



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

**“SISTEMA ELECTRÓNICO DE EVALUACIÓN DE FUERZA DE PRENSIÓN DEL
MIEMBRO SUPERIOR-DEDOS CON LA AYUDA DE SENSORES DE FUERZA
RESISTIVOS.”**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

AUTOR: DANIEL ESTEBAN OSEJOS VALENCIA

DIRECTOR: MSC. JAIME ROBERTO MICHILENA CALDERÓN

IBARRA-ECUADOR

2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100341261-4		
APellidos y Nombres:	Osejos Valencia Daniel Esteban		
DIRECCIÓN:	Ibarra-El Oro 3-18 y 13 de Abril		
EMAIL:	deosejosv@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062546277	TELÉFONO MÓVIL:	0994957458

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Sistema Electrónico de Evaluación de Fuerza de presión del miembro superior-dedos con la ayuda de Sensores de Fuerza Resistivos
AUTOR (ES):	Daniel Esteban Osejos Valencia
FECHA: DD/MM/AAAA	03 de Marzo del 2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Jaime Michilena Calderón, MSc

CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 03 días del mes de marzo de 2022

EL AUTOR:



Daniel Esteban Osejos Valencia

CERTIFICACIÓN

MAGISTER JAIME MICHILENA CALDERÓN, DIRECTOR DEL PRESENTE
TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA:

Que, el presente trabajo de Titulación “SISTEMA ELECTRÓNICO DE
EVALUACIÓN DE FUERZA DE PRENSIÓN DEL MIEMBRO SUPERIOR-DEDOS CON
LA AYUDA DE SENSORES DE FUERZA RESISTIVOS”, ha sido desarrollado por el Señor
Daniel Esteban Osejos Valencia, bajo mi supervisión.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor de la verdad



.....
Ing. Jaime Michilena Calderón, MSc.

C.I. 100219843-8

DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme brindado salud en todo momento y haberme permitido llegar hasta estas instancias tan importantes de la vida como lo es culminar una carrera universitaria, con esto finalizar una etapa de mi vida. De manera especial a mis padres que a pesar de toda circunstancia siempre estuvieron apoyando a seguir adelante y cumplir con los objetivos que me planteé en mi vida. A todas las personas que me apoyaron en esta etapa; ayudándome en mi formación académica

Osejos V. Daniel Esteban



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme salud, por guiarme en un camino adecuado y por permitirme culminar uno de los objetivos que me he planteado en la vida. A mi familia que me apoyo en todo este proceso a pesar de las diferentes adversidades.

A los Ingenieros que me formaron académicamente en las diferentes materias, haciendo una mención especial a mi Director y Asesores quienes me acompañaron en todo momento en el transcurso de la realización de este proyecto de Titulación.

A mis amigos más cercanos que siempre me brindaron su confianza y paciencia en el transcurso de esta etapa universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

IDENTIFICACIÓN DE OBRA	I
CONSTANCIAS	I
CERTIFICACIÓN	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XVII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIX
RESUMEN.....	XX
ABSTRAC	XXI
1. Capítulo I.....	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Problema.....	1
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.4. Alcance.....	4
1.5. Justificación.....	6
2. Capítulo II	8
2.1. Descripción de la Mano.....	8
2.2. Anatomía de la Mano	8
2.3. Osteología de la Mano.....	8
2.3.1. Falanges o Dedos	9

2.3.2. Metacarpo.....	9
2.3.3. Carpo.....	10
2.4. Artrología de la Mano.....	10
2.4.1. Articulaciones Carpometacarpianas.....	11
2.4.2. Articulaciones Metacarpofalángicas.....	11
2.4.3. Articulaciones Interfalángicas Proximales.....	11
2.4.4. Articulaciones Interfalángicas Distales.....	11
2.5. Miología de la Mano.....	12
2.5.1. Compartimiento Tenar.....	13
2.5.1.1. Abductor Corto del Pulgar.....	14
2.5.1.2. Flexor Corto del Pulgar.....	14
2.5.1.3. Oponente del Pulgar.....	15
2.5.2. Compartimiento Aductor.....	15
2.5.3. Compartimiento Hipotenar.....	15
2.5.3.1. Abductor del Dedo Meñique.....	15
2.5.3.2. Flexor Corto del Dedo Meñique.....	15
2.5.3.3. Oponente del Dedo Meñique.....	16
2.5.4. Compartimiento Central.....	16
2.5.4.1. Lumbricales.....	16
2.5.5. Compartimiento Interóseo.....	17
2.5.5.1. Interóseos.....	17
2.6. El Pulgar.....	17
2.6.1. La Columna Osteoarticular del Pulgar.....	18
2.6.2. La Articulaciones de la Columna del Pulgar.....	19
2.7. La Oposición del Pulgar.....	20

2.8. Tipos de Presión de la Mano	21
2.8.1. Las Presas Digitales	21
2.8.1.1. Presas Bidigitales.	21
2.8.1.2. Presas Pluridigitales.	23
2.8.2. Las Presas Palmares	26
2.8.3. Las Presas Centradas	28
2.9. Evaluación Clínica de la Fuerza de Presión de la Mano	29
2.9.1. Dinamómetro de Jamar	29
2.9.2. Vigorímetro Martin	30
2.9.3. Pinzómetro Hidráulico Jamar	31
2.9.3.1. Método de Estudio.	31
2.10. Causas de la Pérdida de Fuerza de Agarre de la Mano	32
2.10.1. Lesiones en el Sistema Nervioso Central (SNC)	33
2.10.2. Lesiones de la Mano.....	34
2.10.2.1. Lesión Repentina (Aguda).	34
2.10.2.2. Lesiones por Uso Excesivo.	35
2.10.3. Enfermedades Neuromusculares	37
2.10.4. Enfermedades Neurológicas.....	38
2.11. Sensores de Fuerza Resistivos (FSR).....	42
2.12. Tipos de Sensores de Fuerza Resistivos.....	43
2.12.1. Funcionamiento	45
2.12.2. Composición.....	46
2.3.1. Distribución de los Sensores.....	47
2.3.2. Aplicaciones	48
2.3.3. Ventajas y Desventajas	48

2.13. Sistemas Embebidos.....	49
2.4.1. Arquitectura	50
2.4.2. Comunicaciones Inalámbricas	51
2.4.3. Software y Hardware Libre	52
2.14. Metodología	53
2.14.1. La Metodología en Cascada	54
3. Capítulo III	56
3.1. Fase 1: Definición de Requerimientos	56
3.2. Universidad Técnica del Norte.....	56
3.2.1. Dirección de Gestión de Talento Humano	57
3.2.1.1. Subsistema de Planificación del Talento Humano	58
3.3. Análisis.....	59
3.3.1. Situación Actual	59
3.3.2. Técnicas de Investigación	60
3.3.3. Propósito y Ámbito del Sistema.....	60
3.3.4. Descripción General del Sistema	61
3.3.5. Características del Sistema.....	62
3.3.5.1. Restricciones.	62
3.3.5.2. Riesgos.	63
3.4. Especificación de Requerimientos	63
3.4.1. Identificación de Stakeholders	63
3.4.2. Nomenclatura de los Requerimientos	64
3.4.3. Requerimientos de Stakeholders	65
3.4.4. Requerimientos del Sistema.....	66
3.4.5. Requerimientos de Arquitectura.....	67

3.5. Fase 2: Diseño del Sistema y del Software	69
3.5.1. Diagrama de Bloques General del Sistema.....	70
3.6. Elección de Hardware	71
3.6.1. Sección del Nodo Sensor.....	71
3.6.2. Sección del Nodo Central.....	73
3.7. Elección de Software.....	74
3.7.1. Sección del Nodo Sensor.....	75
3.7.2. Sección del Nodo Central.....	76
3.8. Hardware destinado para el Sistema	77
3.8.1. Módulo Lora 32 Heltec	77
3.8.2. Sensor FSR 402.....	78
3.8.1. Raspberry Pi 4 Modelo B	79
3.9. Diseño de Sistema	81
3.9.1. Diagrama de Arquitectura del Funcionamiento del Sistema.....	81
3.10. Diseño del Hardware	83
3.10.1. Subsistema de Nodo Sensor	84
3.10.1.1. Diagrama de Conexión.....	84
3.10.1.2. Diagrama de Flujo del Nodo Sensor.	86
3.10.2. Subsistema de Nodo Central	88
3.10.2.1. Diagrama de Conexión.....	88
3.10.2.2. Diagrama de Flujo del Nodo Central.	89
3.11. Diseño del Software	90
3.11.1. Subsistema de Comunicación.....	90
3.11.1.1. Creación y Levantamiento de la Red Local del Sistema.....	90
3.11.2. Subsistema de Base de Datos	92

3.11.2.1. Creación de Base de Datos Local.....	93
3.11.3. Subsistema de Visualización.....	95
3.11.3.1. Creación de Servidor Web.	95
4. Capítulo IV.....	100
4.1. Fase 3: Implementación y Validación de Unidades.....	100
4.1.1. Prueba 1: Verificar que el Nodo Sensor Cumpla con todas las Funciones Requeridas.....	103
4.1.1.1. Verificación de Adquisición de Datos	103
4.1.1.2. Verificación para Cumplir Diferentes Funciones.....	105
4.1.1.3. Verificación de Conectividad entre los Nodos.....	111
4.1.2. Prueba 2: Verificar que el Nodo Central Cumpla las Funciones Requeridas	113
4.1.2.1. Verificación de Levantamiento de Red.....	113
4.1.2.2. Verificación de Almacenamiento y Visualización de Datos.....	115
4.2. Fase 4: Validación del Sistema	119
4.2.1. Muestras de las Pruebas del Sistema.....	120
4.2.2. Prueba 3: Adquisición de Datos del Personal Administrativo de la UTN 120	
4.2.2.1. Valores de Presión Registrados por el Sistema PinSenFR.....	121
4.2.3. Prueba 4: Verificación de recolección y almacenamiento de información en base de datos médica.....	122
4.2.4. Comparación de Mediciones de Fuerza de Presión entre la Manera Tradicional y el Sistema Electrónico	125
4.2.4.1. Mediciones Adquiridas con el Sistema.	126
4.2.4.2. Mediciones Adquiridas de la Manera Tradicional.	126
4.2.4.3. Análisis de Mediciones	127
4.3. Costo del Sistema.....	128
4.3.1. Costo de Hardware	128

4.3.2. Costo de Infraestructura	129
4.3.3. Costo de Software	130
4.3.4. Costo de Implementación Total del Sistema.....	131
4.4. Beneficios del Sistema	131
4.5. Conclusiones	132
4.6. Recomendaciones.....	134
Glosario	135
Bibliografía.....	136
ANEXOS.....	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución de los Huesos de la Mano por Zonas	9
Figura 2 Articulaciones de la Mano	10
Figura 3 Disecciones Superficiales de la Palma Derecha de la Mano	13
Figura 4 Disecciones Superficiales de la Palma Derecha de la Mano	14
Figura 5 Inserciones de los Músculos Intrínsecos de la Mano.....	16
Figura 6 Oposición Pulgar-Índice	18
Figura 7 Estructura Ósea del Pulgar.....	19
Figura 8 Movimiento de Oposición del Pulgar	20
Figura 9 Clasificación de las Pinzas Bidigitales	23
Figura 10 Clasificación de las Pinzas Pluridigitales	26
Figura 11 Clasificación de las Pinzas Palmares	28
Figura 12 Presas Centradas	29
Figura 13 Dinamómetro de Jamar.....	30
Figura 14 Vigorímetro Martin.....	30
Figura 15 Pinzómetro Hidráulico Jamar	31
Figura 16 Toma de Fuerza en Paciente en Tipo de Prensión en Pinza	32
Figura 17 Síndrome del Túnel Carpiano	40
Figura 18 Etapas de HAVS.....	42
Figura 19 Sensor FSR en el Mercado	45
Figura 20 Grafica de la Fuerza en Función de la Resistencia	46
Figura 21 Tipos de Tecnología	47
Figura 22 Arquitectura de un Sistema Embebido	50
Figura 23 Elementos que Componen una Metodología.....	53
Figura 24 Estructura Organizacional de la UTN.....	57

Figura 25	Organigrama Estructural de la Dirección de Gestión de Talento Humano	58
Figura 26	Diagrama General de Bloques	70
Figura 27	Módulo Lora 32 Heltec.....	77
Figura 28	Sensor FSR 402	79
Figura 29	Raspberry Pi 4 Modelo B	80
Figura 30	Diagrama de Arquitectura del Sistema	82
Figura 31	Diagrama de Conexión del Nodo Sensor.....	85
Figura 32	Diseño de Placa PCB para el Nodo Sensor	85
Figura 33	Vista Frontal y Posterior del Nodo Sensor	86
Figura 34	Diagrama de Flujo del Subsistema de Nodo Sensor.....	87
Figura 35	Diagrama de Conexión del Nodo Sensor.....	88
Figura 36	Diagrama de Flujo del Subsistema de Nodo Central.....	89
Figura 37	Diagrama de Conexión entre Ambos Nodos	90
Figura 38	Comando de Instalación de RaspAP.....	91
Figura 39	Inicio de Sesión en el Panel de Administración de RaspAP	91
Figura 40	Configuraciones Básicas de RaspAP.....	92
Figura 41	Comandos para Actualizar los Repositorios y Programas de Raspbian	93
Figura 42	Comando Para Instalación de la Base de Datos MySQL	93
Figura 43	Comando Para Instalar phpMyAdmin	94
Figura 44	Comando para Gestión de la Base de Datos desde un Navegador	94
Figura 45	Interfaz para Gestionar Bases de Datos	95
Figura 46	Comando para Instalación de Apache	96
Figura 47	Visualización de Página de Inicio del Servidor Web	96
Figura 48	Comando para la Instalación de PHP	97
Figura 49	Comando para Reiniciar la Raspberry Pi.....	97

Figura 50	Comando para Crear un Nuevo Fichero PHP.....	98
Figura 51	Información Básica de Página Creada en PHP.....	98
Figura 52	Página de Información de PHP.....	99
Figura 53	Diseño del Nodo Sensor	100
Figura 54	Diseño del Nodo Central	101
Figura 55	Comprobación que el Sensor FSR 402 está Tomando Datos	103
Figura 56	Estructura de la Función map	104
Figura 57	Diseño del Nodo Sensor	105
Figura 58	Visualización de Inicio en la Pantalla Oled.....	106
Figura 59	Visualización de Datos desde el Monitor Serial y la Pantalla Oled	107
Figura 60	Visualización de Proceso Cancelado en la Pantalla Oled.....	108
Figura 61	Visualización de Mensaje al Finalizar la Función Botón de Almacenar.	110
Figura 62	Obtención de Dirección IP.....	111
Figura 63	Visualización de Usuarios Conectados a la Red.....	112
Figura 64	Prueba para medir el tiempo que tardan en comunicarse los nodos	113
Figura 65	Detalles de Redes Inalámbricas	114
Figura 66	Detalles de Red Inalámbrica Generada por el Nodo Central.....	114
Figura 67	Detalles del Análisis de la Red Pinzometro.....	115
Figura 68	Interfaz de Nuestra Página Web	116
Figura 69	Ingreso de Información para Ficha Médica	116
Figura 70	Visualización de Información Personal de los Pacientes	117
Figura 71	Ingreso al Historial Médico de un Paciente.....	118
Figura 72	Visualización de la Ficha Médica de un Paciente	119
Figura 73	Pruebas en el Personal Administrativo de la UTN.....	120
Figura 74	Forma de Almacenar los Diferentes Datos de Cada Paciente	123

Figura 75 Visualización de Ficha Médica Específica de un Paciente.....	123
Figura 76 Reporte de Mediciones y Observaciones.....	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Músculos Intrínsecos de la Mano.....	12
Tabla 2 Clasificación de la Pinza Bidigital	22
Tabla 3 Clasificación de la Pinza Pluridigital	24
Tabla 4 Clasificación de la Pinza Palmar	27
Tabla 5 Descripción de los Síntomas Vasculares.....	41
Tabla 6 Clasificación de Sensores FSR de la serie 400	44
Tabla 7 Tabla de Lista de Stakeholders.....	64
Tabla 8 Nomenclatura de los Requerimientos	64
Tabla 9 Requerimientos de Stakeholders del Sistema.....	65
Tabla 10 Requerimientos del Sistema	66
Tabla 11 Requerimientos de Arquitectura del Sistema	68
Tabla 12 Evaluación para la Selección del Sistema Embebido del Nodo Sensor	71
Tabla 13 Evaluación para la Selección de Sensores FSR	72
Tabla 14 Evaluación para la Selección del Sistema Embebido del Nodo Central	74
Tabla 15 Evaluación Para la Selección del Lenguaje de Programación	75
Tabla 16 Evaluación Para la Selección del Sistema Operativo.....	76
Tabla 17 Especificaciones Técnicas del Módulo Lora 32 Heltec	78
Tabla 18 Especificaciones Técnicas del Sensor FSR 402.....	79
Tabla 19 Especificaciones Técnicas de Raspberry Pi 4 Modelo B	80
Tabla 20 Cronograma de Pruebas del Sistema	102
Tabla 21 Datos Adquiridos de la Base de Datos del Sistema	121
Tabla 22 Mediciones de Fuerza en Pinza con Cada Dedo	126
Tabla 23 Mediciones de Fuerza de Pinza según Edades y Sexos	127

Tabla 24 Costos de Hardware de los Componentes	129
Tabla 25 Componentes de Infraestructura.....	130
Tabla 26 Costo de Software Utilizado	130
Tabla 27 Costos de la Implementación Total del Sistema	131

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A Subsistemas de Talento Humano	143
ANEXO B Entrevista a Licenciada del Centro de Rehabilitación Integral Ibarra.....	146
ANEXO C Personal Administrativo de la Universidad Técnica del Norte	148
ANEXO D Secretarias de la Universidad Técnica del Norte.....	152
ANEXO E Datasheet Módulo Lora 32 Heltec	153
ANEXO F Datasheet Sensor FSR 402.....	155
ANEXO G Datasheet Raspberry Pi 4 Modelo B	158
ANEXO H Programación de Arduino Nodo Sensor.....	161
ANEXO I Manual de Funcionamiento de la Página Web	166
ANEXO J Programación Página Web	171
ANEXO K: Fechas En Las Que Se Realizó Las Pruebas Del Sistema.....	177
ANEXO L Tabla para Test de Kolmogorov Smirnov.....	179
ANEXO M Tablas del Análisis Estadístico	180

RESUMEN

Esta investigación se dirige al sector de fisioterapia, que es parte de la medicina la cual se ocupa de las dolencias físicas y la rehabilitación de pacientes; es así como se desarrolla un sistema electrónico que cumpla con la funcionalidad de un pinzómetro Jamar, el cual permita realizar mediciones de fuerza de presión en tipo pinza bidigital, al mismo tiempo mejorar la manera de llevar la información clínica de cada paciente a diferencia de la manera tradicional que son hojas de papel.

Esta investigación se realiza con el desarrollo de un sistema electrónico el cual se denomina “PinSenFR”; que es un sistema encargado de adquirir información de la fuerza de presión de tipo de pinza bidigital; la cual consiste entre la oposición del pulgar con los demás dedos de la mano, en relación con la información esta será llevada digitalmente, brindando así la posibilidad de mejorar el seguimiento de cada paciente.

El sistema electrónico toma medidas de fuerza de presión en forma de pinza bidigital con una efectividad igual a la que se toma con un pinzómetro jamar. Estos datos son almacenados en una base de datos médica, que mejora el seguimiento de los pacientes que se encuentran en tratamiento fisioterapéutico los cuales sufren enfermedades con lesiones en el sistema nervioso central o lesiones por uso excesivo de las manos. Para lo cual el sistema ayuda al médico a ver como avanza el tratamiento en el transcurso del tiempo, esto debido a que ahora se lleva la información de manera digital y puede realizar un diagnóstico más detallado dependiendo de las observaciones que fueron dadas.

ABSTRACT

This research is aimed at the physiatry sector, which is part of medicine which deals with physical ailments and the rehabilitation of patients; This is how an electronic system is developed that complies with the functionality of a Jamar clampometer, which allows measurements of grip strength in a bidigital clamp type, at the same time improving the way of taking the clinical information of each patient, unlike the traditional way which are sheets of paper.

This research is carried out with the development of an electronic system which is called "PinSenFR"; which is a system in charge of acquiring information on the grip strength of the bidigital caliper type; which consists between the opposition of the thumb with the other fingers of the hand, in relation to the information this will be carried digitally, thus offering the possibility of improving the follow-up of each patient.

The electronic system takes measurements of grip strength in the form of a bi-digital clamp with an effectiveness equal to that taken with a Jamar clamp meter. These data are stored in a medical database, which improves the monitoring of patients undergoing physiotherapy treatment who suffer from diseases with injuries to the central nervous system or injuries due to excessive use of the hands. For which the system helps the doctor to see how the treatment progresses over time, this is because the information is now carried digitally and can make a more detailed diagnosis depending on the observations that were given.

1. Capítulo I

Antecedentes

1.1. Tema

Sistema Electrónico de Evaluación de Fuerza de presión del miembro superior-dedos con la ayuda de Sensores de Fuerza Resistivos.

1.2. Problema

La mano del hombre es una herramienta maravillosa capaz de ejecutar innumerables acciones gracias a su función principal: la presión. Esta facultad de presión puede encontrarse desde la pinza de cangrejo a la mano del simio, pero en ningún otro ser que no sea el hombre ha alcanzado este grado de perfección. Esto se debe a la disposición tan particular del pulgar que se puede oponer a todos los demás dedos. La oposición del pulgar, al contrario de lo que puede leerse habitualmente, no es una característica propia únicamente al hombre, en monos avanzados el pulgar es oponible, pero la amplitud de esta oposición jamás alcanza la del pulgar humano. Sin embargo, algunos monos cuadrumanos poseen como su nombre indica cuatro manos y por lo tanto cuatro pulgares. Desde el punto de vista fisiológico la mano representa la extremidad efectora del miembro superior que constituye su soporte logístico y le permite adoptar la posición más favorable para una acción determinada (Kapandji A. I., 2006). La disposición anatómica de la mano permite entender su gran versatilidad en la manipulación de objetos y ajustes posicionales de acuerdo a las necesidades en la ejecución de patrones funcionales (Arias López, 2012). Según la Organización Mundial de la Salud en su estudio titulado “Síndrome del túnel del carpo” menciona que es un problema de salud pública que afecta al 10 por ciento de la población mundial, en especial a aquellos laboralmente activos y cada vez incapacita a personas cada vez más jóvenes (García, Díaz, & Reis, 2014). El Síndrome

del Túnel Carpiano se manifiesta por la compresión del nervio medio del túnel carpiano, conducto estrecho ubicado en la muñeca, del lado de la palma de la mano y en el ámbito laboral, la causa más frecuente es la inflamación de los tendones flexores de los dedos debido a movimientos constantes y repetitivos (Balbastre, Andani, & Garrido, 2016). Los pacientes que padecen del síndrome del túnel del carpo presentan a menudo alteración en la sensibilidad (hormigueo, debilidad o entumecimiento) o dolor en la mano, muñeca o antebrazo.

