historia Clínica

Identificación

Nombres

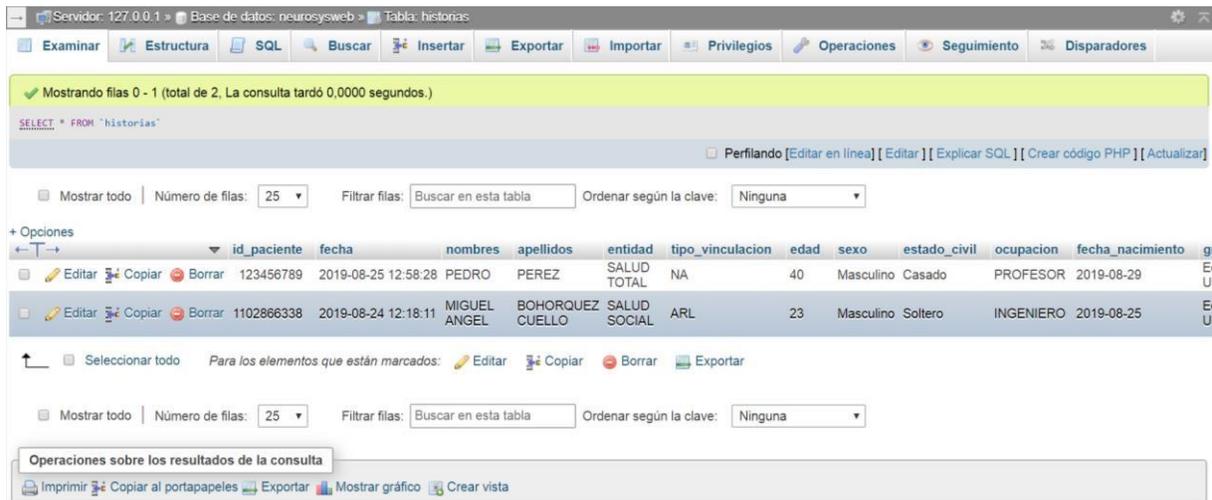
Apellidos

Entidad

Tipo de Vinculación

Figura 11. Registrar historias Clínicas Neurosys web.

Fuente: elaboración propia.



Mostrando filas 0 - 1 (total de 2. La consulta tardó 0,0000 segundos.)

```
SELECT * FROM "historias"
```

Perfilando [Editar en línea] [Editar] [Explicar SQL] [Crear código PHP] [Actualizar]

Mostrar todo | Número de filas: 25 | Filtrar filas: Buscar en esta tabla | Ordenar según la clave: Ninguna

Opciones	id_paciente	fecha	nombres	apellidos	entidad	tipo_vinculacion	edad	sexo	estado_civil	ocupacion	fecha_nacimiento	gr
[Editar] [Copiar] [Borrar]	123456789	2019-08-25 12:58:28	PEDRO	PEREZ	SALUD TOTAL	NA	40	Masculino	Casado	PROFESOR	2019-08-29	Ec Ur
[Editar] [Copiar] [Borrar]	1102866338	2019-08-24 12:18:11	MIGUEL ANGELO	BOHORQUEZ CUELLO	SALUD SOCIAL	ARL	23	Masculino	Soltero	INGENIERO	2019-08-25	Ec Ur

Seleccionar todo | Para los elementos que están marcados: [Editar] [Copiar] [Borrar] [Exportar]

Mostrar todo | Número de filas: 25 | Filtrar filas: Buscar en esta tabla | Ordenar según la clave: Ninguna

Operaciones sobre los resultados de la consulta

[Imprimir] [Copiar al portapapeles] [Exportar] [Mostrar gráfico] [Crear vista]

Figura 12. Registro en Base de Datos historias Clínicas Neurosys web.

Fuente: elaboración propia.



Recuperar Password Iniciar Sesión

No tiene una cuenta! [Regístrate aquí](#)

Figura 13. Interfaz de recuperación de contraseña Neurosys web

Fuente: elaboración propia.

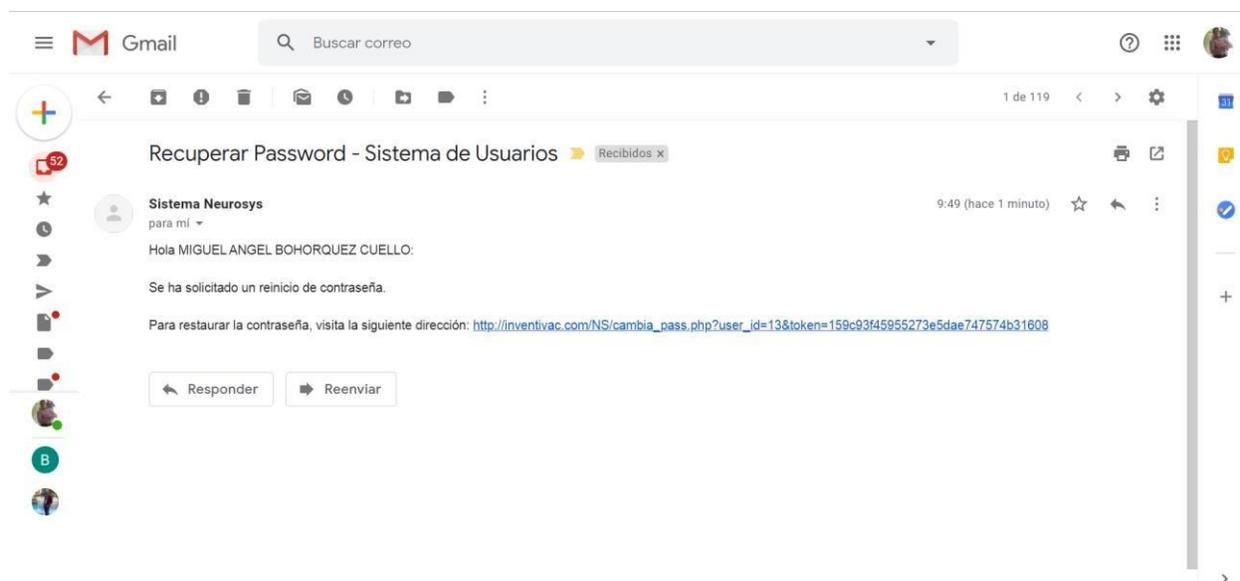


Figura 14. Correo de recuperación de contraseña Neurosys web

Fuente: elaboración propia.