Los trastornos músculo - esqueléticos de origen laboral se han incrementado de una manera notable en la última década. Son el principal problema de salud relacionado con el trabajo en todos los países industrializados y una de las primeras causas de absentismo laboral. Siendo el trastorno más común en muñecas “el síndrome de túnel carpiano” (Secretaría de Salud Laboral y Medio Ambiente de CCOO de Asturias, 2014). Para el diagnóstico del mencionado síndrome se realiza la exploración física al paciente, la cual incluye la valoración de las características personales como: edad, género, peso, talla, hábitos, etc. Así como el tipo de actividad física que realiza en el trabajo o en el hogar; rangos de movilidad de la muñeca y mano estos comparándolos con la mano contralateral, además de observaciones de deformidades, inflamaciones, hipotrofia muscular, cambios atróficos en la piel. La Medición de la fuerza de prensión de la mano es uno de los parámetros más comunes a ser tomados y con estudios de la musculatura de la mano o extremidad superior como son: exámenes de músculos, hipotrofias de la región tenar, prueba de Phalen, signo de Tinel, prueba de la compresión del nervio mediano y prueba de Phalen reverso; igualmente el examen discriminatorio para un diagnóstico alternativo de anormalidades vasculares, radiculopatías, neuropatías, síndrome doloroso, artritis, tendinitis, etc. (Catálogo Maestro de Guías de Práctica Clínica, 2016).

Para lo cual lo que se ha planteado realizar es un sistema electrónico que ayude en la evaluación de medición de la fuerza de prensión de la mano-dedos; el cual estará conformado

por sensores de fuerza resistivos, que son dispositivos de película de polímero (PTF) que presentan una disminución de la resistencia cuando aumenta la fuerza aplicada a la superficie activa (Carrión & Ochoa, 2009); los cuales estarán conectados a un sistema embebido que es cualquier dispositivo que incluye un computador programable, pero en sí mismo no es un computador de propósito general (Wolf, 2012) los datos obtenidos de cada paciente serán almacenados en una base de datos de software libre, lo cual significa que cualquiera puede hacer uso del código fuente para usarlo libremente o incluso modificarlo sin restricciones (Cobo, Gómez, Pérez, & Rocha, 2005). Esto para un mejor seguimiento o control de la evaluación de fuerza de presión de los pacientes que estén en algún tratamiento fisioterapéutico.

El trabajo monótono como es la realización de movimientos rápidos de formar repetitiva, aun cuando no supongan un gran esfuerzo físico como: empaquetado, mecanografía, trabajos administrativos, etc. Pueden generar trastornos músculo – esqueléticos en el ámbito laboral, debido a que las personas utilizan sus dedos y pulgares para hacer de todo, desde tomar objetos y tocar instrumentos hasta escribir en la computadora y cuando no funcionan bien, puede hacerles la vida muy difícil a las personas que sufren de algunas de estas patologías. Siendo uno de los trastornos más comunes “el síndrome de túnel carpiano” y uno de sus parámetros a ser evaluados para su posible diagnóstico es la fuerza de presión; es por esto que se propone un sistema electrónico que ayudara en la evaluación de fuerza presión de la mano-dedos con la ayuda de sensores de fuerza resistivos los cuales estarán conectados a un sistema embebido y los datos recolectados en la medición de fuerza de presión serán almacenados en una base de datos de software libre para un mejor seguimiento o control de la evaluación de fuerza de presión de los pacientes que estén en algún tratamiento fisioterapéutico.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar un Sistema Electrónico para la medición de fuerza de prensión de los miembros superiores – dedos, mediante el uso de sensores de Fuerza Resistivos para mejorar el seguimiento en la evaluación de la fuerza de prensión.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar las diferentes formas de prensión de los miembros superiores-manos y los tipos de sensores de Fuerza resistivos existentes en el mercado local.
- Elegir los componentes adecuados para el sistema electrónico, dependiendo de los requerimientos que este deba cumplir mediante la metodología en cascada.
- Diseñar y desarrollar un sistema electrónico que permita la adquisición, transmisión y almacenamiento de señales de fuerza de los dedos.
- Comprobar el funcionamiento del sistema electrónico, mediante la comparación de mediciones de fuerza de prensión de la manera tradicional y del sistema electrónico el cual mejorará el seguimiento en la evaluación de la fuerza de prensión.

1.4. Alcance

Para el desarrollo de este Proyecto de Titulación se abordarán bases teóricas de las causas de porque se origina la pérdida de fuerza de la mano además de los tipos de prensión; lo cual permitirá tener el conocimiento necesario para realizar un sistema electrónico que permitirá medir la fuerza de prensión en tipo de pinza bidigital que es aquella que se realiza entre la oposición del pulgar con cualquiera de los demás dedos, a través de la cara palmar del pulpejo.

La cual sirve para manejar objetos de mediano tamaño. Para lo cual se hará uso de sensores de Fuerza Resistivos “(FSR)” los cuales tienen la capacidad de medir fuerza dentro del rango que pueden aplicar los dedos de la mano.

El sistema electrónico debe cumplir requerimientos funcionales y de diseño para tener validez es por esto que se seleccionó la metodología en cascada que es un proceso de desarrollo secuencial y así determinar los componentes de hardware y software. Por lo que el sistema electrónico deberá tener un módulo de adquisición de datos que estará conformado por sensores de fuerza resistivos los cuales estarán conectados a un sistema embebido para su procesamiento y posterior envío de manera inalámbrica para ser almacenados en una base de datos local, debido a que la información obtenida será personal y debe ser protegida de terceros; esta base de datos puede ser creada en el mismo sistema embebido dependiendo de cuál sea la mejor opción. En su totalidad se utilizará software libre para el desarrollo de este sistema electrónico.

Para el diseño del módulo de adquisición de datos este deberá ser lo más ligero posible y cumplir con los requerimientos que la parte médica requiera, la transmisión de los datos será de manera inalámbrica los cuales serán almacenados en una base de datos local. Para el módulo de visualización se creará una página web la cual debe contener la información de los pacientes y debe ser lo más interactiva posible y fácil de manejar para el médico que esté a cargo del sistema electrónico.

Para comprobar y validar el funcionamiento del Sistema electrónico se realizaran pruebas de medición de fuerza de prensión en tipo de pinza bidigital las cuales se compararan con la manera tradicional de medir esta fuerza, la cual es realizada por un instrumento de medición llamado dinamómetro de pinza; esto siguiendo las instrucciones medicas de cómo se debe realizar una correctamente evaluación de fuerza de prensión de los pacientes; cuya medición de fuerza se la hace con el propósito de ayudar en el área de fisioterapia que es una

especialidad médica que ayuda a las personas en la rehabilitación de las funciones corporales que perdieron debido a enfermedades o lesiones. Las pruebas se realizarán a una parte del personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte la cual está delimitada en parámetros de edad entre los 30 a 50 años independientemente del sexo de la persona. Para comprobar que se está mejorando el seguimiento en la evaluación de la fuerza de prensión, se digitaliza el proceso de llevar el historial clínico de los pacientes evaluados en una base de datos que comúnmente se la realiza en fichas médicas tradicionales “Hojas de Papel”.

1.5. Justificación

Los objetivos del Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información se establecieron a partir de los avances del sector y las tendencias internacionales. El desarrollo tecnológico ha llevado a los sectores de Tecnologías de la Información a volverse cada vez más sofisticados, lo que hace la calidad del talento humano requerido para los diferentes sectores sea cada vez más relevante en la industria. Con la finalidad de promover el desarrollo de los factores de mejora del país y también generar vías de desarrollo del sector impulsados por la incorporación de mejores prácticas internacionales, se plantean objetivos del Plan Nacional. Se establecen cuatro objetivos principales (“macro-objetivos”) a considerar en el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información 2016-2021. (Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2016-2021). El macro-objetivo 3 contempla los siguientes objetivos específicos que se justificarán y detallarán a continuación:

- Aumentar el uso de TIC en Pymes y microempresas.
- Potenciar el desempeño de los procesos digitalizados del sector público de alto impacto social (educación, salud, justicia y seguridad).

- Aumentar el uso de servicios de gobierno electrónico por parte de ciudadanos y empresas.

En la Constitución de la República del Ecuador Sección séptima “Salud”

Art. 32. La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional (Corte Constitucional del Ecuador, 2008).

Los avances tecnológicos suceden a un ritmo acelerado es un hecho. Esto influye en nuestra profesión, por un lado, porque debemos mantenernos informados sobre todas las novedades en cuanto a técnicas y equipos, y por otro lado porque somos agentes de educación para la salud con capacidad para favorecer cambios de conductas saludables en la población (Cepeda & Meijome, 2012).

La manera que se toma la fuerza de prensión de la mano es con su herramienta tradicional-dinamómetro, no es un proceso digitalizado ya que las tomas de mediciones deben ser anotados en registros o fichas médicas y esta Investigación lo que quiere es ayudar al proceso de adquisición y almacenamiento de la información de los pacientes; para en un futuro tener información y poder realizar otro tipo de investigaciones de posibles patologías asociadas a la mano.

2. Capítulo II

Fundamento Teórico

El segundo capítulo describe bases teóricas de los miembros superiores del cuerpo humano en este caso las manos; donde se detallará su anatomía y osteología. Para posteriormente hablar de los tipos de prensión que pueden ejercer las mismas; donde se detalla el tipo de prensión por Oposición Subterminal que es parte primordial de esta investigación. Para lo cual se describirán las principales patologías que causan la pérdida de fuerza de prensión de la mano, los diferentes tipos de sensores de fuerza resistiva existentes en el mercado local y los sistemas embebidos que nos puedan ayudar para la realización de este proyecto de investigación.

2.1. Descripción de la Mano

La mano del hombre es una herramienta maravillosa, capaz de ejecutar innumerables acciones gracias a su función principal: la prensión. Esta facultad de prensión se puede encontrar desde la pinza de cangrejo a la mano del simio, pero en ningún otro ser que no sea el hombre ha alcanzado este grado de perfección. Esto se debe a la disposición tan particular del pulgar, que se puede oponer a todos los demás dedos (Kapandji, 2006).

2.2. Anatomía de la Mano

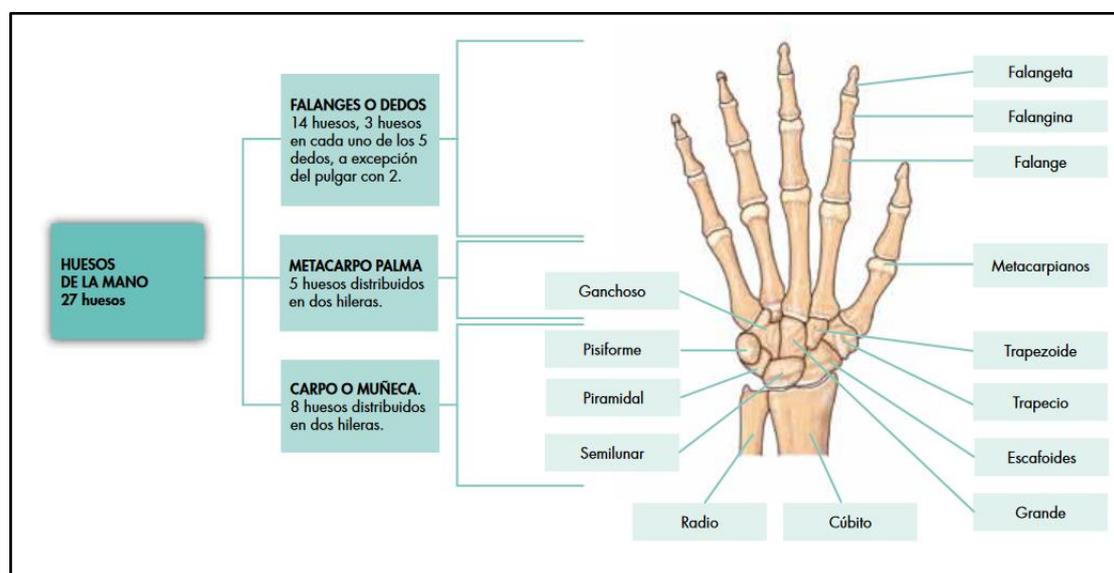
La mano humana está compuesta de huesos, ligamentos y músculos los cuales permiten conseguir una gran variedad de movimientos y destrezas (López, 2012).

2.3. Osteología de la Mano

Cada mano humana está constituida por 27 huesos, diferenciados en tres zonas como se indica en la Figura 1.

Figura 1

Distribución de los Huesos de la Mano por Zonas



Nota. Fuente Adaptada de (Porrero & Manuel, 2020).

2.3.1. Falanges o Dedos

En total son 14 huesos que componen los dedos propiamente. A cada dedo le corresponden tres falanges: la proximal, la media y la distal a excepción del pulgar que sólo cuenta con dos una proximal y una distal (Ramírez & Ruiz, 2020).

2.3.2. Metacarpo

Son cinco huesos cilíndricos de tipo largo que se enumeran de medial a lateral con la mano en posición anatómica. Están dotados de una cabeza convexa distal que se articula con las falanges, un cuerpo cóncavo en su superficie palmar que servirá como continente muscular y una base proximal abultada que se articulará con la segunda fila de huesos del carpo y los metacarpianos adyacentes, a excepción del segundo y el primero que no se articulan entre sí. Este último está más anterior y en rotación interna de 90° para permitir la oposición del pulgar (Ramírez & Ruiz, 2020).

2.3.3. Carpo

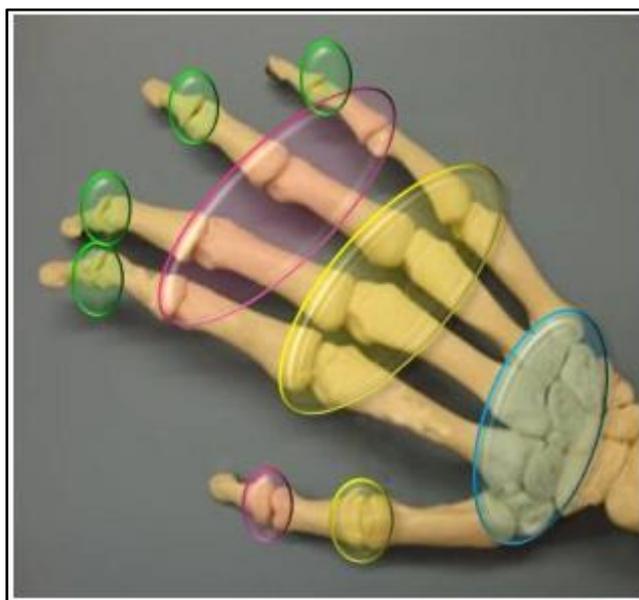
Los huesos del carpo se disponen en dos hileras, cada una de cuatro huesos. Para su estudio se ha propuesto la mnemotecnia “Ese Pipí Tan Grande y Ganchoso” la cual permite nombrar los huesos en orden de lateral a medial así: el escafoides, el semilunar, el piramidal y el pisiforme que conforman la hilera proximal y nuevamente de medial a lateral pero distalmente, se encuentran el trapecio, el trapecoide, el grande y el ganchoso, los cuales se articulan con los metacarpianos (Ramírez & Ruiz, 2020).

2.4. Artrología de la Mano

Las articulaciones que conforman la mano se pueden observar en la Figura 2: articulaciones carpometacarpianas, metacarpofalángicas, interfalángicas proximales e interfalángicas distales “no existe en el dedo pulgar” (Angulo, Álvarez, & Fuentes, 2011).

Figura 2

Articulaciones de la Mano



Nota. Fuente: Adaptado de (Angulo et al., 2011).

2.4.1. Articulaciones Carpometacarpianas

Las articulaciones carpometacarpianas son uniones de tipo artrodia estas se pueden observar en la “zona azul” en la Figura 2, excepto en el caso del primer dedo (pulgar) en el que la unión trapezometacarpiana es una articulación de encaje recíproco.

2.4.2. Articulaciones Metacarpofalángicas

Las articulaciones metacarpofalángicas son articulaciones de tipo condíleo estas se pueden observar en la “zona amarilla” en la Figura 2, pero presentan una desproporción entre el tamaño de la cabeza del metacarpiano (que es el mayor) y el tamaño de la base de la falange con la que se articula, por lo que precisan para mejorar la congruencia, una placa de fibrocartílago glenoideo que se sitúa en la cara palmar de la articulación.

2.4.3. Articulaciones Interfalángicas Proximales

Las articulaciones interfalángicas proximales sólo existen en los 4 últimos dedos de la mano (el pulgar sólo tiene una articulación interfalángica) estas se pueden observar en la “zona rosa” en la Figura 2. Son articulaciones de tipo troclear, con desproporción entre la cabeza de la falange proximal, que es mayor que la base de la falange con la que se articula, por lo que posee un fibrocartílago glenoideo en la cara palmar que aumenta la congruencia.

2.4.4. Articulaciones Interfalángicas Distales

Las articulaciones interfalángicas distales son trocleartrosis establecidas entre la cabeza de la segunda falange y la base de la falange distal estas se pueden observar en la “zona verde” en la Figura 2. Para mejorar la congruencia articular suelen tener un pequeño fibrocartílago articular en la cara palmar y base de la falange distal.

2.5. Miología de la Mano

Los músculos intrínsecos de la mano son los responsables del movimiento de los dedos, complementando a los músculos flexores y extensores largos del antebrazo. Como lo dice (Moore & Dalley, 2013) los músculos intrínsecos de la mano se localizan en cinco compartimentos como se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

Músculos Intrínsecos de la Mano

Compartimientos	Descripción
Tenar	Los músculos tenares que se encuentran en el compartimento tenar son: abductor corto del pulgar, flexor corto del pulgar y oponente del pulgar.
Aductor	El aductor del pulgar se encuentra en el compartimento aductor.
Hipotenar	Los músculos hipotenares se encuentran en el compartimento hipotenar: abductor del dedo meñique, flexor corto del dedo meñique y oponente del dedo meñique
Central	Los músculos cortos de la mano (los lumbricales) se encuentran en el compartimento central, junto con los tendones de los flexores largos.
Interóseos	Los interóseos se encuentran en los compartimentos interóseos separados entre los metacarpianos.

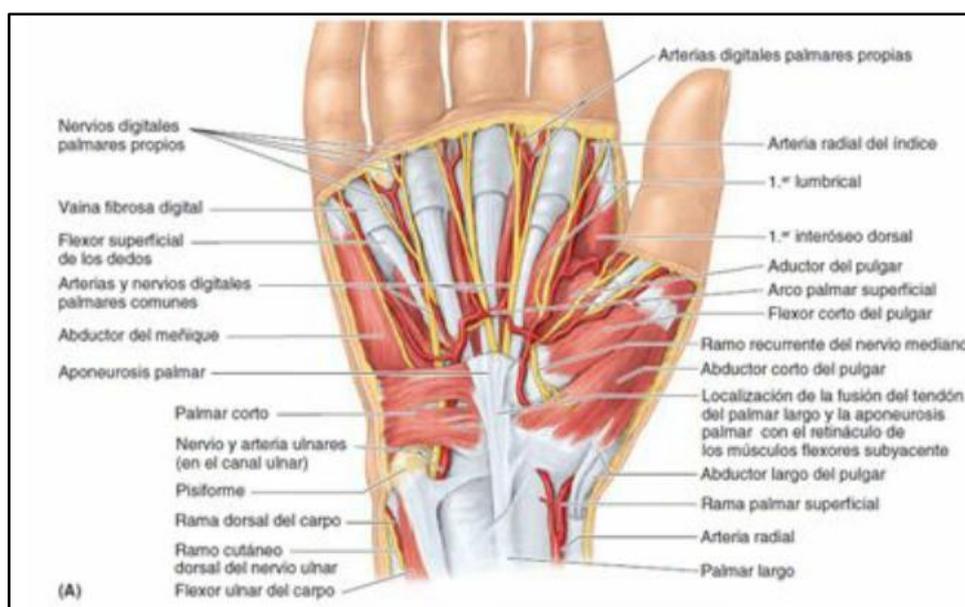
Nota. Esta tabla muestra los compartimientos de los cuales está conformada la mano con una breve descripción de los músculos que las conforman. Fuente: Adaptado de (Moore & Dalley, 2013).

2.5.1. Compartimiento Tenar

Los músculos tenares forman la eminencia tenar en la superficie lateral de la palma como se pueden observar en la Figura 3 y la Figura 4; los cuales están encargados principalmente de la oposición del pulgar.

Figura 3

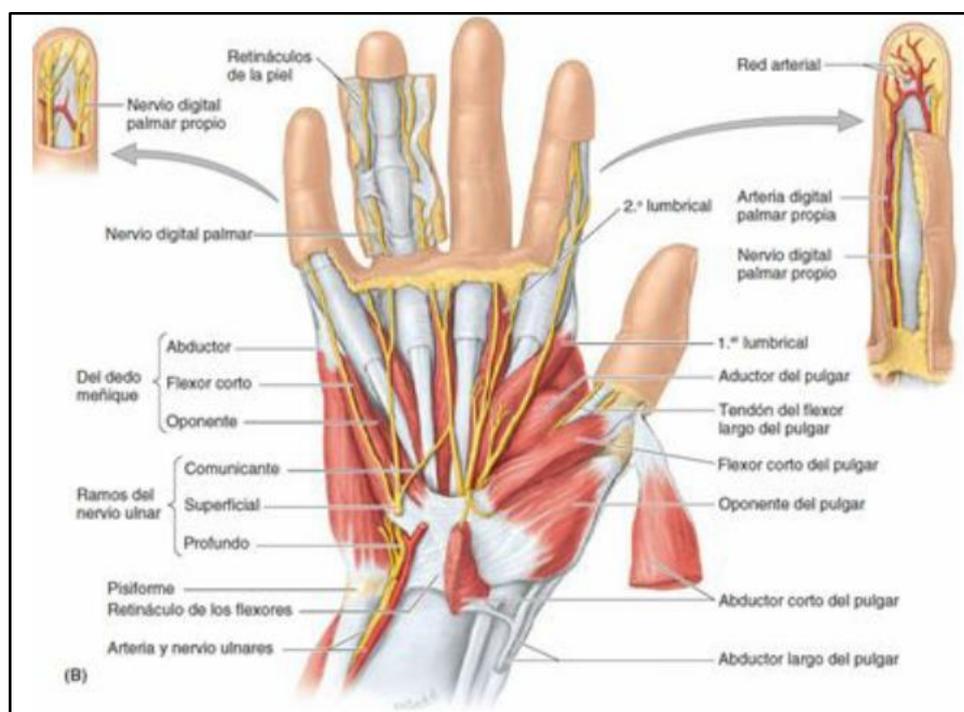
Disecciones Superficiales de la Palma Derecha de la Mano



Nota. Fuente: Adaptado de (Moore & Dalley, 2013).

Figura 4

Disecciones Superficiales de la Palma Derecha de la Mano



Nota. Fuente: Adaptado de (Moore & Dalley, 2013).

2.5.1.1. Abductor Corto del Pulgar.

El abductor corto del pulgar forma parte del anterolateral de la eminencia tenar. Aparte de abducir el pulgar, este músculo colabora con el oponente del pulgar durante las primeras fases de la oposición al inducir un ligero movimiento de rotación medial de su falange proximal (Moore & Dalley, 2013).

2.5.1.2. Flexor Corto del Pulgar.

El flexor corto del pulgar se localiza medialmente respecto al abductor corto del pulgar como se visualiza en la Figura 3. El flexor corto del pulgar flexiona el pulgar en las articulaciones carpometacarpiana y metacarpofalángica, y participa en la oposición del pulgar (Moore & Dalley, 2013).

2.5.1.3. Oponente del Pulgar.

El oponente del pulgar es un músculo cuadrangular situado en profundidad al abductor corto del pulgar y lateralmente al flexor corto del pulgar como se observa en la Figura 4. Este músculo opone el pulgar, que es el movimiento más importante de este dedo (Moore & Dalley, 2013).

2.5.2. Compartimiento Aductor

El aductor del pulgar aduce el pulgar desplazándolo hacia la palma de la mano con lo que aumenta la fuerza de prensión.

2.5.3. Compartimiento Hipotenar

Los músculos hipotenares (abductor del dedo meñique, flexor corto del dedo meñique y oponente del dedo meñique) forman la eminencia hipotenar en el lado medial de la palma y mueven el dedo meñique. Estos músculos se encuentran en el compartimiento hipotenar junto con el quinto metacarpiano como se observa en la Figura 4 (Moore & Dalley, 2013).

2.5.3.1. Abductor del Dedo Meñique.

El abductor del dedo meñique es el más superficial de los tres músculos que forman la eminencia hipotenar como se puede observar en la Figura 4. El abductor del dedo meñique abduce el quinto dedo y ayuda a flexionar su falange proximal.

2.5.3.2. Flexor Corto del Dedo Meñique.

El flexor corto del dedo meñique tiene un tamaño variable; se sitúa lateralmente al abductor del dedo meñique como se observa en la Figura 4. Este músculo flexiona la falange proximal del quinto dedo en la articulación metacarpofalángica.

2.5.3.3. Oponente del Dedo Meñique.

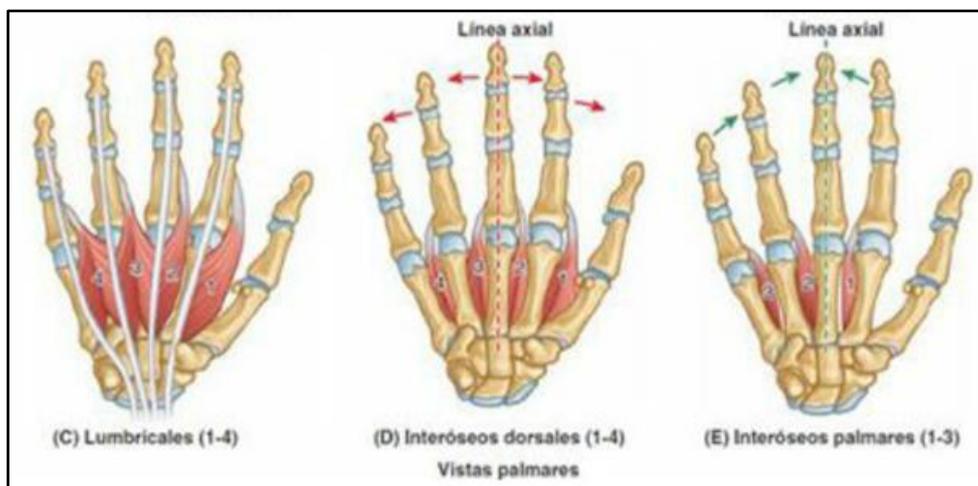
El oponente del dedo meñique es un músculo cuadrangular que se sitúa en profundidad respecto a los músculos abductor y flexor del quinto dedo como se observa en la Figura 4. Dicho músculo tira del quinto metacarpiano hacia delante y lo rota lateralmente, con lo que aumenta la profundidad de la cavidad de la palma y sitúa el quinto dedo en oposición con el pulgar.

2.5.4. Compartimiento Central

En el compartimiento central se encuentran los músculos cortos de la mano (los lumbricales), estos músculos se encuentran junto con los tendones de los flexores largos como se puede observar en la Figura 5.

Figura 5

Inserciones de los Músculos Intrínsecos de la Mano



Nota. Fuente: Adaptada de (Moore & Dalley, 2013).

2.5.4.1. Lumbricales.

Los cuatro delgados músculos lumbricales se denominan así por su parecido con un gusano (del latín *lumbricus*, lombriz de tierra) como se observa en la Figura 5. Los lumbricales

flexionan los dedos en las articulaciones metacarpofalángicas y extienden las articulaciones interfalángicas. (Moore & Dalley, 2013).

2.5.5. Compartimiento Interóseo

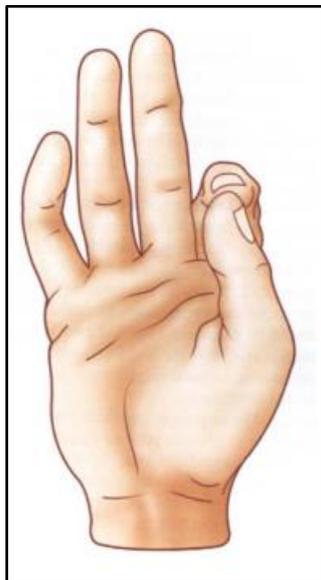
Los músculos interóseos se encuentran en los compartimentos interóseos separados entre los metacarpianos.

2.5.5.1. Interóseos.

Los cuatro músculos interóseos dorsales se localizan entre los metacarpianos como se observa en la Figura 5; los tres músculos interóseos palmares están situados en las superficies palmares de los metacarpianos en el compartimento interóseo de la mano. (Moore & Dalley, 2013).

2.6. El Pulgar

El pulgar ocupa una posición y desempeña una función aparte en la mano puesto que es indispensable para realizar las pinzas pulgodigitales con cada uno de los restantes dedos y en particular con el dedo índice como se puede observar en la Figura 6, también para la constitución de una presa de fuerza con los otros cuatro dedos. También puede participar en acciones asociadas a las presas que conciernen a la propia mano. Sin el pulgar, la mano pierde la mayor parte de sus posibilidades. (Kapandji, 2006).

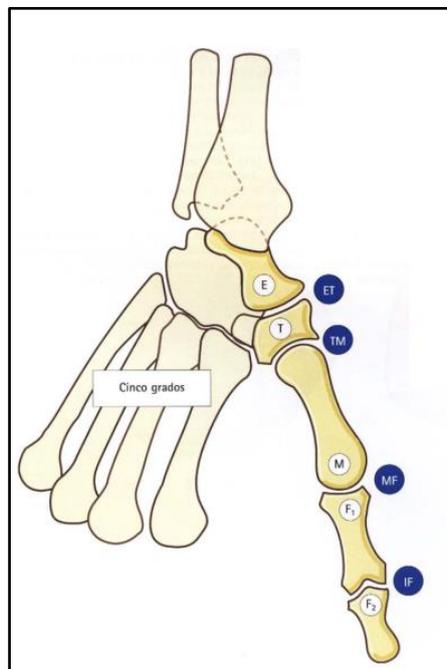
Figura 6*Oposición Pulgar-Índice*

Nota. Fuente: Adaptado de (Kapandji, 2006).

2.6.1. La Columna Osteoarticular del Pulgar

Según (Kapandji, 2006) la mano humana contiene cinco piezas óseas que constituyen el radio externo, las cuales se pueden observar en la Figura 7.

- a) El escafoides “E”
- b) El trapecio “T” que los embriólogos consideran el equivalente de un metacarpiano
- c) El primer metacarpiano “M”
- d) La primera falange “F₁”
- e) La segunda falange “F₂”

Figura 7*Estructura Ósea del Pulgar*

Nota. En el gráfico se puede observar la estructura ósea y donde están ubicadas las articulaciones del pulgar. Fuente: Adaptado de (Kapandji, 2006).

2.6.2. La Articulaciones de la Columna del Pulgar

Las articulaciones de la columna del pulgar son cuatro, estas se pueden observar en la Figura 7 con su respectiva nomenclatura.

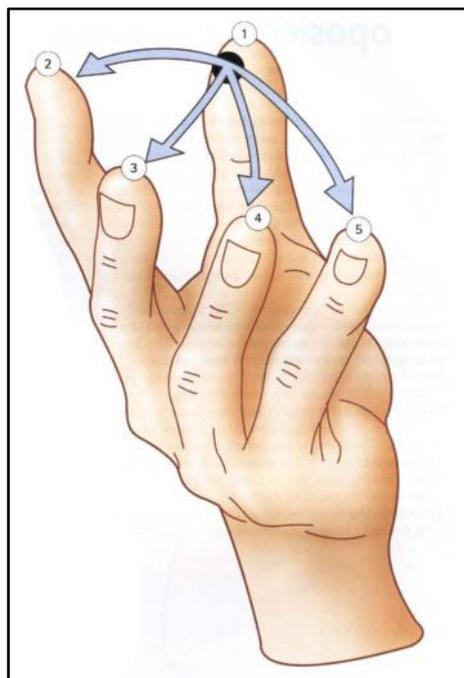
- a) La articulación trapezoescafoidea “ET”
- b) La articulación trapezometacarpiana “TM”
- c) La articulación metacarpofalángica “MF”
- d) La articulación interfalángica “IF”

2.7. La Oposición del Pulgar

La oposición es el principal movimiento del pulgar y es la facultad de desplazar el pulpejo del pulgar en contacto con el pulpejo de uno de los otros cuatro dedos como se observa en la Figura 8, esto para constituir una pinza pulgodigital. Por lo tanto, no existe una única oposición sino toda una gama de oposiciones que permiten realizar una gran variedad de presas y de acciones según el número de dedos implicados y su modalidad de asociación.

Figura 8

Movimiento de Oposición del Pulgar



Nota. Fuente: Adaptado de (Kapandji, 2006).

El pulgar no adquiere todo su significado funcional más que en relación a los otros dedos y viceversa. Sin el pulgar, la mano pierde la casi totalidad de su valor funcional hasta el punto que las intervenciones quirúrgicas complejas plantean su reconstrucción partiendo de los elementos restantes: se trata de las operaciones de pulgarización de un dedo y en la actualidad de trasplante (Kapandji, 2006).

2.8. Tipos de Prensión de la Mano

La función primordial de la mano es manipular objetos para lograr un objetivo, la capacidad de la mano de lograr un sinnúmero de posiciones y aplicar una cantidad correcta de presión se logra mediante la movilidad y la estabilidad proporcionada por el esqueleto (el poder del músculo y la retroalimentación sensorial de los nervios). Con la respuesta sensorial se evalúa la forma, el tamaño, la textura y el peso del objeto y es utilizada para agarrar y/o levantar un objeto. La función de la mano tiene una gran importancia para el desempeño ocupacional y existe una relación directamente proporcional entre la dificultad de las maniobras realizadas con las manos y el deterioro de las habilidades de estas (Physiopedia, 2015).

Según (Kapandji A. I., 2012), la mano humana como se la conoce llegó con la evolución, el pulgar alargado se opone a los dedos y esto brinda una mayor precisión al manipular objetos e instrumentos con respecto a los primates y otros animales. La principal función de la mano es la presión y se divide en 3 grandes grupos que son: las presas digitales, las presas palmares y las presas centradas; este tipo de pinzas no necesitan la participación de la gravedad.

2.8.1. Las Presas Digitales

Este tipo de pinzas se subdivide a su vez en dos subgrupos: las pinzas bidigital y las pinzas pluridigital.

2.8.1.1. Presas Bidigitales.

Se trata de la clásica pinza pulgodigital (pulgar – índice), dependiendo de la posición de estos dedos, existen tres tipos de pinzas como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2*Clasificación de la Pinza Bidigital*

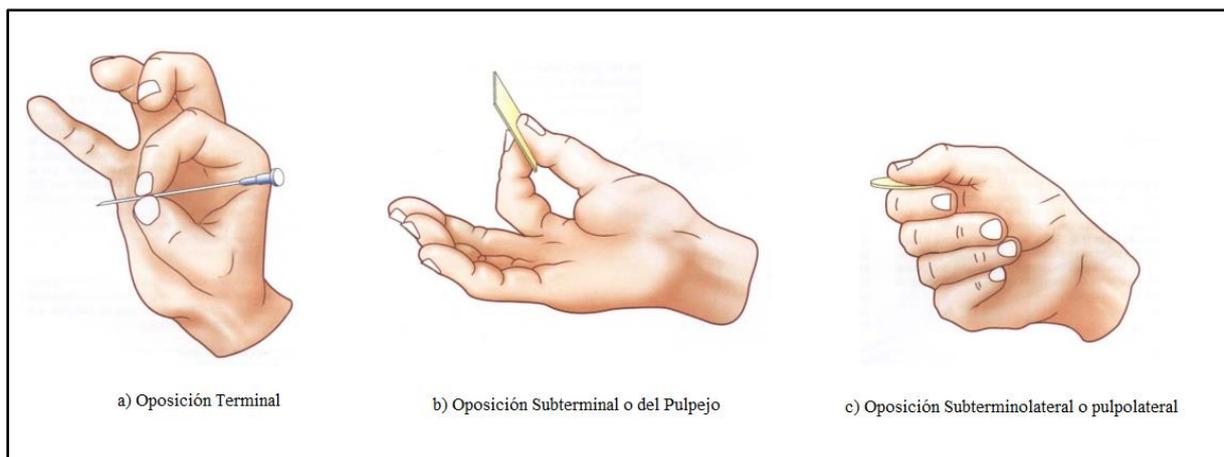
	<p><i>Presa por Oposición terminal (terminopulpejo)</i></p> <p>Permite sujetar objetos de pequeñas dimensiones al ser la más precisa como se puede observar en la Figura 9 a). Para realizar la pinza el pulgar y el índice (o medio) se opone por extremo del pulpejo (uña para objetos extremadamente finos). En esta presión intervienen también los siguientes grupos musculares y tendones: flexor profundo (índice) y flexor largo (pulgar).</p>
Bidigital	<p><i>Presa por Oposición Subterminal (pulpejo)</i></p> <p>Es la subdivisión más común y sujeta objetos más gruesos en relación con la oposición terminal como se muestra en la Figura 9 b), aquí se ejerce la presión con el pulgar y cualquier dedo y se opone por la cara palmar del pulpejo. Intervienen principalmente los músculos del flexor superficial (índice) y los músculos tenares flexores de la primera falange del pulgar.</p>
	<p><i>Presa por Oposición subterminolateral (pulpejo lateral)</i></p> <p>Este tipo de presión puede suplir las dos anteriores de ser necesario, con menos</p>

precisión (fina) pero la misma firmeza. La cara palmar del pulpejo del pulgar contacta con la cara extrema de la primera falange del índice como presenta la Figura 9 c). Se emplean los músculos primer interóseo dorsal (índice), flexor corto, primer interóseo palmar y abductor (pulgar).

Nota. En esta tabla se muestra la clasificación de la pinza bidigital. Fuente: Adaptado de (Kapandji A. I., 2012).

Figura 9

Clasificación de las Pinzas Bidigitales



Nota. Fuente: Adaptado de (Kapandji A. I., 2012)

2.8.1.2. Presas Pluridigitales.

En esta pinza intervienen todos los dedos de la mano y a comparación de la bidigital brinda más firmeza en el agarre, persistiendo como presa de precisión, se clasifican en tres pinzas las cuales son detalladas a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3**Clasificación de la Pinza Pluridigital**

		<i>Presa tridigital</i>
		Es la presa más común y se emplean los dedos pulgar, índice y medio como muestra la Figura 10 a) en la que la mano destapa una botella con tapón (no rosca) utilizando el lateral (pulgar) y segunda falange (medio) que se oponen directamente y del pulpejo para el índice que bloquea el objeto sobre el tercer lado.
		<i>Tetradigital del pulpejo</i>
	<i>Presa Tetradigital</i>	Se utiliza al sostener objetos circulares como muestra la Figura 10 b) y como se observa, el contacto se realiza mediante el pulpejo en el caso del pulgar, medio e índice, mientras que es lateral en el caso de la tercera falange (anular).
Pluridigital	Se usan para manipular objetos gruesos que requieren una mayor firmeza y puede ser una de las a continuación citadas.	<i>Tetradigital del pulpejo - lateral</i>
		Se lleva a cabo cuando la mano abre la tapa de una botella (desenroscar) como muestra la Figura 10 c), se hace un movimiento en espiral en donde intervienen la primera falange (pulgar con el pulpejo y la cara palmar y los dedos medio e índice) y la segunda falange (anular).

Tetradigital del pulpejo Pulgotridigital

Se da al sostener objetos similares a un lápiz como se ve en la Figura 10 d), intervienen el pulpejo de los dedos pulgar, índice, medio y anular, siendo el pulgar el que dirige y mantiene el objeto.

Presa

Comisural

Pentadigital

Se utiliza para agarrar objetos grandes, aquí actúan todos los dedos con una variación diversa de posiciones del dedo pulgar, como muestra la Figura 10 e), participan todos los dedos en acción, siendo los dedos: índice, medio y anular los que sostiene el objeto y el meñique y pulgar se oponen a estos para lograr el agarre.

Figura 10 f) se muestra un agarre de este tipo, con un objeto grueso y hemisférico, envolviéndolo con la primera comisura del pulgar e índice y el resto de los dedos lo sostiene con toda la cara palmar para proporcionar estabilidad, por lo que se trata de una presa digital.

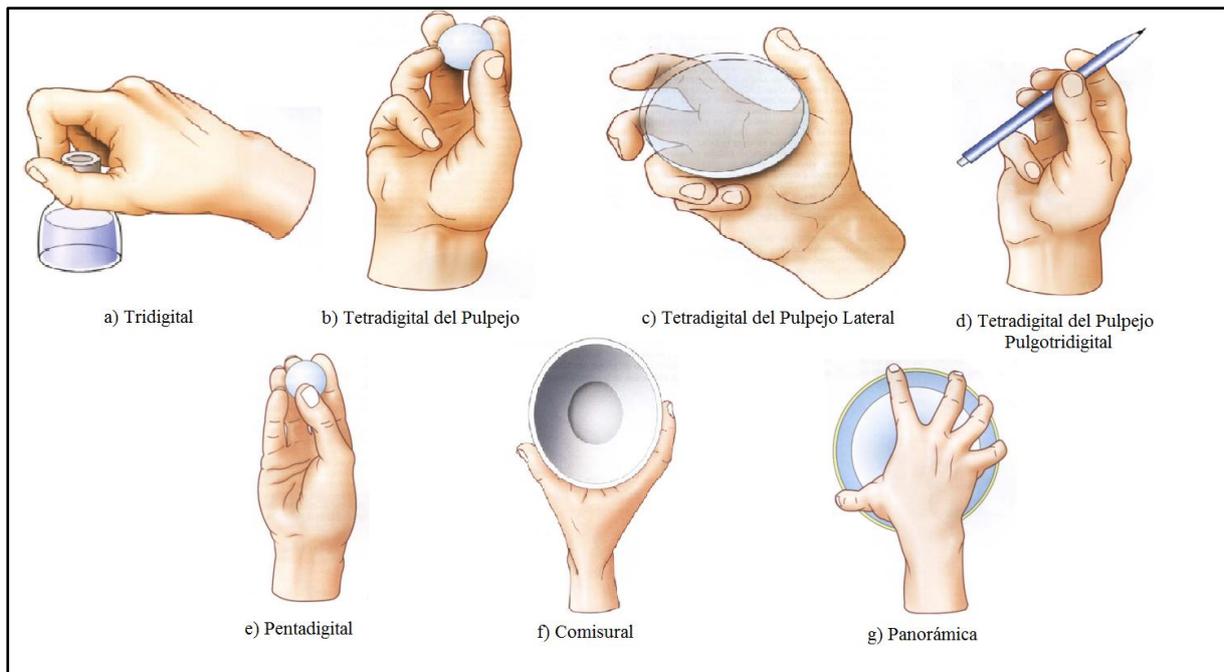
Panorámica

Permite manipular objetos planos y grandes, para realizar este agarre todos los dedos se separan ampliamente, siendo el pulgar el que se ubica en la parte opuesta inferior del agarre como se aprecia en la Figura 10 g). La eficacia de esta presa depende plenamente de las interfalángicas distales y flexores profundos.

Nota. En esta tabla se muestra una clasificación de la pinza pluridigital con una breve descripción. Fuente: Adaptado de (Kapandji A. I., 2012).

Figura 10

Clasificación de las Pinzas Pluridigitales



Nota. Fuente: Adaptado de (Kapandji A. I., 2012).

2.8.2. Las Presas Palmares

Este tipo de presas suma la participación de la palma de la mano y pueden ser de dos tipos digitopalmar (utiliza el dedo pulgar) y palmar (no utiliza el dedo pulgar), como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4**Clasificación de la Pinza Palmar**

Digitopalmar

Es un tipo de presa empleada con frecuencia en: palancas o sujetar un volante como presenta la Figura 11 a) (izq.) o en la manipulación de objetos voluminosos (Figura 11 a) (der.)); ya que el objeto puede deslizarse con facilidad, este se coge entre los dedos: índice, medio anular y meñique se oponen a la palma de la mano, sin intervención del pulgar convirtiéndola en una presa poco estable.

Palmar con la totalidad de palma

También denominada puño (por su forma), esta pinza se usa para ejercer una presión mayor (objetos voluminosos). En la Figura 11 b) (izq.) se muestra como la presa enrolla al objeto, adoptando la dirección del eje de la palma (oblicuo desde la base de la eminencia hipotenar a la base del índice), mientras que en la Figura 11 b) (der.) se forma un ángulo de más o menos 100° en relación con la base de la mano y del antebrazo (oblicuo con la inclinación del cayado de las herramientas). En esta presa se emplean los músculos flexores superficiales y profundos de los dedos.

Palmar cilíndrica

Se usa sobre objetos de diámetro grande como muestra la Figura 11 c) (a mayor diámetro menor firmeza). El bloqueo depende de la acción de la articulación metacarpofalángica, es decir, el pulgar puede mover al objeto en cierto sentido (camino más corto) para darle la vuelta.