19. Resultados

Como resultado de entrega de la primera iteración del prototipo Neurosys, el cliente quedó satisfecho con las funcionalidades desarrolladas, los requerimientos solicitados por parte del cliente fueron concretados de forma satisfactoria en esta primera iteración. No se solicitaron cambios. A continuación la Bitácora de reuniones de la primera iteración.

19.1 Bitácora de reuniones primera iteración

Tabla 30.

Bitácora entrega formal de propuesta de investigación

Día	7 Junio 2017
Horario	Miércoles
Lugar de encuentro	Correo electrónico
Objetivo	Revisión final y envió de propuesta de desarrollo tecnológico
Resultado	Envió en fecha estipulada propuesta de desarrollo tecnológico
Participantes	Director de tesis Miguel Romero Garavito, Miguel bohorquez

Fuente: elaboración propia.

Tabla 31

Bitácora levantamiento de información

Día	20 julio 2017
Horario	7:00 – 9:00pm
Lugar de encuentro	Centro comercial viva
Objetivo	Entrevista fisioterapeuta Sheyla cárdenas
Resultado	Levantamiento de información para proceso de indagación
Participantes	FT Sheyla cárdenas, Miguel bohorquez

Fuente: elaboración propia.

Tabla 32.

Bitácora entrevista

Día	20 julio 2018
Horario	7:00 – 9:00pm
Lugar de encuentro	Centro comercial viva
Objetivo	Entrevista fisioterapeuta Sheyla cárdenas
Resultado	Levantamiento de información para proceso de indagación
Participantes	FT Sheyla cárdenas, Miguel bohorquez

Fuente: elaboración propia.

Tabla 33.

Bitácora entrevista 2

Día	25 julio 2018
Horario	10:00 – 11:00am
Lugar de encuentro	Centro comercial viva
Objetivo	Entrevista fisioterapeuta Sheyla cárdenas
Resultado	Levantamiento de información para proceso de indagación
Participantes	FT Sheyla cárdenas, Miguel bohorquez

Fuente: elaboración propia.

Tabla 34.

Bitácora entrevista 3

Día	30 julio 2018
Horario	10:00 – 12:00pm
Lugar de encuentro	Centro comercial viva
Objetivo	Entrevista fisioterapeuta Sheyla cárdenas
Resultado	Lluvia de ideas para diseño de prototipo
Participantes	FT Sheyla cárdenas, Miguel bohorquez

Fuente: elaboración propia.

Tabla 35.

Bitácora entrevista 4

Día	20 Agosto 2018
Horario	10:00 – 12:00pm
Lugar de encuentro	Centro comercial viva
Objetivo	Indagación sobre Neurorehabilitación fisioterapeuta Sheyla cárdenas
Resultado	Estudio sobre Neurorehabilitación
Participantes	FT Sheyla cárdenas, Miguel bohorquez

Fuente: elaboración propia.

Tabla 36.

Bitácora entrevista 5

Día	10 Octubre 2018
Horario	10:00 – 12:00pm
Lugar de encuentro	Centro comercial viva.
Objetivo	Instrucción de búsqueda de referencias de prototipos Neurorehabilitación
Resultado	Antecedentes prototipos sobre Neurorehabilitación
Participantes	FT Sheyla cárdenas, Miguel bohorquez

Fuente: elaboración propia.

Tabla 37.

Bitácora entrevista 6

Día	3 Febrero 2019
Horario	10:00 – 12:00pm
Lugar de encuentro	Centro comercial viva.
Objetivo	Retoma de investigación y contexto
Resultado	Lluvia de ideas para retomar la investigación
Participantes	FT Sheyla cárdenas, Miguel bohorquez

Fuente: elaboración propia.

Tabla 38.

Bitácora primera versión experimental prototipo

Día	5 abril 2019
Horario	8:00 – 12:00pm
Lugar de encuentro	CECAR
Objetivo	Prototipo ARP NEUROSYS
Resultado	Primera versión experimental de prototipo construido en java de control de recepción de puertos. Desarrollado como idea de punto de partida (a la fecha el prototipo estaba definido de forma abstracta)
Participantes	FT Sheyla cárdenas, Miguel bohorquez

Fuente: elaboración propia.

Tabla 39.

Bitácora presentación inicial del prototipo neurosys

Día	5 Junio 2019
Horario	8:00 – 12:00pm
Lugar de encuentro	Casa de ft Sheyla Cárdenas
Objetivo	Presentación inicial de sistema web Neurosys
Resultado	Presentación inicial del prototipo Neurosys web, se definieron correcciones de interpretación en la aceptación de las historias de usuario iniciales
Participantes	FT Sheyla cárdenas, Miguel bohorquez

Fuente: elaboración propia.

19.2 Segunda Iteración

A partir de esta segunda iteración se procede a ejecutar de la misma forma el proceso de desarrollo para las historias de usuarios faltantes. En esta iteración se desarrolló el módulo de evoluciones clínicas y transferencia. En la tabla 32 se muestran de forma general las historias de usuario pertenecientes a la siguiente etapa:

Tabla 40.

Historias de usuario iteración 2

Numero	Historia de usuario
4	Gestión de evolución Clínica
5	Visualización gráficos de seguimiento de evolución
6	APR Neurosys (Asistente de recepción de puertos)
7	Construir BR Neurosys

Fuente: elaboración propia.

19.3 Tareas de Ingeniería Etapa 2

Las tareas de ingeniería comprendidas en la iteración 2 se muestran en la tabla 33 Tareas de ingeniería historias de usuario etapa 2.

Tabla 41.

Tareas de ingeniería iteración 2

Numero de tarea	Numero de historia	Descripción
10	4	Diseño de interfaz de configuración de evolución clínica en ARP NEUROSYS
11	4	Guardar registro de evolución clínica
12	4	Visualización de historia clínica
13	5	Diseño de interfaz de visualización de evoluciones
14	5	Visualización de gráfico de seguimiento global de evoluciones
15	5	Visualización de gráfico de seguimiento individual de cada evolución
16	5	Visualización de registro de evolución clínica
17	6	Diseño de interface de registro de evoluciones clínicas en ARP Neurosys
18	6	Guardar registro de evoluciones
19	6	Desarrollo de control de transferencia del BR Neurosys a la Base de Datos.
20	7	Armado de hardware BR Neurosys

Fuente: elaboración propia.