Palmar esférica**Palmar esférica pentadigital**

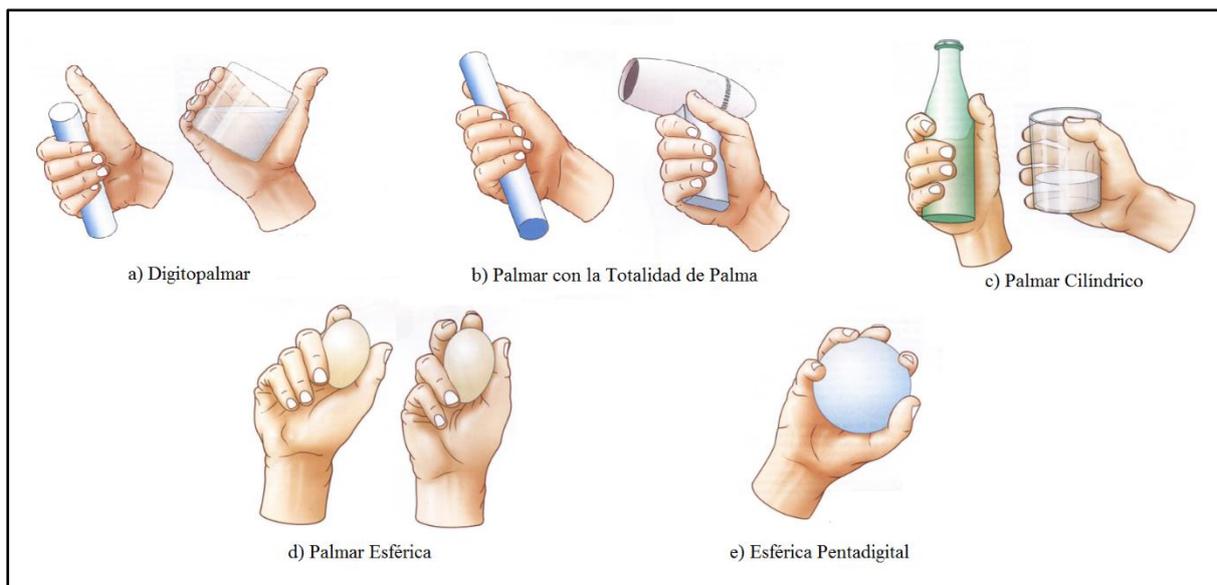
Puede implicar a tres (Figura 11 d) (der.)), cuatro (Figura 11 d) (izq.)) o cinco dedos, aquí el último dedo En la Figura 11 e) se ve como esta presa utiliza todos los dedos para contactar con el objeto por su cara palmar, siendo el pulgar el dedo que se

implicado por dentro (el medio en la opone al dedo anular (ocupan el mayor presa esférica tridigital o el anular en diámetro) y el bloqueo de la presa está la presa esférica tetradigital), garantizado distalmente por los dedos índice y contacta por la cara lateral externa medio y proximalmente por la eminencia tenar con el objeto, constituyendo así un y el dedo meñique. tope interno, reforzado por los dedos restantes.

Nota. En esta tabla se muestra una clasificación de las pinzas palmares con una breve descripción de sus diferentes tipos. Fuente: Adaptado de (Kapandji A. I., 2012).

Figura 11

Clasificación de las Pinzas Palmares



Nota. Fuente: Adaptado de (Kapandji A. I., 2012).

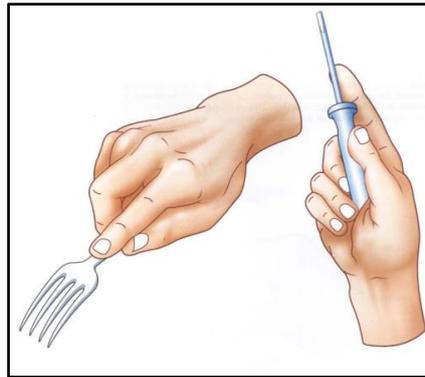
2.8.3. Las Presas Centradas

Este tipo de presas realizan una simetría en torno al eje longitudinal lo que en general hace que se confunda con el eje del antebrazo. Este tipo de presas son muy útiles en ciertas

actividades ya que requieren la flexión integral de los tres últimos dedos y haciendo una extensión completa del dedo índice como se muestra en la Figura 12.

Figura 12

Presas Centradas



Nota. En la gráfica se observa presas centradas al coger un tenedor o al agarrar un destornillador. Fuente: Adaptado de (Kapandji A. I., 2012).

2.9. Evaluación Clínica de la Fuerza de Prensión de la Mano

La evaluación de la fuerza de agarre o prensión se realiza en intervención clínica con tres instrumentos para determinar valores de agarre o pinzas como la palmar cilíndrica, de prensión palmar esférica y pinza por oposición subterminal, que indican la medición de la fuerza de agarre de los diferentes tipos.

2.9.1. Dinamómetro de Jamar

El dinamómetro Jamar Figura 13, mide la fuerza de agarre isométrico y aumenta la fuerza en programas de rehabilitación y terapia física, para fuerza de agarre cilíndrico, con registro de fuerza en kilogramos.

Figura 13*Dinamómetro de Jamar*

Nota. Fuente: Adaptado de (Escalona D'A., Naranjo O., Lagos S., & Solís F., 2009).

2.9.2. Vigorímetro Martin

El Vigorímetro Martin como se observa en la Figura 14, es un instrumento que ayuda a la medición de presión palmar esférica.

Figura 14*Vigorímetro Martin*

Nota. Fuente: Adaptado de (Escalona D'A., Naranjo O., Lagos S., & Solís F., 2009).

2.9.3. Pinzómetro Hidráulico Jamar

El Pinzómetro Hidráulico Jamar Figura 15 es un instrumento médico que se usa para medir la fuerza digital (de los dedos) de tres tipos diferentes de agarre de pinza.

- a) El agarre lateral/de llave: puede usarse para detectar si hay lesiones en el nervio cubital (debilidad del músculo aductor del pulgar o del primer músculo interóseo dorsal).
- b) El agarre con las yemas de los dedos: puede usarse para detectar si hay debilidad en el nervio interóseo.
- c) El agarre de 3 puntos: puede usarse para detectar si hay lesiones del nervio mediano o enfermedad degenerativa de las articulaciones carpometacarpianas.

Figura 15

Pinzómetro Hidráulico Jamar



Nota. Fuente: Adaptado de (Escalona D'A., Naranjo O., Lagos S., & Solís F., 2009).

2.9.3.1. Método de Estudio.

Se determinó la postura sedente como la más adecuada para realizar la evaluación, incluyendo columna alineada, hombros aducidos y sin rotación, codo flexionado en 90° a un costado del cuerpo, antebrazo y muñeca en posición neutra (Escalona D'A., Naranjo O., Lagos S., & Solís F., 2009).

Para la medición de la fuerza de pinza el dinamómetro se dejó reposar sobre la palma de la mano del explorador mientras que el sujeto realizaba la prueba Figura 16. Se instó al sujeto a realizar la empuñadura o pinza con la máxima fuerza mediante un impulso rápido pero continuado, hasta alcanzar la máxima potencia, registrándose la medición de máxima fuerza alcanzada por la aguja del dinamómetro (Torres Coscoyuela, González del Pino, Yáñez Calvo, & Bartolomé del Valle, 1999).

Figura 16

Toma de Fuerza en Paciente en Tipo de Prensión en Pinza



Nota. Fuente: Adaptado de (Escalona D'A., Naranjo O., Lagos S., & Solís F., 2009).

2.10. Causas de la Pérdida de Fuerza de Agarre de la Mano

Cuando se empieza a notar que simples actividades cotidianas se vuelven complejas o un verdadero desafío realizarlas, se puede tratar de una disminución de fuerza en el agarre de las manos. Esto se convierte en una cuestión de salud por lo que debe ser tratado por un especialista en el área para determinar el origen del problema. Más allá del desgaste por envejecimiento natural, esto se puede deber a problemas de salud más grandes y graves; tener un agarre débil puede estar originado por varias cosas entre las que están la artritis, un nervio pellizcado o una lesión nerviosa, entre (Tidelands Health, 2018).

Es por este motivo que a continuación se detallan las siguientes posibles causas: lesiones en el sistema nervioso central, lesiones de la mano, enfermedades neuromusculares y enfermedades neurológicas.

2.10.1. Lesiones en el Sistema Nervioso Central (SNC)

El SNC comprende la médula espinal y el encéfalo, debido a esto una lesión en este sistema puede dañar tejidos de estos aparatos de forma leve (recuperación completa) o grave (causa discapacidad permanente e incluso la muerte) (Nieuwenhuys, Voogd, & Huijzen, 2013).

En una contracción muscular voluntaria (la persona mueve intencionalmente el músculo) el cerebro genera una señal que puede llegar al músculo mediante 3 maneras:

- a) las células nerviosas en el tronco encefálico y la médula espinal;
- b) los nervios desde la médula espinal hasta los músculos (llamados nervios periféricos);
- c) la conexión entre nervio y músculo (llamada unión neuromuscular).

En un movimiento muscular involuntario (respuesta a un estímulo sensorial enviado al cerebro), generalmente debe existir una comunicación entre el músculo y el cerebro a través de los nervios, el cerebro envía con un mensaje al músculo de cómo responder al estímulo, el intercambio involucra dos vías nerviosas complejas: la vía nerviosa sensorial al cerebro y la vía del nervio motor hacia el músculo (Levin, 2019).

Las lesiones que causan debilidad en el agarre se producen solo cuando una o más partes de estas vías (cerebro, médula espinal, nervios, músculos o las conexiones entre ellas) están dañadas o enfermas, mismas que pueden desarrollarse repentina o gradualmente y afectar a todos los músculos del cuerpo o solo a una parte. Es decir; si hubo un traumatismo en los nervios del plexo braquial (encargado de la extremidad superior), puede interferir con las diversas

funciones del brazo y la mano. Ocasionalmente, el nervio está magullado y con el tiempo puede sanar por sí solo a tiempo, sin embargo, si un nervio se corta o se aplasta, puede necesitar tratamiento quirúrgico para ayudar a mejorar o restaurar la función de la mano o el brazo. Los síntomas generalmente ocurren después de una lesión en el cuello, hombro, brazo o mano y comúnmente son (Comprehensive Musculoskeletal Center, 2019).

- Pérdida de la sensibilidad en la parte superior del brazo, antebrazo y / o mano.
- Pérdida de la función en la parte superior del brazo, el antebrazo y / o la mano.
- Muñequera o incapacidad para extender la muñeca.
- Disminución del tono muscular en la parte superior del brazo, el antebrazo y / o la mano.
- Cambios en los patrones de sudoración de la parte superior del brazo, antebrazo y / o mano.

2.10.2. Lesiones de la Mano

“Las lesiones en manos y muñecas son bastante comunes en personas que trabajan con sus manos regularmente y por lo general no buscan tratamiento, pero retrasar el diagnóstico y el tratamiento puede ocasionar problemas a largo plazo o incluso una discapacidad permanente” (Weiland & Rohde, 2009). Entre las lesiones más frecuentes se encuentran las siguientes lesiones que se detallaran a continuación:

2.10.2.1. Lesión Repentina (Aguda).

Según (Weiland & Rohde, 2009), esta lesión podría ocurrir inmediatamente después de una torcedura, un golpe, una caída, un mal movimiento con la extremidad que comprometa su

morfología, entre otras. Podrían producirse moretones o hinchazón acompañado de un dolor repentino e intenso. Las lesiones repentinas incluyen:

- **Esguinces.** - Daños a los ligamentos (tipo de tejido que conecta hueso con hueso), hay diferentes grados de esguince, desde un desgarro menor hasta una ruptura completa. Los esguinces pueden ser: del pulgar (lesión del pulgar del esquiador) y de muñeca (aterrizar sobre la palma de la mano en una caída).
- **Lesiones al hueso.** - Los huesos pueden fracturarse (grieta o rotura) y/o dislocarse (moverse fuera de lugar o desalineación con la articulación) disminuyendo la movilidad y causar dolor. Las fracturas pueden ser: de muñeca (fracturas de escafoides) o de mano (fracturas de los metacarpianos y falanges).
- **Luxaciones de la articulación PIP.** - Una de las lesiones más comunes en una mano es una lesión en la articulación sobre el nudillo, la articulación interfalángica proximal (PIP), ocurre cuando el dedo está hiperextendido (forzado hacia atrás) o forzado a flexión (hacia abajo en una posición doblada).
- **Lesiones en los tendones.** - Como lo es la del dedo en martillo.
- **Tirones musculares (distensiones).**
- **Lesión por aplastamiento.** - Las cuales pueden provocar síndrome compartimental.

2.10.2.2. Lesiones por Uso Excesivo.

Según (Weiland & Rohde, 2009), cuando una articulación u otro tejido hacen un esfuerzo excesivo y repetitivo se producen esta clase de lesiones, pudiendo ser estas las siguientes:

- **Tejidos blandos y lesiones de tendones cerrados.** - Los tendones son un tipo de tejido conectivo que une el músculo al hueso. Una lesión común del tendón se llama tendinitis, una irritación del tejido.
- **Síndrome de De Quervain.** - Es una lesión común en personas que usan mucho movimiento de la muñeca, especialmente rotación y agarre repetitivos. El uso excesivo de la mano puede causar irritación de los tendones que se encuentran a lo largo del lado del pulgar de la muñeca.
- **Tendinitis en ecus.** - La tendinitis extensora del carpo cubital (ECU) es otra lesión común del tendón cerrado, es una inflamación del tendón que se extiende a lo largo de la parte posterior de la muñeca y es causada por torsiones repetitivas y flexión hacia atrás de la muñeca.
- **Dedo de béisbol.** - Es una lesión que comúnmente ocurre al comienzo de la temporada de béisbol, cuando una pelota golpea la punta del dedo, doblándola hacia abajo, en donde si la fuerza es lo suficientemente grande, incluso puede extraer pequeños pedazos de hueso también.
- **Jersey dedo.** - Es lo opuesto al dedo de béisbol y ocurre cuando la yema del dedo (generalmente anular), se extiende por la fuerza, esto hace que el tendón flexor, que dobla la punta del dedo, se separe del hueso.
- **Deformidad de Boutonnière.** - Es una lesión en los tendones que enderezan los dedos, ocurre cuando el dedo esta doblado y recibe un golpe fuerte provocando que se corte el deslizamiento central de la unión al hueso, es decir, la articulación media del dedo se doblará hacia abajo y la punta del dedo se doblará hacia atrás.

2.10.3. Enfermedades Neuromusculares

Los trastornos neuromusculares afectan el sistema neuromuscular, causando atrofas en los músculos, los nervios que los controlan, la comunicación entre nervios y músculos, entre otros. Estos trastornos pueden provocar que los músculos se debiliten y desgasten y presenten espasmos y dolor. Entre las causas más comunes de estas enfermedades están la genética (hereditario, se transmite en familias) y nuevas mutaciones en los genes, pudiendo ser también enfermedades autoinmunes de causa desconocida. Muchas enfermedades neuromusculares no tienen cura, pero los tratamientos pueden mejorar los síntomas, aumentar la movilidad y prolongar la vida (Medline Plus, 2020). Según (Katirji, Kaminski, & Ruff, 2013) las enfermedades neuromusculares son:

- **Distrofia muscular.** - Es un grupo de enfermedades que causan debilidad progresiva y pérdida de masa muscular, en la que, los genes anormales (mutaciones) interfieren con la producción de proteínas necesarias para formar un músculo sano, hay diversos tipos de distrofia muscular pero los síntomas de la variedad más común comienzan en la infancia. No hay cura para esta enfermedad, pero los medicamentos y la terapia pueden ayudar a controlar los síntomas y retrasar su curso.
- **Miastenia grave.** - Se caracteriza por debilidad y fatiga rápida cuando hay movimientos voluntarios de cualquiera de los músculos debido a un colapso en la comunicación normal entre nervios y músculos y es más común en mujeres menores de 40 años y en hombres mayores de 60 años. Tampoco hay cura para esta enfermedad, pero el tratamiento puede ayudar a aliviar los signos y síntomas, como la debilidad de los músculos de los brazos o las piernas, visión doble, párpados caídos y dificultades para hablar, masticar, tragar y respirar.

- **Atrofia muscular espinal.** - Es un trastorno genético caracterizado por debilidad y desgaste en los músculos utilizados para el movimiento (músculos esqueléticos). Es causada por una pérdida de células nerviosas especializadas, llamadas neuronas motoras que controlan el movimiento muscular. La debilidad tiende a ser más severa en los músculos que están cerca del centro del cuerpo en comparación con los músculos alejados del centro del cuerpo y generalmente empeora con la edad.

2.10.4. Enfermedades Neurológicas

Las personas con una enfermedad neurológica sistémica a menudo pueden presentar síntomas y signos que afectan la mano, síntomas que a menudo pueden ser atribuidos a trastornos comunes de las manos, como el síndrome del túnel carpiano. En aquellos pacientes con una enfermedad neurológica sistémica, un enfoque sistemático puede evitar que los pacientes se sometan a procedimientos quirúrgicos innecesarios al ser diagnosticados y tratados correctamente lo antes posible (Butler, Murray, & Horwitz, 2016). Según (Bradley, Daroff, & Fenichel, 2004), los trastornos neurológicos incluyen:

- **Esclerosis lateral amiotrófica.** - Es una enfermedad de las neuronas motoras (EMN) superior e inferior y puede presentarse alrededor de los 50 años. En la mano, las neuronas motoras inferiores y combinadas pueden presentarse primero con desgaste de los músculos tenares (músculo abductor pollicis brevis) confundido con síndrome del túnel carpiano a pesar de la ausencia de signos sensoriales.
- **Neuropatía hereditaria con susceptibilidad a la parálisis por presión (HNPP).** - Esta condición es el resultado de la eliminación de un segmento del cromosoma y generalmente se presenta entre los 30 y 40 años. Hay una producción inadecuada de mielina con una mielinización reducida de los nervios sensoriales y motores.

- **Distonía.** - Esta condición implica un movimiento involuntario repetitivo inicial seguido de una postura anormal de los músculos y puede afectar la cara (blefaroespasma), el cuello (tortícolis espasmódico) y las manos. Se cree que se rompe el equilibrio entre la excitación y la inhibición de los músculos y esto conduce a la contracción de los músculos antagonistas, puede ser doloroso durante y después de la postura anormal.
- **Esclerosis múltiple.** - Esta enfermedad compleja se cree que está relacionada con la desmielinización central y puede tener múltiples presentaciones, desde tipos agudos progresivos hasta crónicos y recurrentes; la persona puede presentar síntomas y signos que se difunden en el tiempo y la ubicación anatómica. Puede afectar tanto el sistema sensorial como el motor, es posible que la primera área afectada sea la mano confundiendo con la compresión del nervio mediano o cubital, retrasando el diagnóstico correcto. Otros signos de la mano incluyen una intención, temblor postural, y espasmos.

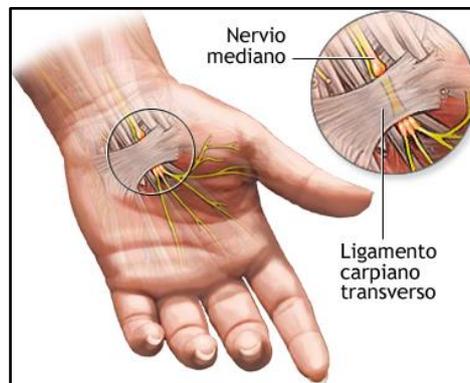
Dos enfermedades son de particular interés cuando se trata de la fuerza de agarre de la mano: síndrome del túnel carpiano y síndrome de vibración mano-brazo (HAVS), también conocido como síndrome del dedo blanco por vibración.

- **Síndrome del túnel carpiano**

El síndrome se presenta cuando el nervio mediano se comprime (causa presión excesiva o irritación) a medida que pasa a través del túnel carpiano como se observa en la Figura 17, este nervio proporciona funciones sensoriales y motoras a los dedos pulgar, índice, medio y anular.

Figura 17

Síndrome del Túnel Carpiano



Nota. En la gráfica se puede observar la zona en la cual se afecta del nervio mediano causante del síndrome del túnel carpiano Fuente: (Medline Plus, 2020).

A pesar de que el síndrome no tiene causa específica, las siguientes características pueden ser un factor contribuyente para presentarla según (Bradley, Daroff, & Fenichell, 2004).

- a) Frecuentes, repetitivos y pequeños movimientos con las manos.
- b) Movimientos frecuentes, repetitivos de agarre con las manos.
- c) Enfermedades articulares u óseas.
- d) Cambios hormonales o metabólicos y en los niveles de azúcar en la sangre.
- e) Otras afecciones o lesiones de la muñeca.
- f) Antecedentes familiares del síndrome del túnel carpiano.

Los síntomas del síndrome del túnel carpiano pueden ser similares a otros problemas o afecciones médicas, sin embargo, entre los síntomas más comunes se encuentran los siguientes:

- a) Dolor o entumecimiento y debilidad al agarrar objetos con una o ambas manos que puede empeorar por la noche interrumpiendo el sueño.

- b) Sensación de hinchazón y de alfileres o agujas en los dedos.
- c) Ardor u hormigueo en los dedos, especialmente el pulgar, índice y medio.

Para el diagnóstico del síndrome se procederá a verificar el historial médico del paciente y se le hará un examen físico. Siendo hasta el momento las pruebas electro diagnósticas en los nervios la mejor manera de diagnosticar el síndrome del túnel carpiano según (Bradley, Daroff, & Fenichell, 2004).

- **Síndrome de vibración mano-brazo (HAVS)**

Es una afección asociada con el uso de herramientas vibratorias de mano que tiene características vasculares, neurológicas y musculo esqueléticas. La característica vascular (dedo blanco por vibración) es un tipo de fenómeno secundario de Raynaud y el indicador más notorio de HAVS. La Tabla 5 muestra la descripción de la gravedad de sintomatología vascular que se va adquiriendo con esta afección, mientras que la Figura 18 los representa visualmente.

Tabla 5

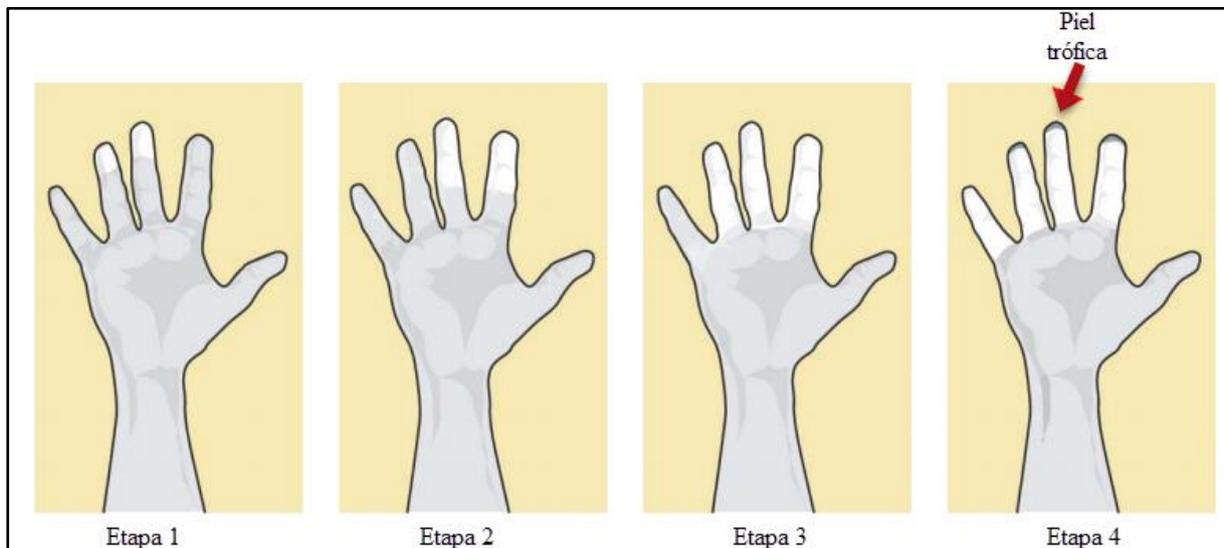
Descripción de los Síntomas Vasculares.