19.4 Descripción de Tareas de Ingeniería

Tabla 42.

Diseño de interfaz de configuración de evolución clínica en ARP Neurosys

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:10	Numero de historia:4
Nombre de tarea: Diseño de interfaz de configuración de evolución clínica en ARP NEUROSYS	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 10/07/2019	Fecha fin: 10/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se diseña la interfaz donde los usuarios diligenciarán una evolución clínica a un paciente específico.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 43.

Guardar registro de evolución clínica

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:11	Numero de historia:4
Nombre de tarea: Guardar registro de evolución Clínica.	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 10/07/2019	Fecha fin: 10/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se Guardará la evolución clínica en la base de datos. Diligenciada desde el ARP Neurosys.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 44.

Visualización de historia clínica

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:12	Numero de historia:4
Nombre de tarea: Visualización de historia clínica.	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 11/07/2019	Fecha fin: 11/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se mostrara en una zona amplia de la interfaz de Neurosys web la historia clínica del paciente seleccionado.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 45.

Diseño de interfaz de visualización de evoluciones

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:13	Numero de historia:5
Nombre de tarea: Diseño de interfaz de visualización de evoluciones	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 13/07/2019	Fecha fin: 13/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se diseña la interfaz donde el usuario podrá visualizar las evoluciones registradas.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 46.

Visualización grafica de seguimiento de evoluciones

TAREA DE INGENIERIA	
Numero de tarea:14	Numero de historia:5
Nombre de tarea: Visualización de gráfico de seguimiento global de evoluciones	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 13/07/2019	Fecha fin: 13/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se visualizará dentro de Neurosys web el grafico de seguimiento global de todas las métricas de la potencia muscular (PM) obtenidas durante cada evolución clínica.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 47.

Visualización de grafico de seguimiento

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:15	Numero de historia:5
Nombre de tarea: Visualización de gráfico de seguimiento individual de cada evolución	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 14/07/2019	Fecha fin: 14/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se visualizará dentro de cada informe de evolución un gráfico de seguimiento de la potencia muscular (PM) asociado a esa evolución clínica.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 48.

Visualización de registro de evolución clínica

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:16	Numero de historia:5
Nombre de tarea: Visualización de registro de evolución clínica	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 14/07/2019	Fecha fin: 14/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se visualizará los registros de un paciente dentro del panel de visualización de historia e informes de evolución.	

Tabla 49.

Diseño de interfaz de registro de evoluciones clínicas

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:17	Numero de historia:6
Nombre de tarea: Diseño de interfaz de registro de evoluciones clínicas en ARP Neurosys	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 16/07/2019	Fecha fin: 16/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se diseñará la interfaz para diligenciar los registros de evoluciones en la ventana principal del ARP Neurosys.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 50.

Guardar registro de evoluciones

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:18	Numero de historia:6
Nombre de tarea: Guardar registro de evoluciones	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 16/07/2019	Fecha fin: 16/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se guardará el registro diligenciado en la interfaz de registro de evoluciones en el ARP Neurosys. Este procedimiento almacenará en base de datos la información	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 51.

Desarrollo de control de transferencia del BR Neurosys

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:19	Numero de historia:6
Nombre de tarea: Desarrollo de control de transferencia del BR Neurosys a la Base de Datos.	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 17/07/2019	Fecha fin: 17/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se desarrollará el control de transferencia de BR Neurosys que permitirá el almacenamiento controlado de los datos provenientes del BR Neurosys a la Base de datos.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 52.

Armado del BR Neurosys

Tarea de ingeniería	
Numero de tarea:18	Numero de historia:6
Nombre de tarea: Armado de hardware BR Neurosys	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 0.5
Fecha de inicio: 19/07/2019	Fecha fin: 20/07/2019
Programador Responsable: Miguel Angel Bohorquez	
Descripción: Se armara el componente hardware del sistema BR Neurosys en un chasis que contendrá todo los componentes electrónicos. El chasis estará dividido en 2 partes, un chasis que soportará la placa arduino y Protoboard. El otro chasis comprende el soporte del sensor.	

Fuente: elaboración propia.

19.4 Pruebas de Aceptación Iteración 2

En la tabla 18 se describen las pruebas de aceptación y en las tablas 19 -25 se describen cada una de ellas, las cuales fueron utilizadas para la segunda iteración.

Tabla 53.

Pruebas de aceptación iteración 2

Numero de prueba	Numero de historia	Nombre de la prueba
4	4	Guardar registro de evolución clínica
5	4	Visualizar registro de evolución clínica
6	5	Visualización de gráficos de seguimiento global
7	5	Visualización de gráficos de seguimiento individual
8	6	Guardar (PM) Potencia Muscular

9	7	BR Neurosys
---	---	-------------

Fuente: elaboración propia.

19.5 Descripción de las Pruebas de Aceptación en Iteración 2

Las pruebas de aceptación comprendidas en la iteración 2 son sumadas también las pruebas de aceptación de la iteración 1 para garantizar el correcto funcionamiento del desarrollo total del prototipo. Las pruebas de aceptación de la iteración 2 son descritas a continuación.

Tabla 54.

Prueba aceptación guardar registro

Caso de prueba	
Código: 4	# Historia de usuario: 4
Historia de usuario: Guardar registro de evolución clínica	
Condiciones de ejecución: El BR Neurosys debe estar conectado al ARP Neurosys	
Pasos de ejecución: Dentro de la interfaz java del ARP Neurosys diligencia un búsqueda por ID de paciente, al realizar la búsqueda y tener resultado satisfactorio se despliega el panel de evolución clínica, se diligencian los campos y presiona guardar	
Resultados esperados: Registro de evolución exitoso	
Evaluación de la prueba: La prueba concluyó satisfactoriamente	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 55.

Prueba de aceptación visualizar registros

Caso de prueba	
Código: 5	# Historia de usuario: 4
Historia de usuario: Visualización de registros de evoluciones clínicas	
Condiciones de ejecución: El usuario debe estar con una sesión abierta en el sistema	
Pasos de ejecución: Dirigirse a la tabla principal de historias y presionar el botón de acceso a historia de un paciente.	
Resultados esperados: El registro debe aparecer en la tabla de evoluciones clínicas inferior derecha del dashboard	
Evaluación de la prueba: La prueba concluyó satisfactoriamente	

Fuente: elaboración propia..

Tabla 56.

Prueba de aceptación visualización de gráficos

Caso de prueba	
Código: 6	# Historia de usuario: 5
Historia de usuario: Visualización de gráficos de seguimiento global	
Condiciones de ejecución: El usuario debe estar logeado en el sistema – Deben existir registros de evoluciones clínicas	
Pasos de ejecución: Dirigirse a la tabla principal de historias y presionar el botón de acceso a historia de un paciente.	
Resultados esperados: El grafico de visualización global debe aparecer en la parte superior de la página	
Evaluación de la prueba: La prueba concluyó satisfactoriamente	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 57.

Prueba de aceptación visualización de gráficos individual

Caso de prueba	
Código: 7	# Historia de usuario: 5
Historia de usuario: Visualización de gráficos de seguimiento individual	
Condiciones de ejecución: El usuario debe estar logeado en el sistema – Deben existir registros de evoluciones clínicas	
Pasos de ejecución: Dirigirse a la tabla principal de historias y presionar el botón de acceso a historia de un paciente. Seguidamente seleccione una evolución clínica.	
Resultados esperados: El grafico de visualización individual debe aparecer en la parte superior de la página del reporte de cada evolución clínica.	
Evaluación de la prueba: La prueba concluyó satisfactoriamente	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 58.

Prueba de aceptación guardar PM - Potencia

Caso de prueba	
Código: 8	# Historia de usuario: 6
Historia de usuario: Guardar PM – Potencia Muscular	
Condiciones de ejecución: El dispositivo BR Neurosys debe estar conectado – El registro de una nueva evolución activará el botón de transferencia de datos.	

<p>Pasos de ejecución: Registrar una nueva evolución a través del ARP Neurosys. Luego presione iniciar transferencia.</p>
<p>Resultados esperados: El proceso de transferencia debe almacenar en la base de datos un dato cada N segundos. Este valor es configurado en el hilo de procesos de esta función</p>
<p>Evaluación de la prueba: La prueba concluyó satisfactoriamente</p>

Fuente: elaboración propia.

Tabla 59.

Prueba de aceptación BR Neurosys

Caso de prueba	
Código: 9	# Historia de usuario: 7
Historia de usuario: BR Neurosys	
Condiciones de ejecución: El dispositivo BR Neurosys debe estar conectado – El registro de una nueva evolución activará el botón de transferencia de datos.	
<p>Pasos de ejecución: Colocar el dispositivo BR Neurosys en la zona de medición. Registrar una nueva evolución a través del ARP Neurosys. Luego presione iniciar transferencia.</p>	
<p>Resultados esperados: El dispositivo debe ser capaz de captar mediciones reales generadas por el movimiento del cuerpo</p>	
<p>Evaluación de la prueba: La prueba concluyó satisfactoriamente</p>	

Fuente: elaboración propia.

19.6 Capturas de pantalla iteración 2

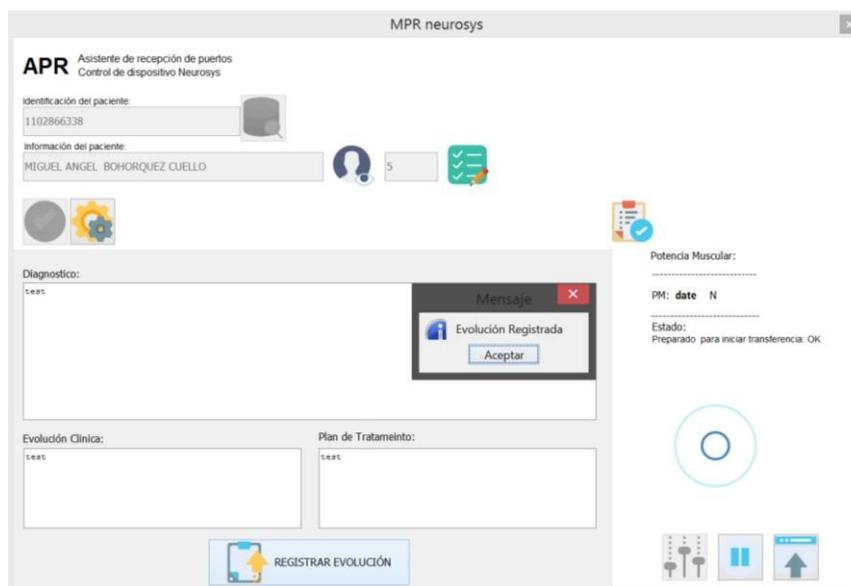


Figura 15. Evolución clínica registrada.

Fuente: elaboración propia.