Nivel	Grado	Descripción
1	Leve	Ataques ocasionales que afectan solo la punta de uno o más dedos.
2	Moderado	Ataques ocasionales que afectan las falanges distal y medial (rara vez también proximal) de uno o más dedos
3	Severo	Ataques frecuentes que afectan a todas las falanges de la mayoría de los dedos.
4	Muy grave	Síntomas identificados en la etapa 3 y cambios adicionales en la piel trófica en la punta de los dedos

Nota. Esta tabla se muestra los niveles a los que puede llegar el síndrome HAVS. Fuente: Adaptado de (World Health Organization, s.f).

Figura 18

Etapas de HAVS.



Nota. Fuente: Adaptado por el Autor de (World Health Organization, s.f)

Los síntomas presentados son: palidez o cianosis bien demarcada de los dedos junto con entumecimiento u hormigueo en ambientes fríos, seguido por un calentamiento e hiperemia. El HAVS suele ser asimétrico y afecta primero a la mano dominante, comienza en la punta de los dedos y se va propagando con el tiempo, siendo los pulgares los menos afectados. Cada episodio suele durar de 5 a 30 minutos, pero la frecuencia, gravedad y duración de los síntomas aumentan a medida que avanza la afección. En raras ocasiones, en etapas tardías, los dedos pueden volverse permanentemente cianóticos y desarrollar necrosis tisular o gangrena; el dolor y la sensación de frío en las manos pueden volverse crónicas (Shen & House, 2017).

2.11. Sensores de Fuerza Resistivos (FSR)

La detección resistiva es generalmente usada como la forma más frecuente de medir la fuerza, para lo que se usan sensores resistivos y entre las ventajas principales de los FSR están la confiabilidad, construcción simple, resolución ajustable y tecnología libre de mantenimiento.

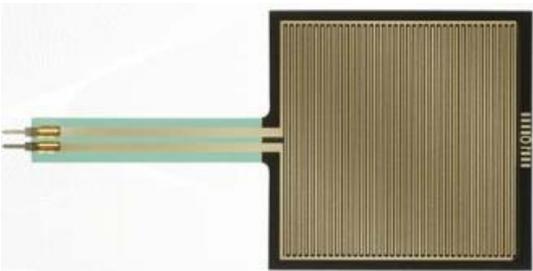
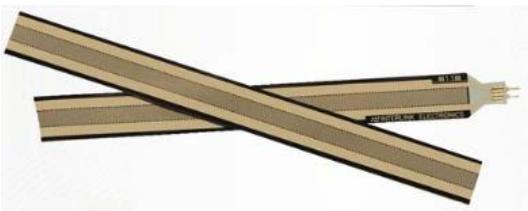
La resistencia eléctrica es también la propiedad eléctrica más fácil de medir con precisión en un amplio rango a un costo moderado. Estas características importantes han hecho que los sensores resistivos sean la opción preferida en los diseños de sensores (Stefanescu, 2011).

Los sensores impresos, delgados y flexibles han causado un impacto significativo en el área de la ingeniería de diseño en los últimos años, esto se debe en gran parte al auge de las tecnologías inteligentes, livianas y de bajo consumo, que se han ido acoplado al diario vivir. Al diseñar estos dispositivos compactos y potentes, los componentes integrados comparten los mismos rasgos como es el caso de los sensores tratados en este apartado.

2.12. Tipos de Sensores de Fuerza Resistivos

Los sensores de fuerza resistivo son un gran grupo de componentes integrados, con muchos nuevos tipos de sensores que se han introducido en los últimos años, sin dejar de lado que se los viene utilizando durante décadas (Pérez García, 2014). La serie de sensores FSR 400 de Interlink Electronics forman parte de la familia de detección de fuerza de zona única, los cuales se pueden encontrar en seis modelos diferentes como se puede observar en la Tabla 6.

Tabla 6*Clasificación de Sensores FSR de la serie 400*

	Modelos	Tipo	Área Activa
FSR 400 Corto		Circular	5.62 mm
FSR 400		Circular	5.08 mm
FSR 402 Corto		Circular	12.70 mm
FSR 402		Circular	14.68 mm
FSR 406		Cuadrado	39.6 mm x 39.6 mm
FSR 408		Tira	609.6 mm x 10.2 mm

Nota. Fuente: Adaptado de (https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/FSR400Series_PD.pdf)

Como se puede observar en la Tabla 6 existen varios modelos de sensores de fuerza resistiva; de los cuales no todos los podemos encontrar fácilmente en el mercado local. A continuación, se describe el funcionamiento y la forma de uso para obtener mediciones de fuerza como un componente integrado dentro de un dispositivo.

2.12.1. Funcionamiento

De acuerdo con la segunda Ley de Newton descrita en la (Ec. 1), en donde F es la fuerza, m la masa y a la aceleración, se puede obtener la (Ec. 2) para calcular la presión ejercida sobre determinada área, en donde, p la masa y A la aceleración y dicha fuerza se expresa comúnmente como Newton (N).

$$F = m \cdot a \quad (\text{Ec. 1})$$

$$F = p \cdot A \quad (\text{Ec. 2})$$

Los FSR permiten detectar presión física, tensión y peso, fáciles de usar y económicos. La Figura 19 es un modelo de sensor, específicamente el Circular FSR 402, la parte redonda de 14,68 mm de diámetro es la parte sensible y son una tecnología de detección piezoresistiva, quiere decir que son elementos pasivos que funcionan como una resistencia variable en un circuito eléctrico (Tecneu, 2020).

Figura 19

Sensor FSR en el Mercado



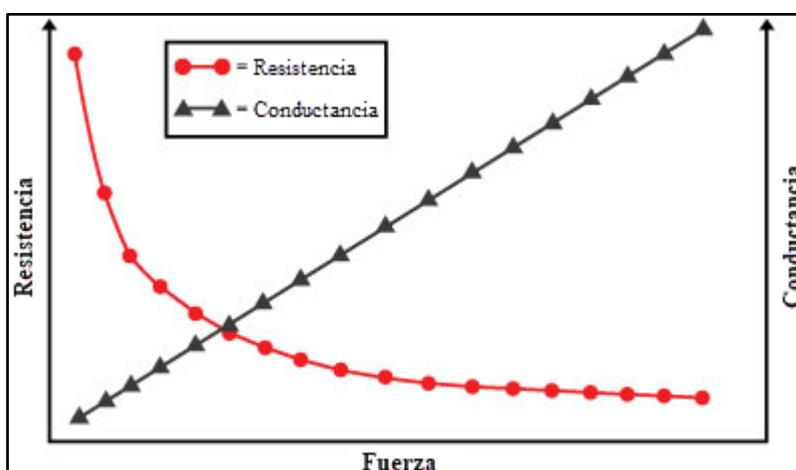
Nota. Fuente: Adaptado de (Tecneu, 2020).

En base a la (Ec. 2), se puede determinar que la fuerza es directamente proporcional a la presión del área, entonces cuando no hay presión (sensor descargado), el sensor se ve como una

resistencia infinita (orden de Megaohmios ($M\Omega$) – circuito abierto), a medida que aumenta la presión, la resistencia disminuye (generalmente del orden de Kiloohmios ($K\Omega$)). La Figura 20 indica la resistencia del sensor a diferentes mediciones de fuerza, por otra parte, al considerar el inverso de la resistencia (conductancia), la respuesta de conductancia en función de la fuerza es lineal dentro del rango de fuerza designado del sensor (Areny, 2003).

Figura 20

Grafica de la Fuerza en Función de la Resistencia



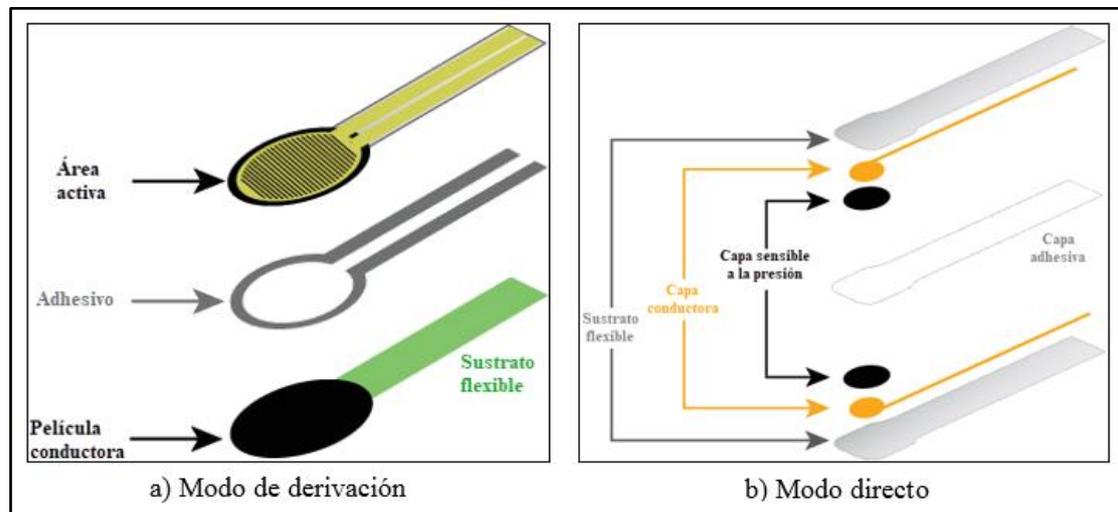
Nota. Fuente: Adaptado de (Tekscan, s.f.)

Es importante tener en cuenta que el gráfico no es realmente lineal, más bien logarítmico, es decir que, en mediciones de fuerza especialmente baja, pasa rápidamente de infinito a $100K\Omega$.

2.12.2. Composición

Las resistencias de detección de fuerza consisten en un material semiconductor, o tinta semiconductor, contenido entre dos sustratos delgados, cuanto más se presiona, más puntos de elemento activo tocan el semiconductor y la resistencia disminuye. Como se muestra en la Figura 21, existen dos tipos diferentes de tecnologías de resistencia de detección de fuerza: modo de derivación (Figura 21 a)) y modo directo (Figura 21 b)).

Figura 21

Tipos de Tecnología

Nota. Fuente: Adaptado de (Tekscan, s.f.).

- **Modo de derivación.** - Dispositivo de película gruesa de polímero que consisten en dos membranas separadas por un espacio de aire delgado. Una membrana tiene dos conjuntos de trazas interdigitadas que están aisladas electrónicamente una de la otra, mientras que la otra membrana está recubierta con una tinta resistiva de textura especial.
- **Modo directo.** - Circuito impreso flexible que utiliza una película de poliéster como sus dos sustratos externos. Los círculos plateados con trazas se colocan encima y debajo de una capa sensible a la presión, seguida de un polímero conductor. Se usa una capa adhesiva para laminar las dos capas del sustrato juntas.

2.3.1. Distribución de los Sensores

Los FSR pueden diseñarse de 2 formas: como punto único (unidad) o matriz (unión de varios sensores) conocido como tecnología de mapeo de presión, lo permite al usuario capturar la distribución de presión sobre un área determinada. En general, la flexibilidad de esta tecnología, combinada con sus capacidades operativas y su capacidad para funcionar en

circuitos simples, las convierte en una excelente opción para integrarse en dispositivos inteligentes con limitaciones de espacio y energía limitadas (Tekscan, s.f.).

2.3.2. Aplicaciones

Si bien todos los días se descubren nuevos usos para la tecnología de resistencia de detección de fuerza, la mayoría de las aplicaciones tienden a caer en cuatro categorías de uso diferentes:

- Detectar o medir una tasa de cambio de fuerza.
- Detectar o medir un cambio relativo en la fuerza.
- Detectando contacto y / o toque.
- Detección de umbrales de fuerza para desencadenar una acción de algún tipo (por ejemplo, aplicaciones IoT).

Los FSR se pueden actuar como potenciómetro, termómetro de resistencia, termistor, medir las enormes amplitudes de desplazamiento y entre otros. La resistencia del material semiconductor cambia cuando se produce tensión en él. Esta propiedad se puede usar para medir la fuerza, el desplazamiento y la presión.

2.3.3. Ventajas y Desventajas

- **Ventajas.** - Son de respuesta rápida, están disponibles en diferentes tamaños a bajos costos y tienen una alta resistencia, se calcula rápidamente la corriente en base al voltaje, su implementación es sencilla y se utiliza en diversas aplicaciones como ya se mencionó en el apartado (2.3.2), su eficiencia eléctrica es extremadamente alta y proporciona una salida adecuada para permitir el control de las operaciones.

- **Desventajas.** - Requieren de una gran potencia para mover los contactos deslizantes y estos pueden agotarse, volverse desiguales y producir ruido, esto se da en aplicaciones dentro de la transducción medida, como presión, tensión mecánica, desplazamientos, carga, fuerza, temperatura. Estos aparatos se basan en el cambio dentro de la resistencia provocado a través de lo medido.

2.13. Sistemas Embebidos

Son una combinación de software y hardware de computadora (diferentes a una computadora) con capacidad fija o programable, puede ser un sistema independiente o parte de un sistema mucho más grande que se enfoca en cumplir determinada función o funciones dentro de este. Los sistemas embebidos (Kamal, 2011). Presentan las siguientes características:

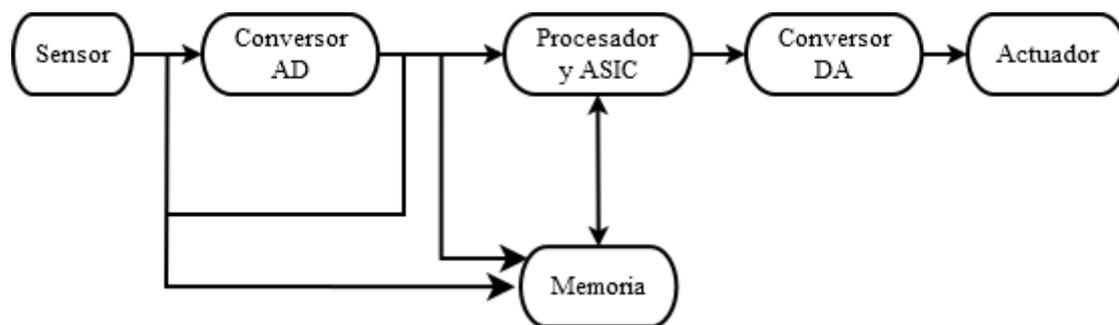
- Requiere rendimiento en tiempo real
- Debe tener alta disponibilidad y confiabilidad.
- Desarrollado alrededor de un sistema operativo en tiempo real
- Por lo general, tener una operación fácil y sin disco, arranque ROM
- Diseñado para una tarea específica
- Debe estar conectado con periféricos para conectar dispositivos de entrada y salida.
- Ofrece alta confiabilidad y estabilidad
- Interfaz de usuario mínima necesaria
- Memoria limitada, bajo costo, menos consumo de energía
- No necesita ninguna memoria secundaria en la computadora.

2.4.1. Arquitectura

La Figura 22 muestra la arquitectura básica de un sistema embebido y sus componentes se describen a continuación:

Figura 22

Arquitectura de un Sistema Embebido



Nota. Fuente: Adaptado por el Autor de (Kamal, 2011).

- **Sensor.** - Cuantifica la característica física y la convierte en una señal eléctrica y la almacena en la memoria para posteriormente poder ser tratada. Esta señal puede ser preparada por un observador o por cualquier instrumento electrónico.
- **Conversor AD.** - Convertidor analógico – digital, permite convertir una señal analógica enviada por el sensor en una señal digital.
- **Memoria.** - Se emplea para almacenar información, el sistema embebido está formado básicamente por dos celdas de memoria, una volátil y otra no volátil.
- **Procesador y ASIC.** - Procesa los datos para medir la salida y almacenarlos en la memoria.
- **Conversor DA.** - Convertidor digital – analógico, convierte los datos digitales alimentados por el procesador en datos analógicos.

- **Actuador.** - Permite comparar la salida dada por el convertidor DA con la salida real almacenada en él y almacena la salida aprobada en la memoria.

2.4.2. Comunicaciones Inalámbricas

Hace años atrás, los dispositivos integrados eran independientes, que únicamente recolectaban datos de forma individual para monitorear distintas cosas y no entre ellos. Pero recientemente la capacidad de comunicación entre dispositivos integrados ha dado lugar a una gran cantidad de dispositivos integrados en red que trabajan en enjambre, (unos comunicados con otros). Estos dispositivos tienen capacidad de comunicación, en su mayoría inalámbricos. El desafío para los diseñadores de sistemas IoT o embebidos es la integración de conectividad inalámbrica en el producto. Comunicaciones descentralizadas para redes inalámbricas. Procesamiento e inferencia de señales dentro de la red para redes de sensores inalámbricos. Procesamiento de señales para análisis de datos de sensores múltiples y herramientas interdisciplinarias. Propagación y modelado de canales. Análisis de desempeño de sistemas de comunicaciones móviles. Mecanismos de control de acceso medio (MAC) en redes celulares e inalámbricas. Protocolos de enrutamiento y transporte en redes de comunicaciones móviles y cableadas. Evaluación de desempeño y QoS en redes basadas en IP. El grupo de investigación está compuesto por tres laboratorios: Procesamiento inteligente de señales y redes inalámbricas (WISENET). Comunicaciones por radio móvil.

Si existe una característica de hardware que prácticamente todos los sistemas embebidos tienen que incorporar es algún tipo de conectividad de red. Para muchos dispositivos, la conectividad inalámbrica es la opción más inteligente. En enfoque Wireless también hace que la instalación sea más fácil, particularmente con la llegada de las redes malladas que ahora forman parte del estándar Bluetooth 5.

Las redes inalámbricas como LoRaWAN posibilitan el acceso a dispositivos ubicados a kilómetros de modo muy económico. Diseñada para transportar pequeños paquetes de datos con ratios de hasta 50 kb/s, LoRaWAN requiere muy poca potencia del propio dispositivo embebido. Esto resulta ideal en nodos de sensor, rastreo de bienes y mercancías; además evita la complejidad de usar módulos de identidad de abonado (SIM) que son necesarios en conectividad móvil y suponen la otra opción principal en redes inalámbricas de área amplia.

Para redes inalámbricas de corta distancia, Wifi sigue siendo una opción muy efectiva, especialmente para aquellos sistemas que requieren soporte de elevado ancho de banda, como los de video vigilancia.

2.4.3. *Software y Hardware Libre*

- **Software.** - La definición de software libre estipula los criterios que se tienen que cumplir para que un programa sea considerado libre. De vez en cuando modificamos esta definición para clarificarla o para resolver problemas sobre cuestiones delicadas. Se puede consultar la lista de modificaciones que afectan la definición de software libre. El «Open Source» (Código abierto) es algo distinto: su filosofía es diferente y está basada en otros valores. Su definición práctica también es diferente, pero de hecho casi todos los programas de código abierto son libres.
- **Hardware.** - Significa hardware que los usuarios pueden usar y copiar para redistribuir con o sin cambios. Sin embargo, no hay fotocopadoras para hardware, aparte de las llaves, el ADN y las formas exteriores de los objetos de plástico. La mayor parte del hardware se fabrica a partir de algún tipo de diseño. El diseño viene antes que el hardware. Por lo tanto, el concepto que realmente necesitamos es el de un diseño de hardware libre. Eso es simple: significa un diseño que permite a los usuarios usar el

diseño (es decir, fabricar hardware a partir de él) y copiarlo y redistribuirlo, con o sin cambios. El diseño debe proporcionar las mismas cuatro libertades que definen el software libre. Entonces podemos referirnos al hardware hecho a partir de un diseño libre como "hardware libre", pero "hardware de diseño libre" es un término más claro ya que evita posibles malentendidos.

2.14. Metodología

La metodología la definiremos como aquella disciplina que indicará que métodos y técnicas hay que usar en cada fase del ciclo de vida de desarrollo del proyecto. Los elementos que componen a una metodología se los puede observar en la Figura 23.

Figura 23

Elementos que Componen una Metodología



Nota. Fuente: Adaptado de (Trigas Gallego & Domingo Troncho, 2012).

2.14.1. La Metodología en Cascada

En la metodología en cascada el ciclo de vida de un proyecto se caracteriza porque todas las fases se realizan de forma secuencial, es decir, que las fases se llevan a cabo una después de la otra, pero eso sí, cada fase tiene que estar finalizada antes de comenzar la siguiente. (Trigas Gallego & Domingo Troncho, 2012). El modelo en cascada consta básicamente de cinco fases según (Gómez & Fuentes, 2012) y estas se detallan a continuación:

- **Fase 1:** Análisis y definición de requerimientos

Se trabaja con los clientes y los usuarios finales del sistema para determinar el dominio de aplicación y los servicios que debe proporcionar el sistema, así como sus restricciones. Con esta información se produce el documento de “Especificación de Requerimientos del Sistema”.

- **Fase 2:** Diseño del sistema y del software

Durante el proceso de diseño del sistema se distinguen cuáles son los requerimientos de software y cuales los de hardware. Después se establece una arquitectura completa del sistema. Durante el diseño del software se identifican los subsistemas que componen el sistema y se describe cómo funciona cada uno y las relaciones entre éstos.

- **Fase 3:** Implementación y validación de unidades

Consiste en codificar y probar los diferentes subsistemas por separado. La prueba de unidades implica verificar que cada una cumpla su especificación (proveniente del diseño).

- **Fase 4:** Integración y validación del sistema

Una vez que se probó que funciona individualmente cada una de las unidades, éstas se integran para formar un sistema completo que debe cumplir con todos los requerimientos del software. Cuando las pruebas del sistema completo son exitosas, éste se entrega al cliente.

- **Fase 5:** Funcionamiento y mantenimiento

El sistema se instala y se pone en funcionamiento práctico. El mantenimiento implica corregir errores no descubiertos en las etapas anteriores del ciclo de vida y mejorar la implantación de las unidades del sistema para darle mayor robustez (y no nuevas funcionalidades).

3. Capítulo III

Diseño Del Sistema

En este capítulo se desarrollarán las dos primeras fases de la metodología en cascada, las cuales son secuenciales para así llevar un proceso ordenado y secuencial. Al iniciar este capítulo se detallará que departamento está encargado del personal administrativo con el que cuenta la Universidad Técnica del Norte; donde se limitara el personal al cual se le realizaran las pruebas de funcionamiento del sistema. Posteriormente será elaborado el documento con las especificaciones de los requerimientos del sistema electrónico; esto con la ayuda de las personas que van a estar involucradas en la realización de este proyecto de investigación como los usuarios y el administrador, el diseño se lo realizara cumpliendo los diferentes requerimientos.

3.1. Fase 1: Definición de Requerimientos

En este apartado se inicia la Fase 1 de la metodología en cascada; donde se da a conocer al grupo de personas que van a estar involucradas en este proyecto, para lo cual el desarrollador del sistema realizará un análisis para delimitar al personal administrativo de la UTN; el cual se someterá voluntariamente a las pruebas de funcionamiento, además se recolectará los requerimientos funcionales y operacionales de la persona que estará a cargo del sistema, con esta información se procederá a realizar el documento de especificaciones y requerimientos del sistema electrónico.

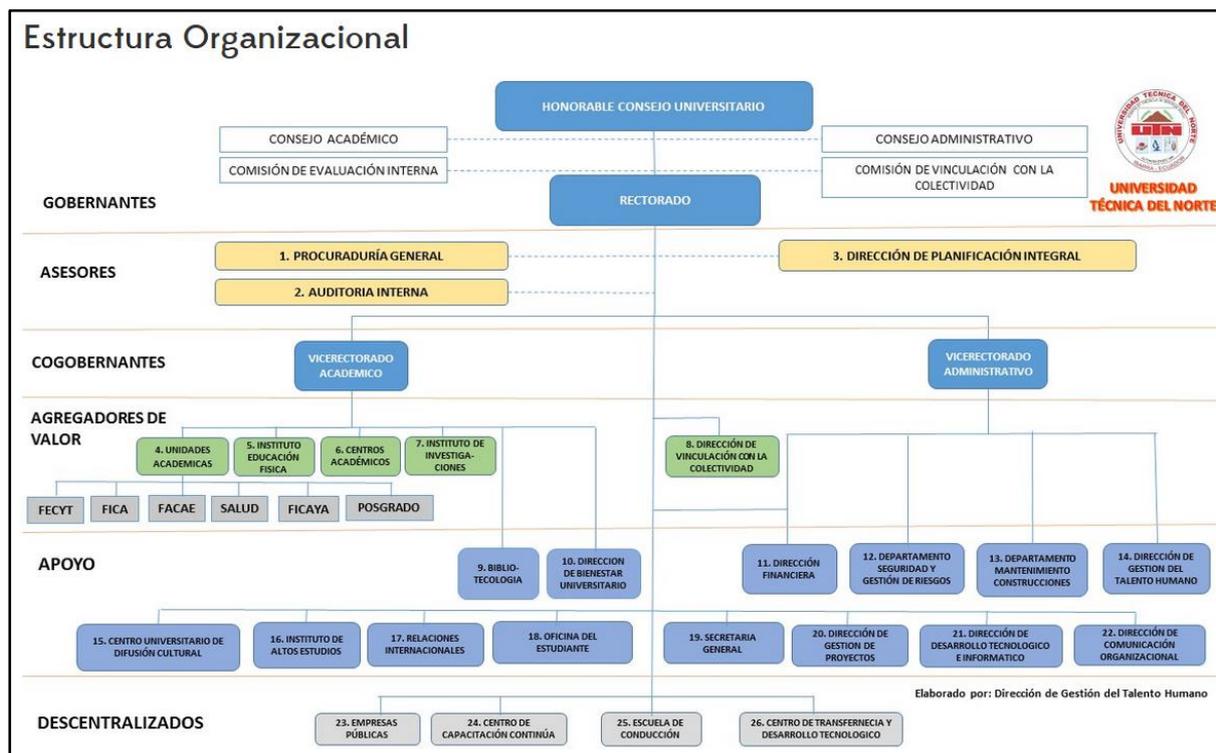
3.2. Universidad Técnica del Norte

La Universidad Técnica del Norte (UTN) es una institución de educación superior, pública y acreditada que ha de formar profesionales de excelencia con responsabilidad social. La misma que ejecuta procesos de investigación, transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos. La universidad resalta las potencialidades que posee y los avances logrados

durante su vida institucional en los ámbitos de la academia, investigación y vinculación con la sociedad. Donde la UTN tiene una estructura organizacional para llevar los diferentes procesos como se puede observar en la Figura 24.

Figura 24

Estructura Organizacional de la UTN



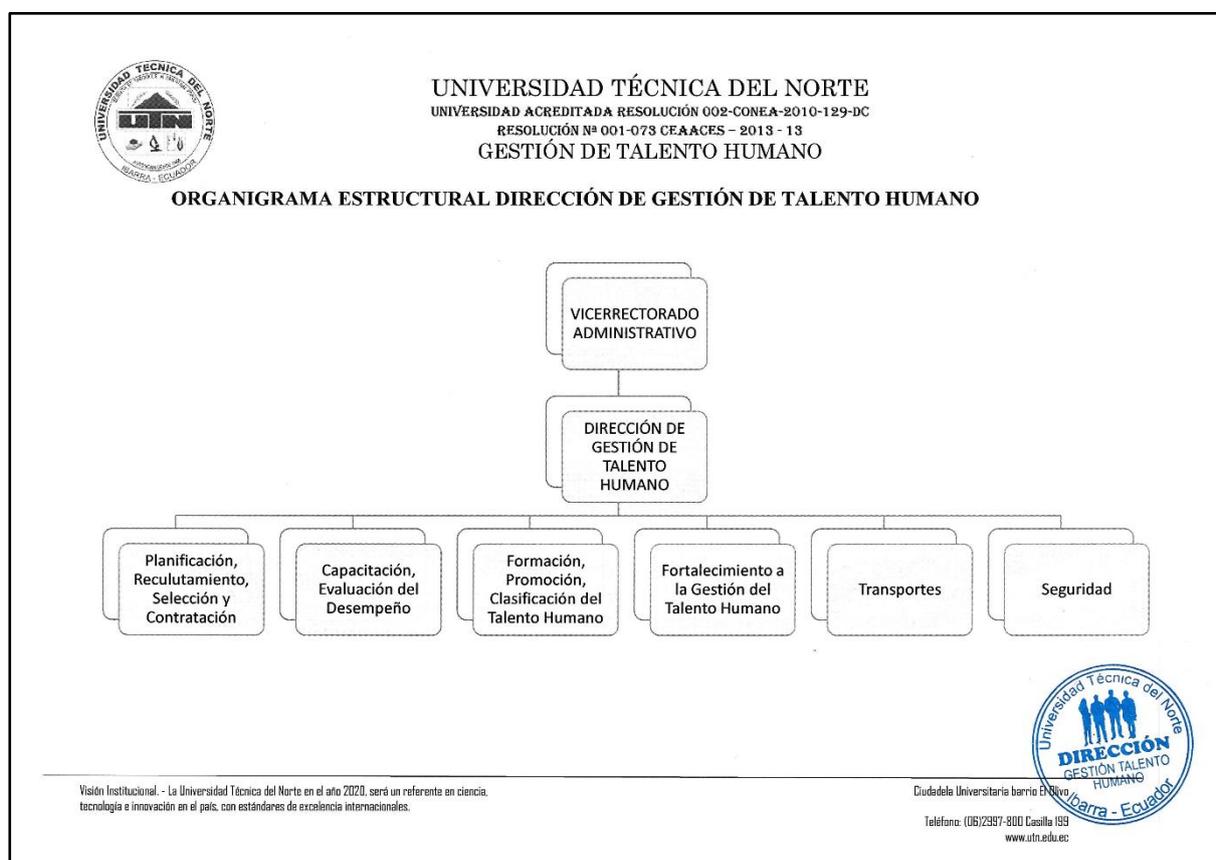
Nota. Fuente: Adaptado de (https://www.utn.edu.ec/web/uniportal/?page_id=2171)

3.2.1. Dirección de Gestión de Talento Humano

La Dirección de Gestión del Talento Humano de la UTN está conformada por seis Subsistemas Estructurales como se puede observar en la Figura 25, donde cada uno de estos Subsistemas desempeña diferentes actividades o funciones dentro de la Universidad esto se puede ver más a detalle en el ANEXO A.

Figura 25

Organigrama Estructural de la Dirección de Gestión de Talento Humano



Nota. Fuente: Dirección de Gestión de Talento Humano de la UTN.

3.2.1.1. Subsistema de Planificación del Talento Humano

Este subsistema cumple con las siguientes actividades que se muestran a continuación:

- Planificación Anual del Talento Humano (Personal Administrativo y de Servicio)
- Desvinculación por Jubilación y Retiro Voluntario
- Concesión de Comisiones de Servicios – Personal Losep
- Concesión de Comisiones de Servicios – Personal Docente/Loes
- Cambio de Ocupación – Personal Sujeto al Código de Trabajo

- Cambio de Régimen de Dedicación Docente
- Procesos Disciplinarios Personal Losep y Código de Trabajo
- Procesos Disciplinarios Personal Loes

3.3. Análisis.

Para determinar a qué personal administrativo de la UTN se le efectuará las pruebas del sistema se tomará en cuenta el factor ocupacional; que son las actividades cotidianas que desempeñan en su labor diaria. Para determinar los requerimientos funcionales, operacionales y así como sus restricciones; se documentará información relevante que se nos proporcionará mediante una entrevista que se coordinará con una fisioterapeuta ocupacional del Centro de Rehabilitación INFA - Ibarra; como se muestra en el ANEXO B.

3.3.1. Situación Actual

En la actualidad según la Dirección de Gestión de Talento Humano de la Universidad Técnica del Norte cuenta con una nómina de 293 personas que conforman el personal administrativo esto puede verse en el ANEXO C. Además, cuentan con distintas denominaciones de puestos en las diferentes unidades orgánicas de las cuales dispone la UTN. Es así como las pruebas de nuestro sistema serán a una parte de este personal administrativo independientemente del sexo de la persona; las cuales desempeñen actividades de oficina dentro de su entorno laboral que son actividades cotidianas y repetitivas, al respecto cabe mencionar que la gran parte de este personal no está asistiendo presencialmente a su puesto de trabajo esto debido a la situación sanitaria que atraviesa el país y el mundo en general; por lo que se espera que se realice a un 20% de personal administrativo que asiste presencialmente al campus universitario en horarios ya establecidos.

3.3.2. Técnicas de Investigación

La muestra de personas a las cuales se realizará la evaluación funcional del sistema son personal administrativo con la denominación de “secretarias”; cuyo número es de 50 personas en su totalidad femenino esta información se puede observar en el ANEXO D. Esto debido a que realizan actividades de oficina; lo cual conlleva realizar movimientos repetitivos constantemente en su puesto de trabajo, lo que significa que esta parte de la población es más propensa a sufrir patologías que afecten a los miembros superiores “dedos” de las manos.

A partir de lo anteriormente expuesto en la presente investigación se realizará el diseño partiendo de los requerimientos operacionales y funcionales que nos establezca la persona que operará el sistema en este caso la fisioterapeuta ocupacional, por tal motivo se realiza una entrevista.

Por otro lado, este proyecto se basa específicamente en una investigación que se considere como una propuesta alternativa a tomar en cuenta en el área de fisiatría; para mejorar la toma y registro de la información de un paciente evaluado clínicamente mediante una exploración locomotora de la mano.

3.3.3. Propósito y Ámbito del Sistema

Se propone desarrollar un sistema electrónico que cumplirá con la funcionalidad de un pinzómetro Jamar, el cual tomará mediciones de fuerza de prensión en pinza bidigital de tipo oposición subterminal mediante un sensor de fuerza resistivo FSR con la ayuda de hardware y software libre.

El sistema electrónico permite el manejo de un sensor FSR para la toma de fuerza de prensión de los dedos, además de usar una placa que puede realizar procesamiento, transmisión y visualización de datos. En tal sentido el sistema enviará los datos adquiridos de manera

inalámbrica a una base de datos local; donde esta será almacenada y se tendrá un historial clínico digitalizado con lo cual se mejorará el seguimiento de los pacientes. Por otra parte, esta información puede ser utilizada para posteriores comparaciones y estudios de las mediciones entre los diferentes pacientes.

Este proyecto se limita a una propuesta alternativa de cómo se puede tomar y llevar la información que se obtiene por un pinzómetro jamar cuando se realiza una evaluación locomotora de prensión de la mano.

3.3.4. Descripción General del Sistema

El sistema electrónico es denominado PinSenFR debido a que este realiza mediciones de fuerza de prensión de los dedos; esta es una función que desempeña un pinzómetro jamar y además está conformado por un sensor de fuerza resistivo (FSR). Es de estos términos que se ha generado este nombre para el actual proyecto de investigación.

El sistema electrónico está conformado por un sensor FSR para la toma de mediciones de fuerza, el cual tiene características específicas como el rango de medición y su tamaño. La placa a la que se encuentra conectado el sensor se encarga del procesamiento, adquisición y envío de datos tomados de los pacientes de manera inalámbrica hacia una base de datos local.

Debido a esto los datos adquiridos serán vinculados con la información personal de cada paciente; es por este motivo que el administrador crea primero una ficha médica e ingresa la información que se requiera del paciente antes de iniciar la evaluación de fuerza de prensión. En síntesis, la forma de cómo se lleva la información mejora el seguimiento de cada paciente evaluado con el sistema.

3.3.5. Características del Sistema

El sistema electrónico de evaluación de fuerza de presión de los dedos es una investigación alternativa dentro del área de fisioterapia ocupacional de cómo se debe obtener y almacenar los datos de la mano cuando se realiza una medición de tipo pinza bidigital por oposición subterminal. El proyecto tiene varias alternativas de hardware para su desarrollo por lo que se determinan algunas restricciones que se puedan tener a la hora de su aplicación y funcionamiento.

3.3.5.1. Restricciones.

- Es un sistema alternativo, por lo tanto, las mediciones no serán al 100% ideal ya que siempre habrá un margen de error.
- Para la adquisición de datos será necesario solo el uso de un sensor FSR.
- El sistema electrónico denominado PinSenFR, deberá ser lo más compacto posible.
- No se impedirá al usuario poder visualizar la información de lo que se está realizando.
- Solo el desarrollador del sistema podrá realizar cambios o modificar el prototipo final dependiendo de lo que diga el administrador.
- El sistema deberá de realizar mediciones tal y como se indiquen las instrucciones médicas de la fisioterapeuta.
- La adquisición de datos solo funcionara cuando el nodo sensor esté vinculado a la red creada por el nodo central.
- El módulo del nodo central donde estará creada la base de datos local deberá estar siempre conectado a una fuente de alimentación eléctrica.

3.3.5.2. Riesgos.

- Al tener no tener un rango referencial de medición en específico el margen de error puede variar dependiendo de las características fisiológicas de cada paciente.
- El sensor puede tomar mediciones incorrectas si no se siguen las indicaciones de la fisioterapeuta.
- El sistema no funcionará si se va la corriente eléctrica.
- Las pruebas deberán de realizarse siempre con las manos secas para evitar algún tipo de daño.

3.4. Especificación de Requerimientos

Para este proyecto los requerimientos del sistema serán establecidos en base al estándar ISO/IEC/IEEE 29148-2018. Ya que este es un estándar que proporciona un tratamiento unificado de los procesos y productos involucrados en los requisitos de ingeniería a lo largo del ciclo de vida de los proyectos.

Por otro lado, los requerimientos del sistema se establecieron en base a criterios de prioridad como los de usuarios; que son las personas que están involucradas en el desarrollo del sistema, la funcionalidad y el diseño. Es así como se determinará el dominio de aplicación y servicios que deberá brindar el sistema electrónico.

3.4.1. Identificación de Stakeholders

A continuación, en la Tabla 7 se muestra los Stakeholders del proyecto; que son todas las personas que participarán directamente o indirectamente en la realización de este proyecto.

Tabla 7*Tabla de Lista de Stakeholders*

	Stakeholders
Fisioterapeuta	Lic. Patricia Choez
Director del Proyecto	Msc. Jaime Michilena
Asesores del Proyecto	Msc. Carlos Vásquez Msc. Luis Suarez
Desarrollador del Proyecto	Daniel Osejos
Usuarios	Secretaria de Despacho Secretaria Ejecutiva

Nota. Fuente: Autoría.

3.4.2. Nomenclatura de los Requerimientos

Para el desarrollo de este proyecto es fundamental conocer la nomenclatura de cada uno de los requerimientos como se presenta en la Tabla 8, la cual ayudara a presentar la información de una manera más compacta y comprensible.

Tabla 8*Nomenclatura de los Requerimientos*

Requerimiento	Nomenclatura
Especificaciones de Stakeholders	StRS
Especificaciones del Sistema	SyRS
Especificaciones de Arquitectura	SrSH

Nota. En esta tabla se indica la simbología que van a utilizar las diferentes especificaciones del sistema. Fuente: Autoría.

3.4.3. Requerimientos de Stakeholders

La Especificación de los Requisitos de Stakeholders (StRS) describe la motivación de los usuarios que están involucrados en el desarrollo del sistema, estos definirán las reglas bajo las cuales el mismo será utilizado y documentará los requisitos incluyendo las necesidades de los usuarios, operadores y desarrolladores del sistema como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9

Requerimientos de Stakeholders del Sistema

Requerimientos StRS					
#	Requerimiento	Prioridad			Relación
		Alta	Media	Baja	
Requerimientos Operacionales					
StRS1	El sistema debe ser lo más compacto posible.	X			SrSH6
StRS2	El sensor debe de cumplir un rango de medición.	X			
StRS3	El nodo sensor debe tener la opción a una alimentación portable.		X		SrSH5
StRS4	Conectividad a internet.			X	
StRS5	Comunicación inalámbrica “wifi”.	X			SyRS6
StRS6	El módulo de toma de datos debe permitir visualizar información sobre los que se está realizando.	X			
Requerimientos de Usuario					
StRS7	Los datos tomados deberán ser visualizados en tiempo real.	X			SrSH11
StRS8	La información de los pacientes deberá ser ingresada en un formato de ficha médica.		X		SyRS7

Nota. Fuente: Autoría.

Los requerimientos antes citados y analizados son parte de este proyecto ya que fueron determinados por las personas que intervienen en la realización de este sistema electrónico tanto como operador y desarrollador; cabe resaltar que este se limita a una propuesta alternativa de como tomar y llevar la información, teniendo el propósito de aplicar la digitalización de los procesos con la ayuda del uso de las nuevas tecnologías.

3.4.4. *Requerimientos del Sistema*

El propósito de los requerimientos del sistema (SyRS) es proporcionar una descripción de lo que debe hacer el sistema, en términos de interacciones o interfaces con su entorno externo como se muestra en la Tabla 10. Tradicionalmente los SyRS han sido vistos como un documento que transmite los requisitos del consumidor y los usuarios al desarrollador quién especificará y construirá el sistema.

Tabla 10

Requerimientos del Sistema

Requerimientos SyRS					
#	Requerimiento	Prioridad			Relación
		Alta	Media	Baja	
Requerimientos de Sistema					
SyRS1	Tiempo reducido para adquisición de datos.	X			SrSH8
SyRS2	Rendimiento y desempeño a largo plazo.		X		
SyRS3	Capacidad de almacenamiento de datos.	X			SrSH12
SyRS4	Soporte a largo plazo del software.		X		
SyRS5	Botones para comenzar y finalizar cada proceso.	X			SrSH4
Requerimientos de Interfaz					
SyRS6	Conectividad Wi-fi	X			StRS5

SyRS7	Es necesario que el operador ingrese a una plataforma de almacenamiento para visualizar los datos.	X	SyRS7
SyRS8	Pines de entrada y salida de información del sistema embebido (4).	X	SrSH10
Requerimientos de Uso			
SyRS9	El sistema debe estar energizado.	X	
Requerimientos de Modo y Estado			
SyRS10	Modo Sleep (El módulo de almacenamiento para visualizar datos siempre estará encendido).	X	
SyRS11	Modo On (El módulo de adquisición de datos este activado).		X
Requerimientos Físicos			
SyRS12	El módulo para la adquisición de datos debe ser lo más compacto posible.	X	
SyRS13	La superficie del sensor FSR debe tener un tamaño similar a la yema de los dedos.	X	

Nota. Fuente: Autoría.

Después de analizar y establecer cuáles serán los requerimientos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema se concluyó que el módulo a utilizarse en la parte de adquisición de datos debe ser programable, de tamaño compacto y ligero con un desempeño a mediano y largo plazo; además de procesar información rápidamente y de poder visualizarla. El módulo que se utilizara en el almacenamiento de información de cada paciente deberá permitir crear una interfaz donde se visualizara todos los datos.

3.4.5. Requerimientos de Arquitectura

El propósito de los requerimientos de arquitectura (SrSH) es generar diferentes alternativas de componentes electrónicos que pueden ser utilizados para el funcionamiento del

sistema, este debe cumplir ciertas especificaciones tanto de hardware y software como se puede observar en la Tabla 11.

Tabla 11

Requerimientos de Arquitectura del Sistema

Requerimientos SrSH					
#	Requerimiento	Prioridad			Relación
		Alta	Media	Baja	
Requerimientos Lógicos					
SrSH1	Vincular el nodo sensor con el nodo central vía wifi.	X			
SrSH2	Convertor análogo/digital		X		
Requerimientos de Diseño					
SrSH3	Lugar donde ubicar la placa en desarrollo del nodo sensor.	X			
SrSH4	Lugar donde ubicar botones para los diferentes procesos.	X			SyRS5
SrSH5	Lugar donde ubicar una batería.		X		StRS3
SrSH6	Compacto y ligero (de todos los componentes).	X			StRS1
SrSH7	Implementación del sistema de bajo costo.	X			
Requerimientos de Hardware					
SrSH8	Módulos programables de desarrollo.	X			SyRS1
SrSH9	Sensor capaz de medir fuerza.	X			
SrSH10	Sistema embebido con capacidad de conectar un sensor.		X		SyRS8
SrSH11	Componente que permita visualización de información en tiempo real.	X			StRS7
SrSH12	Sistema embebido que permita el tratamiento de información en tiempo real.	X			SyRS3

SrSH13	Disponibilidad de los dispositivos en el mercado local.	X	
Requerimientos de Software			
SrSH14	Contar con librerías de los módulos seleccionados para cada nodo.	X	
SrH15	Disponibilidad de librerías de sensores FSR.	X	
SrSH16	Sistema operativo y lenguaje de programación deben ser de código libre.	X	
SrSH17	El software a elegir debe ser compatible con la placa seleccionada para el desarrollo.	X	
Requerimientos Eléctricos			
SrSH18	Fuente de alimentación portable.		X
SrSH19	Fuente de voltaje de 5V.	X	

Nota. Fuente: Autoría.

Los requerimientos antes mencionados y analizados tienen relación con las necesidades que este debe cumplir a petición del operador y los usuarios, así mismo con las características internas y externas de operación que el sistema electrónico debe de cumplir para poder tener un correcto funcionamiento. En esta relación el software debe ser compatible con los componentes de hardware que vayan a ser seleccionados.