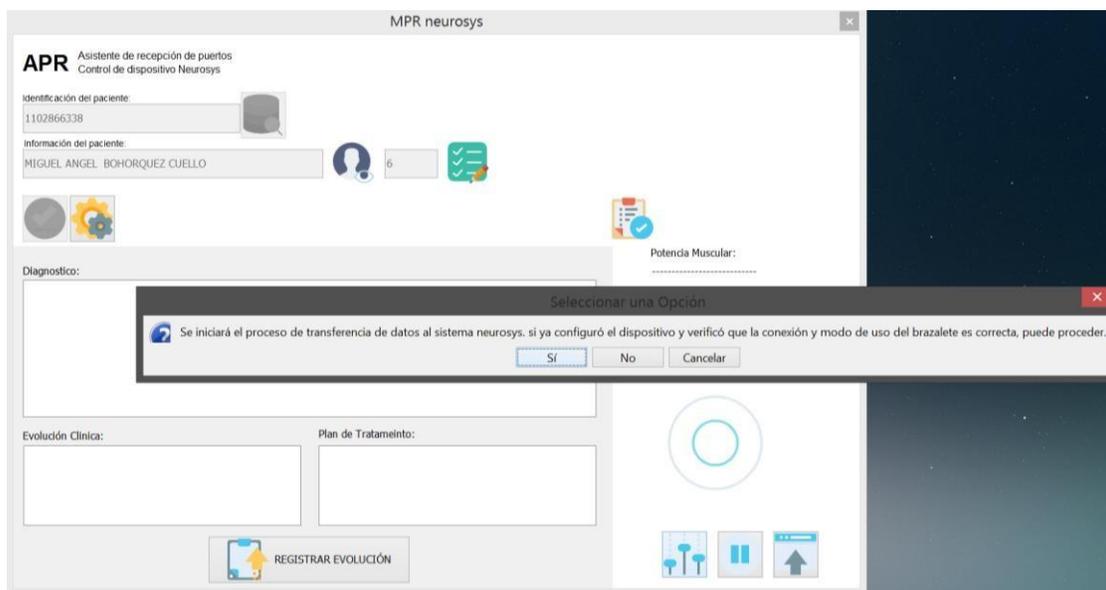
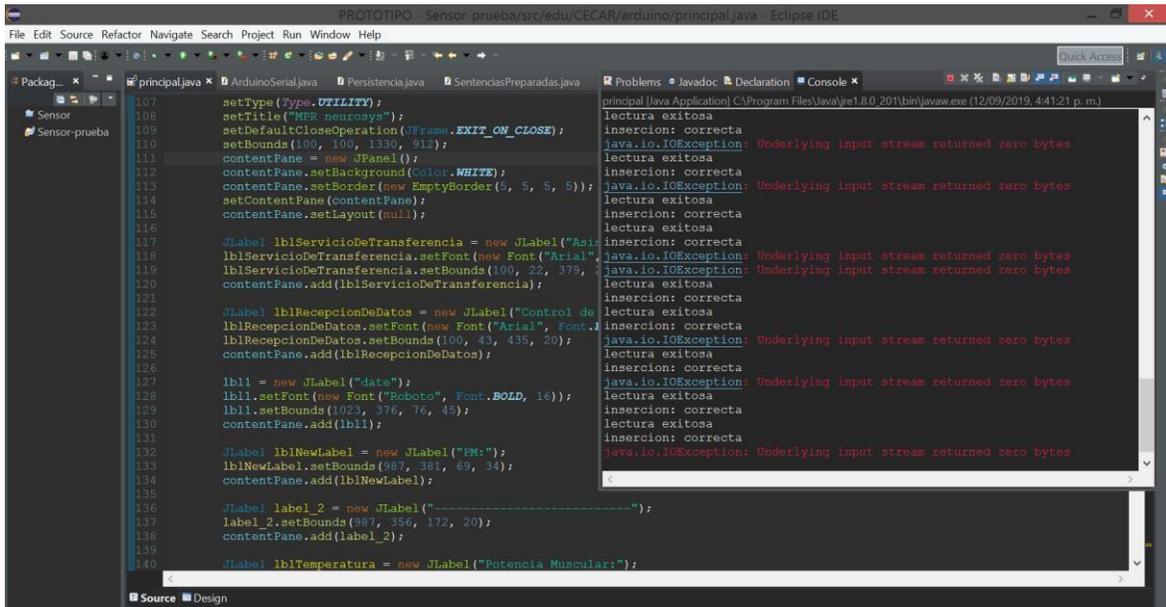


Figura 16. Activación exitosa del proceso de transferencia del BR Neurosys

Fuente: elaboración propia.



The screenshot shows the Eclipse IDE interface. The main editor displays the code for `principal.java`, which includes the following lines (lines 107-140):

```
107 setType (Type. UTILITY);
108 setTitle ("MER neurosys");
109 setDefaultCloseOperation (JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
110 setBounds (100, 100, 1320, 912);
111 contentPane = new JPanel ();
112 contentPane.setBackground (Color.WHITE);
113 contentPane.setBorder (new EmptyBorder (5, 5, 5, 5));
114 setContentPane (contentPane);
115 contentPane.setLayout (null);
116
117 JLabel lblServicioDeTransferencia = new JLabel ("Asi");
118 lblServicioDeTransferencia.setFont (new Font ("Arial", Font.ITALIC, 14));
119 lblServicioDeTransferencia.setBounds (100, 22, 379, 37);
120 contentPane.add (lblServicioDeTransferencia);
121
122 JLabel lblRecepcionDeDatos = new JLabel ("Control de");
123 lblRecepcionDeDatos.setFont (new Font ("Arial", Font.ITALIC, 14));
124 lblRecepcionDeDatos.setBounds (100, 43, 435, 20);
125 contentPane.add (lblRecepcionDeDatos);
126
127 lbl1 = new JLabel ("data");
128 lbl1.setFont (new Font ("Roboto", Font.BOLD, 16));
129 lbl1.setBounds (1023, 376, 76, 45);
130 contentPane.add (lbl1);
131
132 JLabel lblNewLabel = new JLabel ("PM:");
133 lblNewLabel.setBounds (987, 381, 69, 34);
134 contentPane.add (lblNewLabel);
135
136 JLabel label_2 = new JLabel ("-----");
137 label_2.setBounds (987, 356, 172, 20);
138 contentPane.add (label_2);
139
140 JLabel lblTemperatura = new JLabel ("Potencia Muscular:");
```

The Console window on the right shows the following output:

```
principal [Java Application] C:\Program Files\Java\jre1.8.0_201\bin\javaw.exe (12/09/2019, 4:41:21 p. m.)
lectura exitosa
insercion: correcta
java.io.IOException: Underlying input stream returned zero bytes
lectura exitosa
insercion: correcta
java.io.IOException: Underlying input stream returned zero bytes
lectura exitosa
insercion: correcta
lectura exitosa
insercion: correcta
java.io.IOException: Underlying input stream returned zero bytes
lectura exitosa
insercion: correcta
java.io.IOException: Underlying input stream returned zero bytes
lectura exitosa
insercion: correcta
lectura exitosa
insercion: correcta
java.io.IOException: Underlying input stream returned zero bytes
lectura exitosa
insercion: correcta
lectura exitosa
insercion: correcta
java.io.IOException: Underlying input stream returned zero bytes
lectura exitosa
insercion: correcta
```

Figura 17. Transferencia Iniciada, lectura exitosa en consola de BR Neurosys en proceso

Fuente: elaboración propia.



Figura 18. Chasis del BR Neurosys

Fuente: elaboración propia.