3.5. Fase 2: Diseño del Sistema y del Software

Una vez concluido el análisis del personal administrativo de la UTN y después de una visita al centro especializado de rehabilitación integral de Ibarra se pudo determinar los requerimientos técnicos y operacionales que necesita nuestro sistema para su correcto funcionamiento. Donde antes de iniciar con el diseño de nuestro sistema electrónico se procede

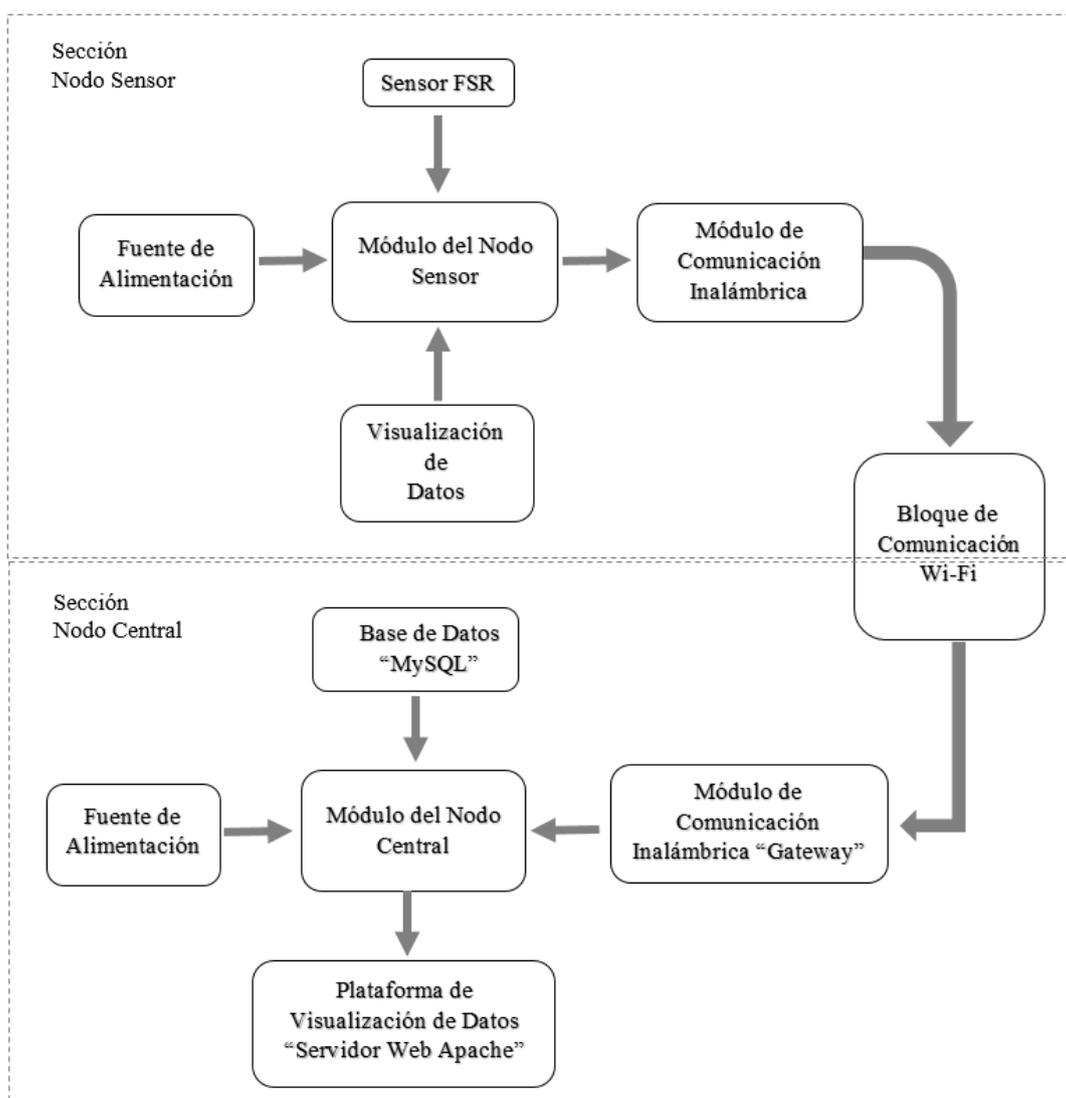
a realizar un diagrama de bloques general; seguido de esto se seleccionarán los componentes de hardware y software.

3.5.1. Diagrama de Bloques General del Sistema.

En el siguiente diagrama de bloques que se puede observar en la Figura 26, se muestra una representación gráfica de cómo estará conformado el sistema electrónico propuesto.

Figura 26

Diagrama General de Bloques



Nota. Fuente: Autoría.

3.6. Elección de Hardware

En este apartado vamos a determinar los componentes más adecuados de hardware para el sistema, a partir del análisis previamente realizado a los diferentes requerimientos que deba cumplir para su correcto funcionamiento. La elección se realizará mediante tablas comparativas entre los diferentes componentes; los cuales deberán cubrir la mayoría de requerimientos, esto asignando una calificación de 1 y 0 (1 si cumple, 0 no cumple) se elegirá al componente que tenga una mayor valoración.

3.6.1. Sección del Nodo Sensor

Esta sección se refiere específicamente a la toma de datos, por lo cual el primer componente a seleccionarse es el módulo o placa de procesamiento de información, que debe cumplir con todos los requerimientos anteriormente mencionados. A continuación, en la Tabla 12 se presentan las diferentes opciones de microcontroladores que puedan ser tomados a consideración para el sistema.

Tabla 12

Evaluación para la Selección del Sistema Embebido del Nodo Sensor

Tipo	Requerimientos															Valoración	
	StRS1	StRS3	StRS5	StRS6	StRS7	SyRS2	SyRS6	SyRS8	SyRS12	SrSH1	SrSH2	SrSH8	SrSH10	SrSH11	SrSH13		SrSH19
Arduin o Nano 3.0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	9
NodeM CU-32	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	10

Módulo Lora 32 Heltec																	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Cumple: "1" No Cumple: "0"																	
Elección: Módulo Lora 32 Heltec																	

Nota. Fuente: Autoría.

Después de la evaluación realizada como se indica en la Tabla 12, se determina que la placa más óptima para la realización de este proyecto es el módulo Lora 32 Heltec ya que cumple con la gran mayoría de los requerimientos necesarios, además esta placa tiene incorporado varios medios de transmisión inalámbrica de datos y teniendo la gran ventaja de ser la única placa en contar con una pantalla OLED para poder visualizar la información. Las características más a detalle de esta placa se las puede encontrar en el ANEXO E.

El sensor FSR es muy importante para la toma de mediciones de la fuerza de presión de las diferentes posturas de los dedos de la mano, por lo que en la Tabla 13 se muestran los diferentes tipos de modelos que pueden llegar a ser utilizados en el desarrollo de este sistema.

Tabla 13

Evaluación para la Selección de Sensores FSR

Tipo	Requerimientos							Valoración
	StRS1	StRS2	SyRS12	SySH13	SrSH8	SrSH9	SrSH19	
FSR 400	1	1	1	0	1	1	1	6
FSR 402	1	1	1	1	1	1	1	7
FSR 406	0	1	0	0	1	1	1	4
Cumple: "1" No Cumple: "0"								

Elección: Sensor FSR 402

Nota. Fuente: Autoría

De acuerdo a la evaluación realizada como se indica en la Tabla 13, el sensor que tiene una mayor valoración y debido a que cumple con la mayoría de requerimientos para la realización de este proyecto se seleccionó el sensor FSR 402, ya que este consta de un requerimiento muy concreto; como sus dimensiones las cuales poseen un diámetro de 18.29 mm y un área sensible de 14.68 mm, las características de este sensor pueden verse más a detalle en el ANEXO F.

3.6.2. Sección del Nodo Central

Esta sección se refiere al nodo central, el cual estará conformado por un sistema embebido que pueda realizar comunicación inalámbrica “Wi-fi” con el módulo Lora 32 Heltec el cual ya fue seleccionado para el nodo sensor, además el sistema embebido que sea seleccionado deberá permitir el ingreso de datos de los pacientes; esto mediante una interfaz desde un computador y poder realizar peticiones al nodo sensor para posteriormente recibir la información y almacenarla en una base de datos local, por lo cual en la Tabla 14 se muestran diferentes sistemas embebidos que pueden ser utilizados para este sistema.

Tabla 14*Evaluación para la Selección del Sistema Embebido del Nodo Central*

Tipo	Requerimientos										Valoración n
	SrRS5	SrRS8	SyRS2	SyRS3	SrSH1	SrSH7	SrSH8	SrSH12	SrSH13	SrSH19	
Raspberr y Pi 4 Modelo B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Raspberr y Pi 3 Modelo B+	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9
Cumple: "1" No Cumple: "0"											
Elección: Raspberry Pi 4 Modelo B											

Nota. Fuente: Autoría.

De acuerdo a la evaluación realizada como se observa en la Tabla 14, el sistema embebido seleccionado es el Raspberry Pi 4 Modelo B ya que este cumple con la mayoría de requerimientos y es una placa muy recomendable por las funciones que puede desempeñar, estas pueden observarse más a detalle en el ANEXO G.

3.7. Elección de Software

El Software elegido tendrá relación con los requerimientos que fueron planteados anteriormente, tomado en cuenta que el lenguaje de programación debe ser compatible con el hardware ya seleccionado para su correcto funcionamiento. La elección se realizará mediante tablas comparativas entre los diferentes lenguajes de programación; los cuales deberán cubrir la mayoría de requerimientos, para lo cual se asignará calificación de 1 y 0 (1 si cumple, 0 no

cumple) por lo tanto se elegirá al que tenga mayor valoración. La elección del software se realizará para las dos secciones que conforman el sistema como indica la Figura 26.

3.7.1. Sección del Nodo Sensor

Para seleccionar el software que se va a utilizar se deben de cumplir los requerimientos que se indican en la Tabla 11. Por lo cual se realiza una evaluación de los lenguajes de programación como se indica en la Tabla 15, de los cuales se selecciona el más adecuado para que funcione correctamente el Nodo Sensor.

Tabla 15

Evaluación Para la Selección del Lenguaje de Programación

Tipo	Requerimientos				Valoración
	SrSH14	SrSH15	SrSH16	SrSH17	
Python	1	1	1	1	4
Arduino IDE	1	1	1	1	4
Cumple: "1" No Cumple: "0"					
Elección: Arduino IDE					

Nota. Fuente: Autoría.

De acuerdo a la evaluación realizada como se indica en la Tabla 15, el lenguaje de programación seleccionado para el nodo sensor es Arduino IDE ya que este cumple con la mayoría de los requerimientos; como la compatibilidad con la placa a ser utilizada y poseer las diferentes librerías que van a ocuparse para este sistema.

3.7.2. Sección del Nodo Central

Para seleccionar el software que se va a utilizar en el nodo central nos vamos a fijar en los requerimientos anteriormente mencionados en la Tabla 11. Por lo cual se realiza una evaluación de los diferentes sistemas operativos como se indica en la Tabla 16, de los cuales se selecciona el más adecuado para el nodo central.

Tabla 16

Evaluación Para la Selección del Sistema Operativo

Tipo	Requerimientos				Valoración
	SrSH14	SrSH15	SrSH16	SrSH17	
Raspbian	1	1	1	1	4
Windows 10	1	0	0	0	1
IoT Core					
Cumple: "1" No Cumple: "0"					
Elección: Raspbian					

Nota. Fuente Autoría.

De acuerdo a la evaluación que se ha realizado como se muestran en la Tabla 16, el sistema operativo seleccionado para el módulo del nodo central es Raspbian; cumple los requerimientos requeridos, además es compatible con el hardware que ya había seleccionado anteriormente, en tal sentido esto nos ayudará a cumplir las funciones que debe desempeñar el sistema electrónico.

3.8. Hardware destinado para el Sistema

Los elementos seleccionados para la realización de este proyecto de investigación serán verificados antes de adquirirlos; principalmente las especificaciones técnicas para su posterior uso y configuración.

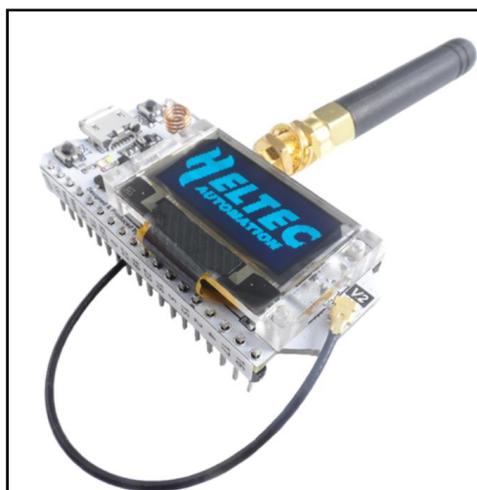
3.8.1. Módulo Lora 32 Heltec

La placa o módulo Lora 32 como se observa en la Figura 27, es la placa que se utiliza en la sección del nodo sensor, además este módulo es compatible con la IDE de Arduino para su programación y permite conectividad con otros dispositivos de manera inalámbrica.

La gran ventaja de esta placa; es que cuenta con diferentes formas inalámbricas de transmisión de datos como Wi-Fi, Bluetooth, LoRa y además de contar con una pantalla OLED que facilita verificar las comunicaciones o actividades que se está realizando; más especificaciones de este módulo se las puede observar en la Tabla 17.

Figura 27

Módulo Lora 32 Heltec



Nota. Fuente: Adaptada de <https://heltec.org/project/wifi-lora-32/>

Tabla 17*Especificaciones Técnicas del Módulo Lora 32 Heltec*

Módulo Lora 32 Heltec	
Chip	ESP32(240MHz Tensilica LX6 dual-core +1 ULP, 600 DMIPS)
Voltaje de Alimentación	USB 5v, Batería 3.7V
Frecuencia LoRa	868-915 MHz
Interfaces de Comunicación	UART x3
	SPI x2
	I2C x2
	I2S x1
	Entrada ADC de 12 bits x18
	Salida DAC de 8 bits x2
	GPIO x28
	GPI x7
Memoria	8MB (64M-bits) SPI FLASH 520KB internal SRAM
Pantalla Oled	0,96" - 128x64 pixeles
Wifi	802.11 b/g/n (802.11n up to 150 Mbps)
Bluetooth	Bluetooth V4.2 BR/EDR and Bluetooth LE specification
Lora	Node to node communication or LoRaWAN
Dimensiones	25.5 x 10.6 mm

Nota. Fuente: Desarrollado por el Autor en Base a <https://heltec.org/project/wifi-lora-32/>

3.8.2. Sensor FSR 402

El componente seleccionado para la toma de fuerza de presión es el que se muestra en la Figura 28, el cual estará conectado al módulo lora 32 para el procesamiento de información adquirida de los distintos dedos de la mano. Además, este sensor cuenta con las dimensiones que se requiere, para más especificaciones técnicas puede observar la Tabla 18.

Figura 28*Sensor FSR 402*

Nota. Fuente: Obtenido de <https://www.trossenrobotics.com/productdocs/2010-10-26-DataSheet-FSR402-Layout2.pdf>

Tabla 18*Especificaciones Técnicas del Sensor FSR 402*

Sensor FSR 402	
Rango de fuerza	0.2 N a 20 N (20.4 gf a 2.039 kgf)
Resistencia sin actuación	> 10 MΩ
Repetitividad (mismo elemento)	± 2%
Diámetro total	18.29 mm
Diámetro área sensible	14.68 mm (0.57")
Recorrido para activarse	0.15 mm
Vida útil	10 000 000 de activaciones

Nota. Fuente: Obtenido de <https://www.electronicoscaldas.com/es/sensores-de-fuerza-peso-estres/255-sensor-de-fuerza-fsr-402.html>.

3.8.1. Raspberry Pi 4 Modelo B

La placa Raspberry Pi 4 modelo B como se observa en la Figura 29 se utilizará en el nodo central donde se encontrará la interfaz web, la base de datos local y la red de comunicación Wi-Fi. Por otra parte, se observa más información de esta placa en la Tabla 19.

Figura 29*Raspberry Pi 4 Modelo B*

Nota. Fuente: Obtenido de <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-4-model-b/>

Tabla 19*Especificaciones Técnicas de Raspberry Pi 4 Modelo B*

Raspberry Pi 4 Modelo B	
Procesador	BCM2711 Broadcom, Quad Core Cortex-A72 64-bit SoC @ 1,5 GHz
Memoria RAM	4 GB
Conectividad	2.4 GHz y 5.0 GHz IEEE 802.11b/g/n/ac Wi-Fi/Bluetooth 5.0 BLE/Gigabit Ethernet
Puertos	2 puertos USB 2.0 2 puertos USB 3.0 Conector GPIO estándar de 40 pines (Totalmente compatible con las placas de desarrollo Raspberry PI anteriores)
Vídeo y sonido	2 puertos micro HDMI (compatible con hasta 4Kp60) Puerto de visualización MIPI DSI de 2 vías. Puerto de cámara MIPI de 2 carriles.
Multimedia	Puerto de vídeo compuesto y audio estéreo de 4 polos. H.265 (decodificador de 4Kp60). H.264 (decodificador 1080p60, 1080p30). OpenGL ES 3.0 gráficos

Soporte para tarjeta Micro SD	Ranura para tarjeta Micro SD para cargar el sistema operativo y el almacenamiento de datos. Potencia de entrada por conector USB Tipo C: 5V - 3ª. Potencia de entrada por conector GPIO: 5V - 3ª.
Alimentación	Alimentación sobre Ethernet (PoE) habilitada (requiere un complemento adicional PoE por separado): 5V - 3ª.

Nota. Fuente: Obtenido de <https://ferretronica.com/products/raspberry-pi-4-modelo-b-4gb>.

3.9. Diseño de Sistema

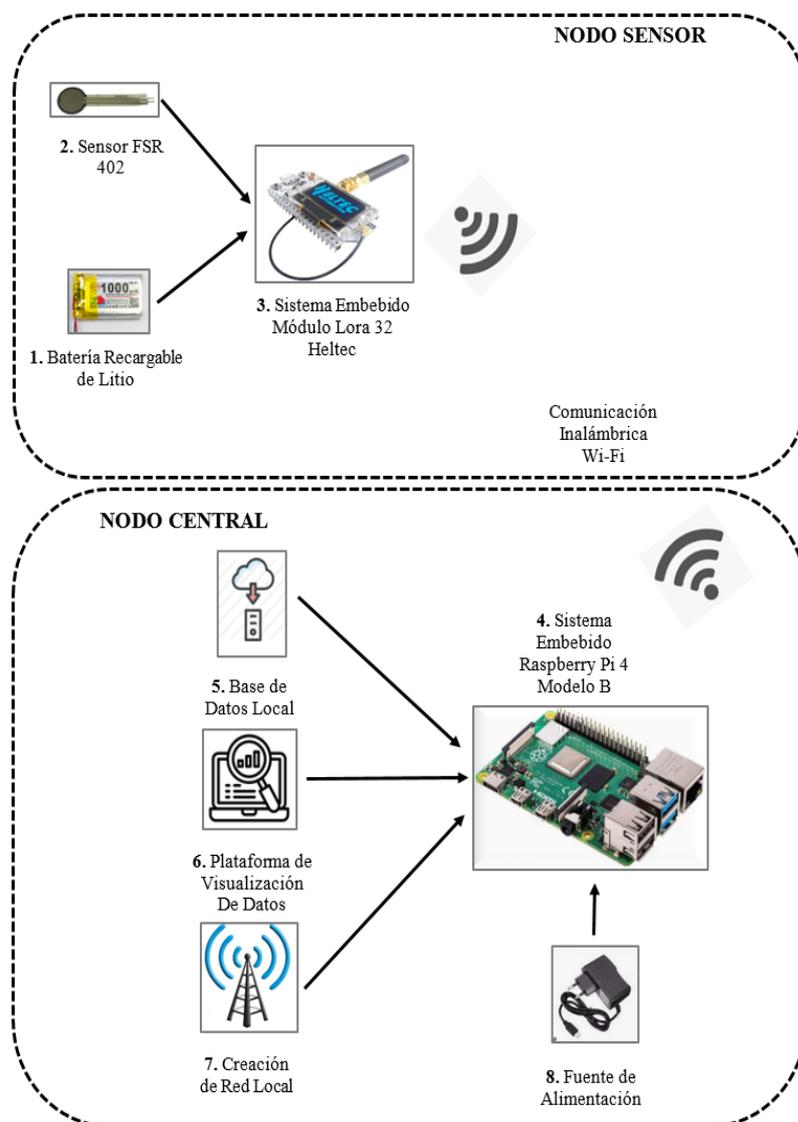
Una vez concluido con el estudio del análisis de los requerimientos y haber seleccionado tanto hardware como software; se procede a diseñar como estarán interconectados los diferentes componentes que conforman el nodo sensor y central. Igualmente, cómo será la comunicación entre ambos nodos para el correcto funcionamiento del sistema electrónico.

3.9.1. Diagrama de Arquitectura del Funcionamiento del Sistema

El diagrama que se presenta en la Figura 30; es una representación gráfica donde se detallan los componentes que van a ser parte de cada uno de los nodos, de la misma manera se indica los procesos que realizara el sistema.

Figura 30

Diagrama de Arquitectura del Sistema



Nota. Fuente: Autoría.

El sistema electrónico denominado PinSenFR está conformado por dos partes; un nodo sensor y un nodo central por ello los procesos que estos realizan fueron numerados, los cuales se detallan brevemente a continuación:

- **Proceso 1:** la batería de Litio alimenta de energía eléctrica al nodo sensor; esta se conecta directamente mediante el conector JST con el Módulo Lora 32 como se observa en la Figura 30.
- **Proceso 2:** el Sistema Embebido del Nodo Sensor que es el Módulo Lora 32 es el encargado de recibir peticiones del Nodo Central y selecciona que proceso se realiza esto con ayuda de tres pulsadores que se conectan a la placa; así pues, cada proceso que realizan se puede visualizar.
- **Proceso 3:** el sensor FSR 402 obtiene datos cuando sea presionado por un paciente y esté conectado a un pin de entrada de información de la placa del nodo sensor el cual procesa y almacena de manera temporal esa información.
- **Proceso 4:** el sistema embebido del Nodo Central se ubica en un lugar fijo y siempre está energizado; esta placa realiza diferentes funciones entre las cuales es recibir los datos del nodo sensor de manera inalámbrica “Wi-fi”, posteriormente almacenar esta información en tablas de manera adecuada, así mismo crear una interfaz donde el administrador del sistema puede ingresar nuevos pacientes y finalmente se tiene un registro de pacientes que ya consten en una base de datos.

3.10. Diseño del Hardware

Para el desarrollo de este sistema electrónico se utiliza como placa principal el módulo lora 32 y el sensor FSR en el nodo sensor y para el nodo central se utiliza un Raspberry Pi 4. Para lo tanto en los siguientes puntos se va a describir cómo es el funcionamiento de los dos nodos “subsistemas”; así como el diagrama de conexión de cada componente.