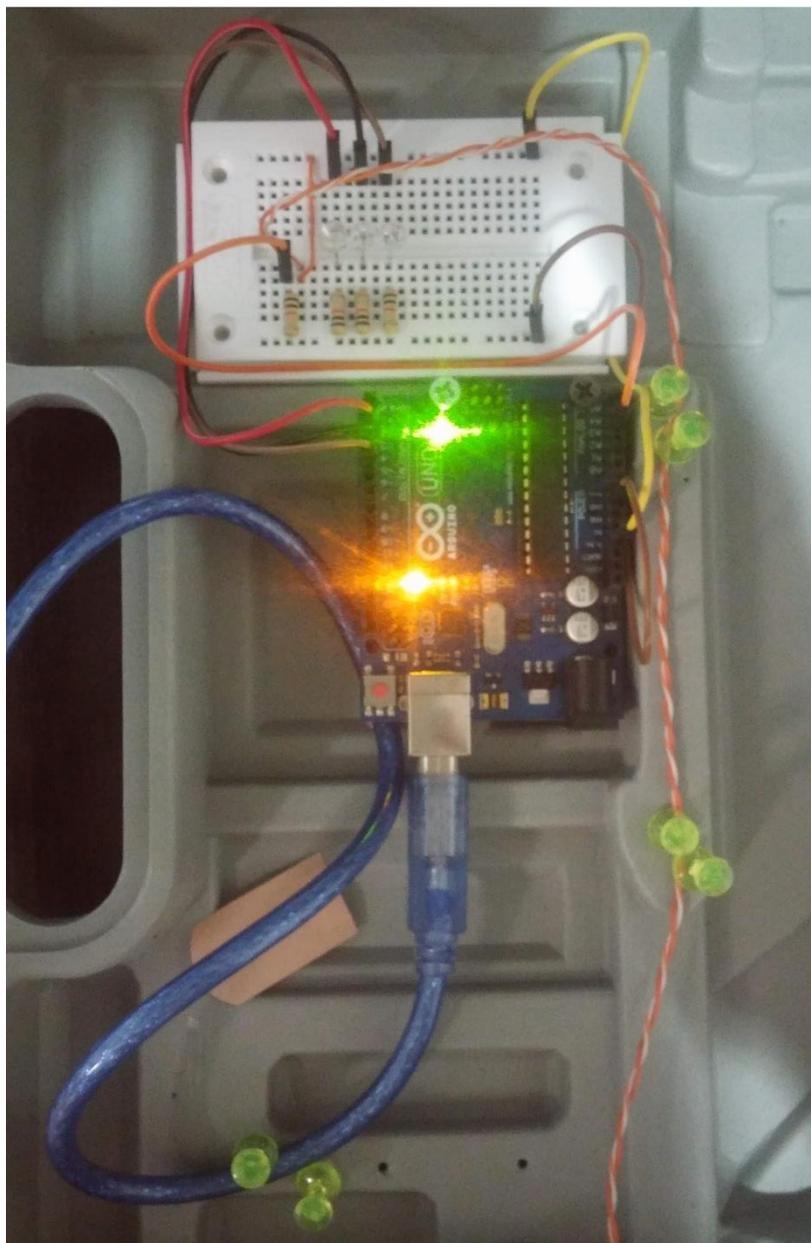


Figura 19. Placa de comunicación Arduino con protoboard ARP Neurosys - BR Neurosys

Fuente: elaboración propia.

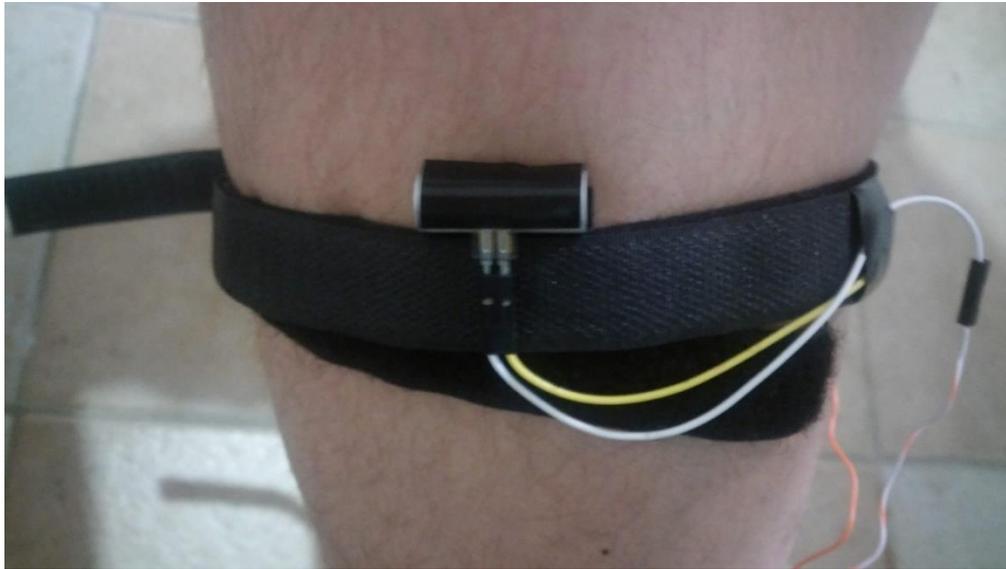


Figura 20. BR Neurosys ajustado a la extremidad donde se procede a hacer la medición.

Fuente: elaboración propia.



Figura 21. Gráfico de evolución global generado a partir de los datos de todas las sesiones.

Fuente: elaboración propia.

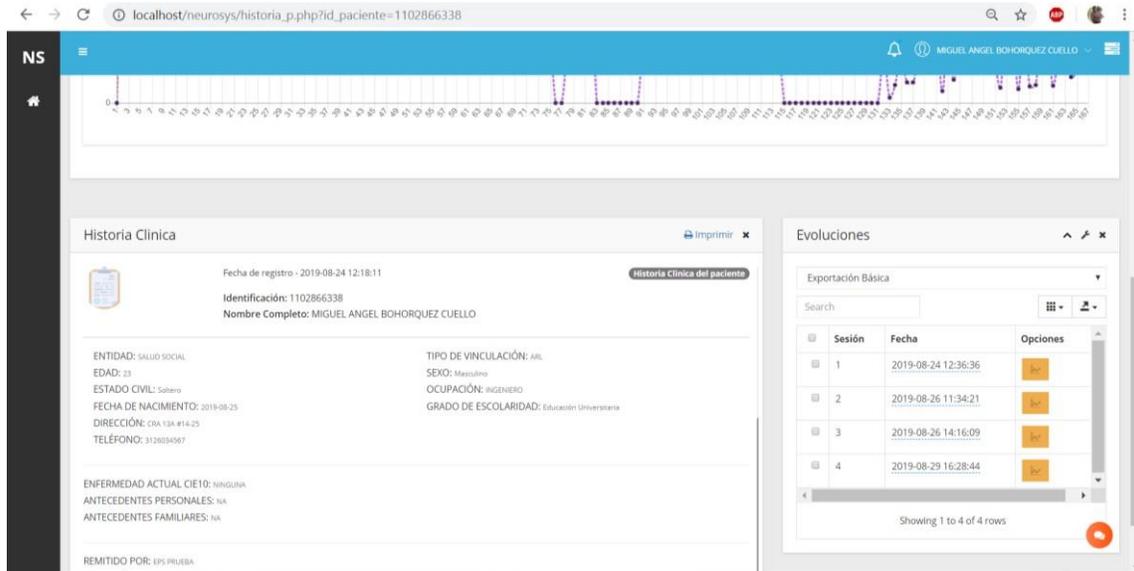


Figura 22. Panel de Historia clínica del paciente y Tabla de evoluciones clínicas.

Fuente: elaboración propia.

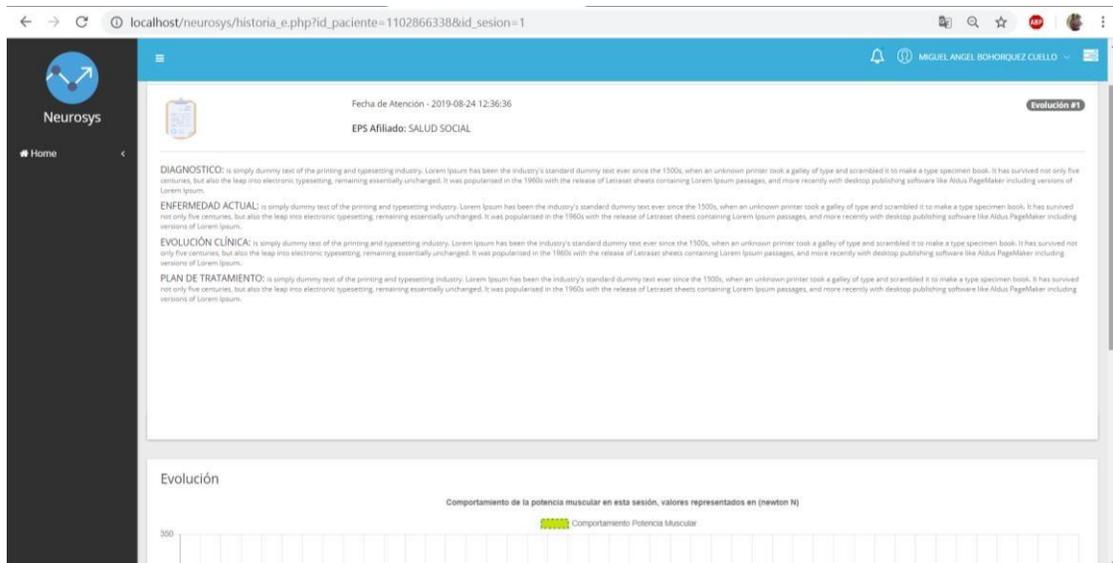


Figura 23. Visualización de Evolución Clínica previamente registrada.

Fuente: elaboración propia.



Figura 24. Gráfico de evolución Clínica Generado en esta evolución.

Fuente: elaboración propia.

20. Resultados

Como resultado de entrega de la segunda iteración del prototipo Neurosys, el cliente quedó satisfecho con las funcionalidades desarrolladas, Los requerimientos fueron desarrollados acorde a los requisitos previamente establecidos. No se solicitaron cambios. A continuación se presentan la Bitácora de reuniones de la segunda iteración.

20.1 Bitácora de Reuniones Segunda Iteración

Tabla 60.

Bitácora revisión prototipo sin chasis

Día	26 Agosto 2019
Horario	2:00 PM
Lugar de encuentro	CECAR
Objetivo	Revisión de prototipo Neurosys
Resultado	Presentación de prototipo Neurosys sin chasis
Participantes	Director de tesis Miguel Angel Romero G, Miguel bohorquez

Fuente: elaboración propia.

Tabla 61.

Bitácora revisión prototipo con chasis

Día	28 Agosto 2019 – 2 Septiembre 2019
Horario	Todo el día
Lugar de encuentro	CECAR
Objetivo	Presentar prototipo con chasis al director de tesis
Resultado	Se probó el prototipo y se inició el proceso de redacción del informe final
Participantes	Director de tesis Miguel Angel Romero G, Miguel bohorquez

Fuente: elaboración propia.

Tabla 62.

Presentación prototipo a fisioterapeuta

Día	2 Septiembre 2019
Horario	Todo el día
Lugar de encuentro	Casa de la fisioterapeuta Sheyla cárdenas
Objetivo	Presentación de prototipo
Resultado	El prototipo cumplió con los requisito solicitados por el cliente
Participantes	FT Sheyla cárdenas, Miguel bohorquez

Fuente: elaboración propia.

21. Conclusiones

Durante todo el proceso de investigación, se comprendía que era un reto desarrollar una herramienta experimental que pretendía establecer una posible solución a la verificación y soporte del proceso de evolución en pacientes que presentaran lesiones neurológicas.

Se concluyó que la herramienta presentada podría tener incidencias en el plano de la Neurorehabilitación de forma positiva si se continúa a profundidad con la investigación partiendo de desarrollo de esta primera versión del prototipo.

También se pudo notar la importancia de establecer un proceso investigativo interdisciplinario aplicando ingeniería a procesos totalmente diferentes como en el campo medico entre otros. Cabe resaltar que el trabajo de investigación en conjunto permitió aplicar componentes de bajo costo y de fácil implementación que permitieron cumplir con los objetivos propuestos de esta investigación.

El uso de las buenas practicas propuestas en la metodología de desarrollo ágil XP, permitieron definir un orden en todo el proceso de desarrollo desde la especificación de requerimientos hasta la etapa de pruebas haciendo uso de la metodología permitieron la mejor comprensión de los requisitos, logrando así una exactitud considerable en la interpretación de los procesos en materia de Neurorehabilitación y una posible solución de la problemática a través de la herramienta planteada que el cliente solicitó.

Se logró establecer una captación de datos de la potencia muscular haciendo uso del todo el sistema aplicado a una persona de prueba, lo datos obtenidos en una prueba aislada demostraron que en los movimientos que el humano realizaba, se lograban obtener métricas provenientes del contacto entre el sensor y la zona muscular en la cual fue probado. Al realizar un movimiento en la zona muscular se generó presión. Dato que posteriormente fue enviado a través del APR Neurosys y posteriormente almacenado en el servidor de base de datos desplegado por XAMP de forma local. Al acceder a Neurosys web se generaron gráficos con los datos capturados en los cuales se

representó el comportamiento de la potencia muscular por tanto se puede concluir que la herramienta podría migrar a la toma de mediciones de otro tipo de valores que son posibles captar de forma no invasiva con una precisión considerable por medio de sensores y uso de la plataforma Arduino.

22. Recomendaciones

- Se recomienda establecer mejoras en los componentes del chasis del BR Neurosys para un mejor agarre y comodidad.
- Se recomienda hacer un cambio en el BR Neurosys seleccionando otra referencia de sensor de fuerza resistiva de mayor precisión.
- Se recomienda mejorar el sistema ARP Neurosys específicamente el proceso de transferencia a la base de datos.
- Se recomienda continuar con la investigación planteada para depurar el prototipo iniciar y mejorarlo para aplicar a un proceso de transferencia tecnológica.

Referencias Bibliográficas

- Leighton N, P. (2 de Abril de 2009). Dispositivo portátil hecho en Chile regenera y fortalece los huesos. *El Mercurio*. Recuperado el 10 de Agosto de 2019, de <https://search.proquest.com/docview/336585973?accountid=34487>
- Anonymous. (7 de Junio de 2012). Personalizan la fisioterapia con tecnología robótica. *NOTIMEX*. Recuperado el 2 de Agosto de 2019, de <https://search-proquestcom.ezproxy.cecar.edu.co:2443/docview/1019184686?accountid=34487>
- Anonymous. (22 de Diciembre de 2014). Estudiantes poblanos crean prototipo para proceso mecánico. *NOTIMEX*. Obtenido de <https://search-proquest-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/docview/1638888402/A377FC0277F045D1PQ/6?accountid=34487>
- Anonymous. (1 de Julio de 2016). Alumnos construyen prototipo automatizado para fisioterapia. *NOTIMEX*, pág. 1. Recuperado el 2 de Agosto de 2019, de <https://search.proquest.com/docview/1800760685?accountid=34487>
- Anonymous. (5 de Octubre de 2016). Universidad de Puebla desarrolla prototipo de brazo robot industrial. *NOTIMEX*. Recuperado el 10 de Agosto de 2019, de <https://search-proquestcom.ezproxy.cecar.edu.co:2443/docview/1825994388?accountid=34487>
- Bolaños -Jiménes , R., Arizmendi Vargas, J., Calderón Álvares, J., Carrillo Ruiz, J. D., Rivera Silva, G., & Jimenez Ponce, F. (Mayo-Junio de 2011). Epasticidad, conceptos fisiológicos y fisiopatológicos aplicados a la clínica. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 144. Obtenido de <http://revmexneuroci.com/wp-content/uploads/2014/05/Nm113-04.pdf>
- E, F., Sarmiento, L., Bayona , E., & Bayona, J. (Abril - Junio de 2009). Neurorehabilitación la otra revolucion del siglo XXI. *Acta Medica Colombiana*, 34(2). Recuperado el 2 de Agosto de 2019, de <http://www.scielo.org.co>: <http://www.scielo.org.co/pdf/amc/v34n2/v34n2a7.pdf>
- García -Alix, A., & Quero, J. (2012). *Tono y Fuerza Muscular*. Madrid. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=kjcsdXrp9JcC&oi=fnd&pg=PA552&dq=fuerza+muscular+concepto&ots=x4TnzCovAO&sig=5xDxnHz8-_PtXPtXpUUyT2967Kv4Ds#v=onepage&q=fuerza%20muscular%20concepto&f=false

Organización Mundial de la Salud OMS. (Mayo de 2016). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 8 de Septiembre de 2019, de <https://www.who.int/features/qa/55/es/>

Prisacom. (13 de Mayo de 2017). Un gadget para luchar contra el parkinson: el smartwatch Emma. *El As*. Recuperado el 1 de Agosto de 2019, de <https://search-proquestcom.ezproxy.cecar.edu.co:2443/docview/1898515753?accountid=34487>

Redacción Tecnológica. (31 de Marzo de 2014). Los movimientos del cuerpo se rastrean con luces y sensores. *El Comercio*. Recuperado el 2 de Agosto de 2019, de <https://searchproquest-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/docview/1511376051?accountid=34487>

Anexos

Anexo 1. Formato de evolución clínica.

FECHA DE ATENCION:	<input type="text"/>		
NOMBRES Y APELLIDOS:	<input type="text"/>	# IDENTIFICACION	<input type="text"/>
FECHA DE NACIMIENTO:	<input type="text"/>	SEXO: F __ M __	EDAD <input type="text"/>
DIRECCION DE RES:	<input type="text"/>	TELEFONO RES:	<input type="text"/>
OCUPACIÓN	<input type="text"/>	ESTADO CIVIL:	<input type="text"/>
EPS DONDE ESTA AFILIADO:	<input type="text"/>		
DIAGNOSTICO:	<input type="text"/>		
ENFERMEDAD ACTUAL:	<input type="text"/>		

NOMBRES:		APELLIDOS:	
ENTIDAD:		TIPO DE VINCULACIÓN:	
EDAD:	SEXO: M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>	ESTADO CIVIL:	Ocupación:
DOCUMENTO DE IDENTIDAD		FECHA DE NACIMIENTO:	
GRADO DE ESCOLARIDAD:			
DIRECCIÓN:		TELÉFONO:	
NOMBRE DEL ACOMPAÑANTE:		TELÉFONO:	
REMITIDO POR:			
ENFERMEDAD ACTUAL CIE 10:			
ANTECEDENTES PERSONALES Y/O ENFERMEDAD ASOCIADA / OCUPACIONAL:			
ANTECEDENTES FAMILIARES:			
CONDICIÓN ACTUAL (MOTIVO DE CONSULTA, TERAPIAS ANTERIORES, MEDICAMENTOS Y EXAMEN DE DIAGNOSTICO):			
EVALUACIÓN			
SIGNOS VITALES:			
TA:	FC:	FR:	PESO:
EXAMEN TEGUMENTARIO:			
SENSIBILIDAD:			
EXAMEN MUSCULAR:		PRUEBAS DE FLEXIBILIDAD:	
GONIOMETRÍA:			
POSTURA:	MARCHA:	ABC:	AVD:
SESIÓN DIAGNÓSTICA:			

Anexo 4.Formato de historia clínica hoja 2.

Sensor Mechanical Data