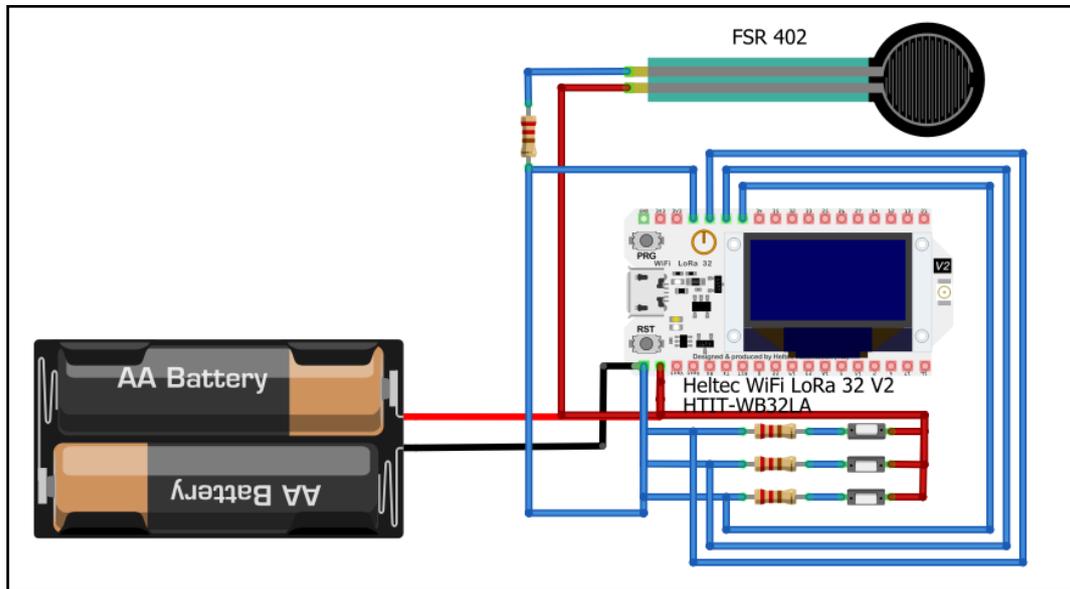
3.10.1. Subsistema de Nodo Sensor

Este subsistema para que inicie su funcionamiento debe estar conectado a la red local creada por el nodo central, que en este caso se llama “Pinzometro” y para obtener datos o realizar otra función se debe presionar el pulsador que inicia el sistema. El paciente podrá visualizar cada uno de los pasos que se está realizando, esto mediante la pantalla del módulo Lora 32 Heltec. Para el inicio de la obtención de información el usuario deberá de presionar el sensor FSR 402 cuando y como lo indica el administrador, esta información se almacena de manera temporal en esta placa hasta no haber terminado el proceso, entonces se envía al módulo central donde se encuentra nuestra base de datos.

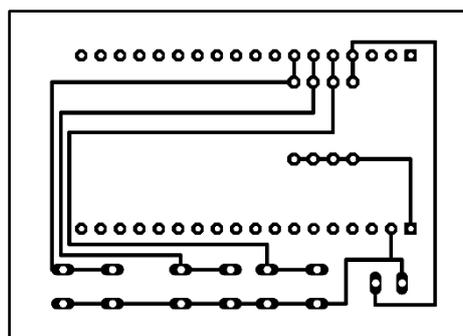
3.10.1.1. Diagrama de Conexión.

El sensor FSR 402 se conecta al Módulo Heltec Lora 32 para la obtención de datos, además se conectarán tres pulsadores como se indica en la Figura 31, los cuales cumplirán diferentes funciones como lo son:

- a) Iniciar el sistema “Aceptar”
- b) Tomar la información “Almacenar esa Lectura”
- c) Descartar la toma de datos “Cancelar”

Figura 31*Diagrama de Conexión del Nodo Sensor**Nota. Fuente: Autoría.*

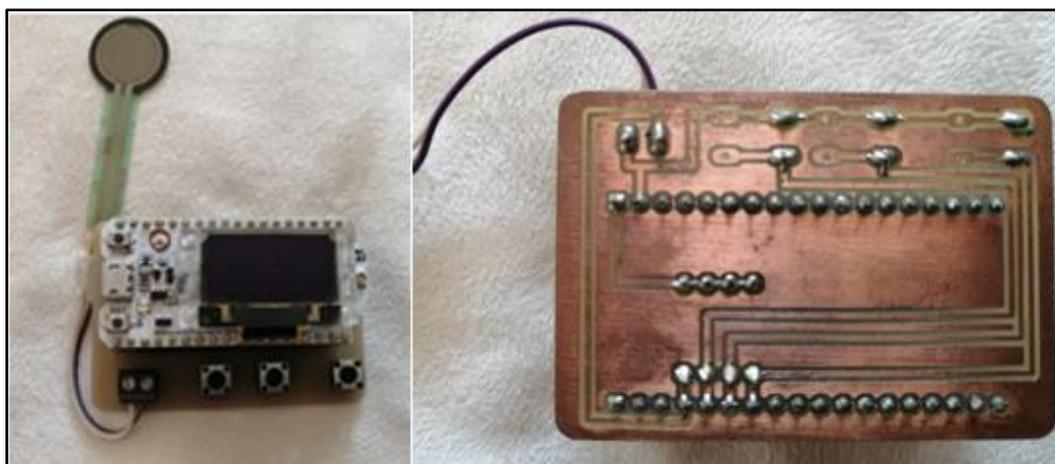
Una vez que conocemos cómo es la conexión del nodo sensor se realiza una placa PCB en la cual se acople de una manera más óptima el Módulo Heltec Lora 32, el sensor FSR402 y los pulsadores; esto mediante el software Eagle que es un programa para el diseño de placas PCB como se muestra en la Figura 32 .

Figura 32*Diseño de Placa PCB para el Nodo Sensor**Nota. Fuente: Autoría*

Una vez realizado el diseño de la placa se va a proceder a acoplar los componentes, para el Módulo Lora se pondrá unas Shield ya que este componente es la parte principal del nodo sensor y si ocurre algún daño se podría reemplazar con facilidad. En la Figura 33 se puede observar el montaje de los componentes en la placa PCB, los cuales conforman el nodo sensor.

Figura 33

Vista Frontal y Posterior del Nodo Sensor



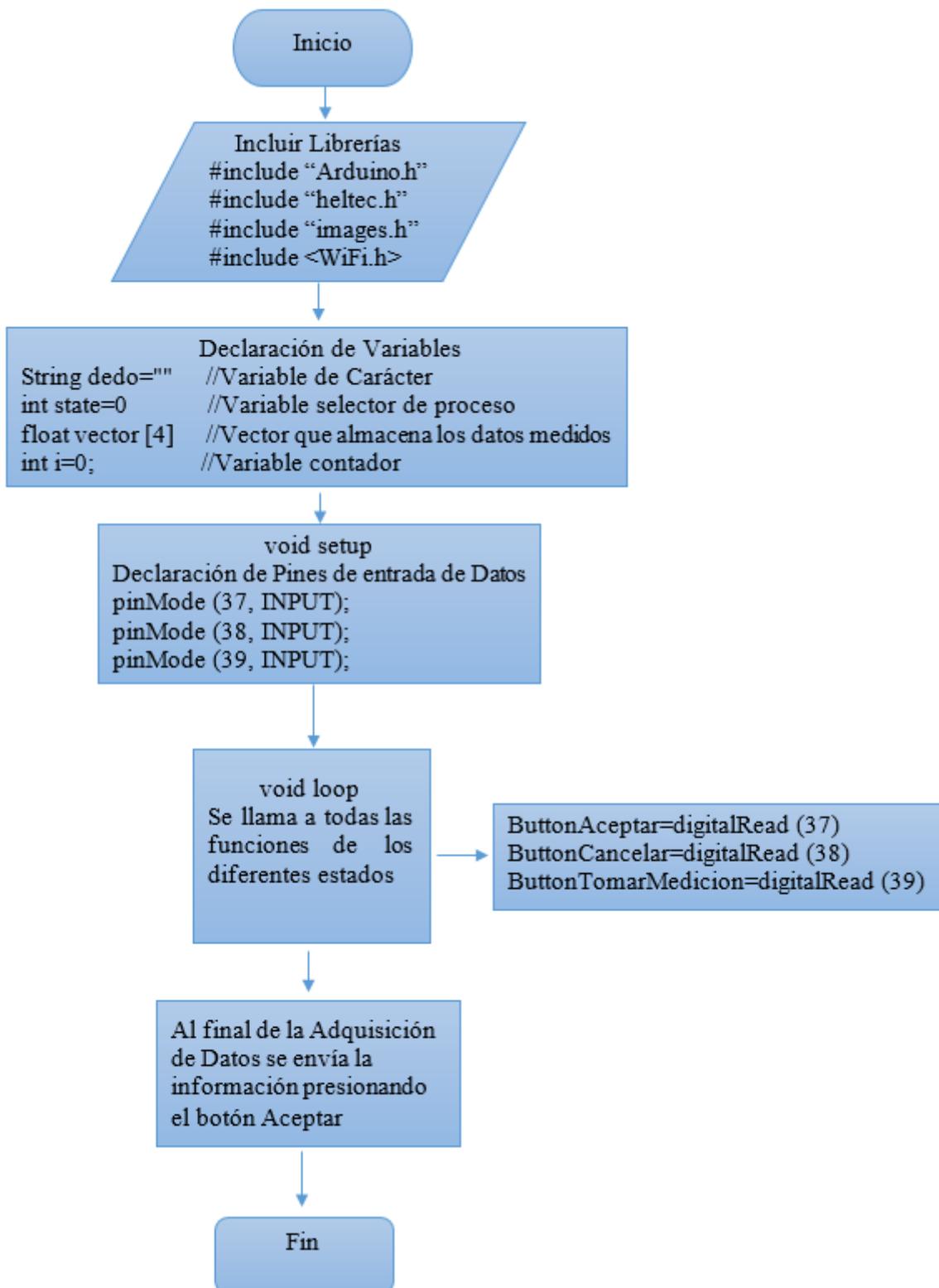
Nota. Fuente: Autoría.

3.10.1.2. Diagrama de Flujo del Nodo Sensor.

En este apartado se observa el diagrama de flujo de la Figura 34; donde se indica de una manera general el funcionamiento del subsistema del nodo sensor. Así pues, la primera etapa consiste en incluir todas las librerías que la placa necesita para poder visualizar imágenes y realizar la comunicación inalámbrica mediante Wi-fi; a continuación, se procede a declarar variables de las diferentes funciones que debe cumplir y de la misma manera los pines de entrada de información.

Figura 34

Diagrama de Flujo del Subsistema de Nodo Sensor



Nota. Fuente: Autoría.

La programación completa de Arduino IDE que realiza todas las funciones descritas por el nodo sensor se pueden encontrar en el ANEXO H.

3.10.2. Subsistema de Nodo Central

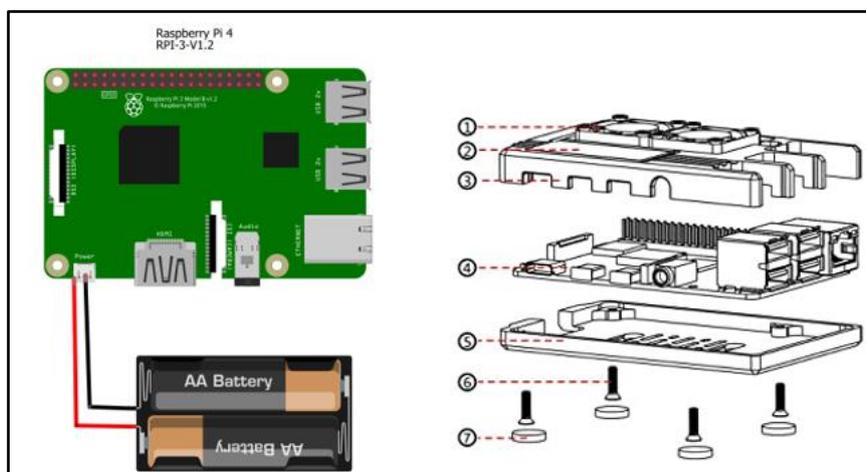
Este subsistema siempre debe estar funcionando, por lo que siempre está conectado a una fuente de alimentación. En este módulo se creará la base de datos donde se almacenará la información obtenida por el nodo sensor, además aquí se crea la red local con el nombre de Pinzometro a la cual debe conectarse el nodo sensor. Hay que destacar que en este apartado se crea una interfaz web por donde el administrador ingresa datos personales de los pacientes para posteriormente poder visualizarlos.

3.10.2.1. Diagrama de Conexión.

El sistema embebido Raspberry Pi 4 Modelo B está conectado a una fuente de alimentación fija; además está cubierto con un case para su protección y refrigeración cómo se puede observar en la Figura 35.

Figura 35

Diagrama de Conexión del Nodo Sensor



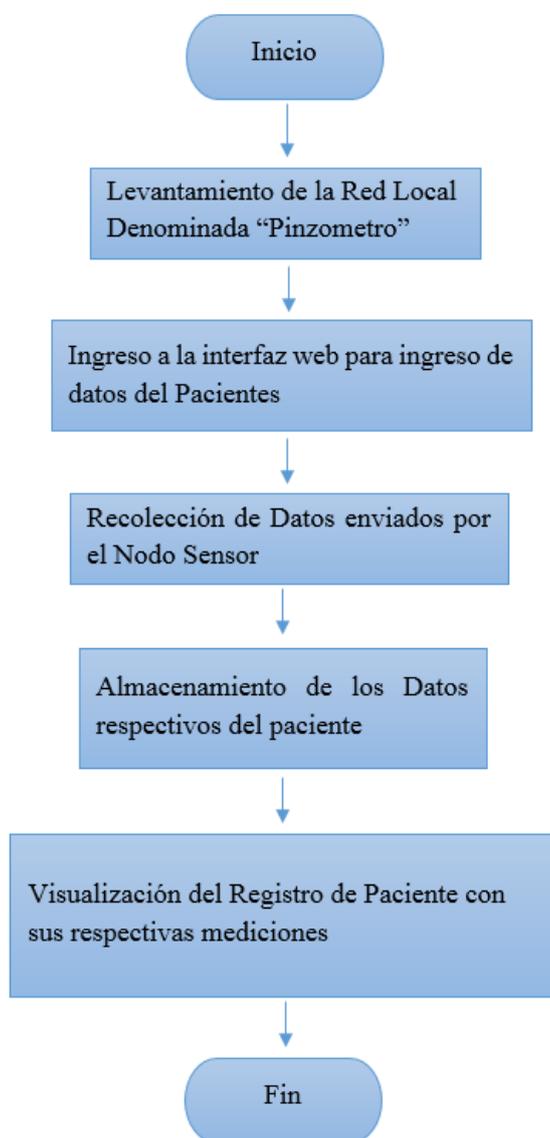
Nota. Fuente: Autoría.

3.10.2.2. Diagrama de Flujo del Nodo Central.

En este apartado como se observa en el diagrama de flujo de la Figura 36; se indica de una manera general que funciones realiza el subsistema de nodo central. Donde la primera etapa es el levantamiento de una red local, base de datos e interfaz web para introducir y visualizar la diferente información de los pacientes.

Figura 36

Diagrama de Flujo del Subsistema de Nodo Central



Nota. Fuente: Autoría.

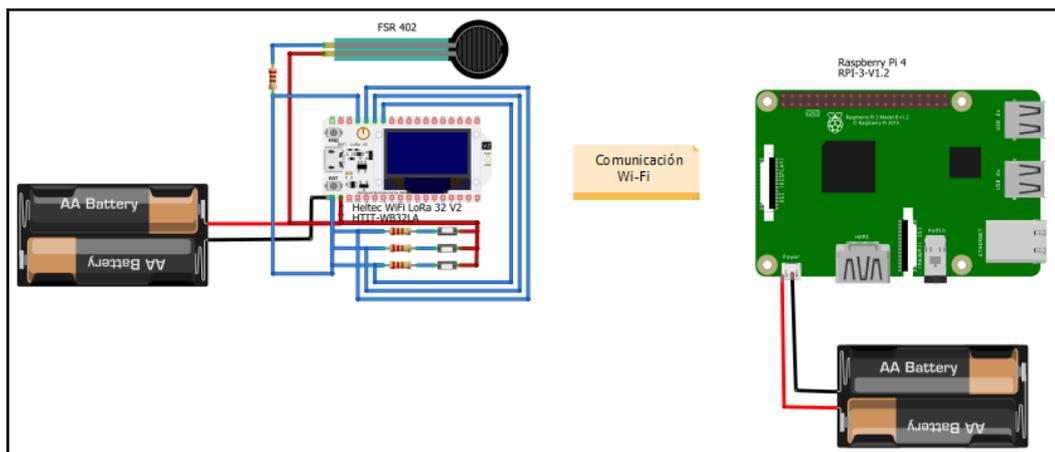
3.11. Diseño del Software

3.11.1. Subsistema de Comunicación

Los datos obtenidos por parte del nodo sensor es enviado a la base de datos local del nodo central; esto se realiza mediante una red inalámbrica (802.11- wifi) como se observa en la Figura 37, la cual es creada en el sistema embebido que conforma al nodo central “Raspberry pi 4 modelo B”.

Figura 37

Diagrama de Conexión entre Ambos Nodos



Nota. Fuente: Autoría.

3.11.1.1. Creación y Levantamiento de la Red Local del Sistema.

En este apartado se describe el proceso para la creación, configuración y administración de la red inalámbrica dentro de la Raspberry Pi 4; donde se instala la herramienta llamada RaspAP para lo cual dentro de la consola de nuestra Raspberry se debe ejecutar el siguiente comando como se muestra en la Figura 38. Teniendo en cuenta que para todo este proceso se debe tener conexión a internet para la descarga y posterior instalación de los paquetes que sean necesarios.

Figura 38

Comando de Instalación de RaspAP

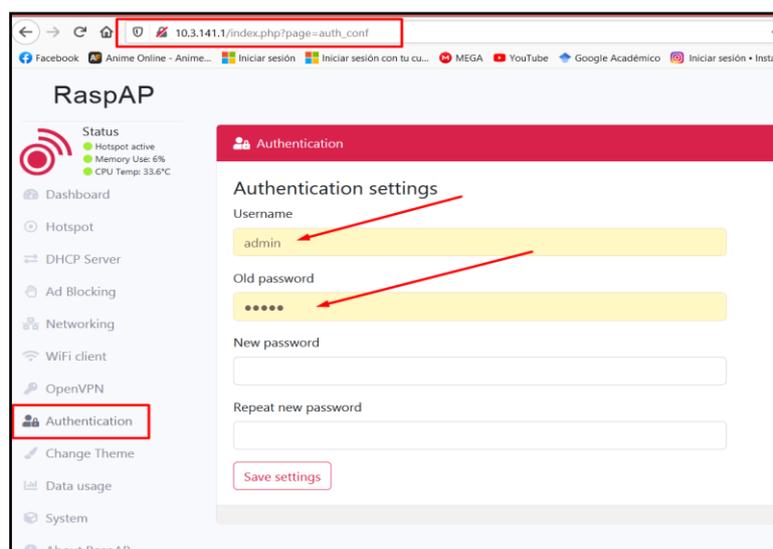
```
wget -q https://git.io/voEUQ -O /tmp/raspap && bash /tmp/raspap
```

Nota. Fuente: Adaptado de <https://www.programoergosum.es/tutoriales/punto-de-acceso-wifi-en-raspberry-pi/>

Posteriormente reiniciaremos nuestra Raspberry, para la conexión por primera vez de RaspAP se observa desde un ordenador que nos aparece una nueva red Wifi llamada “raspi-webgui” y para conectarse se introduce la contraseña: ChangeMe. Una vez conectado se puede acceder al panel de administración de RaspAP. Por lo tanto, se conecta mediante la dirección <http://10.3.141.1> (la IP por defecto que configura RaspAP para la propia Raspberry) y esta nos pide credenciales para iniciar una nueva sesión, los cuales son por defecto “usuario: admin y contraseña: secret” como se indica en la Figura 39.

Figura 39

Inicio de Sesión en el Panel de Administración de RaspAP

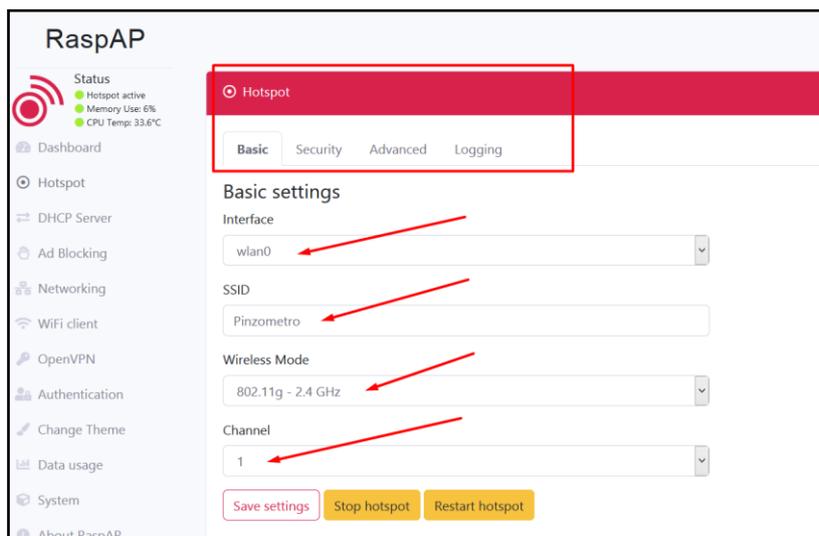


Nota. Fuente: Autoría.

Ahora una vez dentro del panel de administración se procede a configurar las características de la red inalámbrica como lo es su SSID, canal de transmisión y seguridad como se observa en la Figura 40.

Figura 40

Configuraciones Básicas de RaspAP



Nota. Fuente: Autoría.

Una vez se realiza todo este proceso se tiene creada y levantada nuestra red local con el nombre de “Pinzometro” esto en el nodo central.

3.11.2. Subsistema de Base de Datos

La Información que se solicita y se obtiene de cada paciente es fundamental que se almacene en un formato adecuado; por lo tanto, así se puede llevar un correcto registro médico de cada paciente; con los datos adquiridos se puede realizar análisis en un futuro; al respecto se aclara que la base de datos es local debido a que debe precautelarse esta información, la cual es administrada por el médico a cargo del sistema.

3.11.2.1. Creación de Base de Datos Local.

En este apartado se describe el proceso de cómo instalar y crear una base de datos local; para lo cual antes de iniciar a crear la base de datos se debe descargar e instalar ciertos paquetes, por lo que es necesario que exista conexión a internet. Lo primero que se realiza es actualizar los repositorios y programas de nuestra Raspberry, esto poniendo en la terminal los comandos que se muestran en la Figura 41.

Figura 41

Comandos para Actualizar los Repositorios y Programas de Raspbian

```
sudo apt-get update  
sudo apt-get upgrade
```

Nota. Fuente: Adaptado de (<https://www.telecoparatodos.com/proyectos-practicos/telematica/base-de-datos-con-raspberry/>)

Esto tardara un poco si es la primera vez que se realiza, terminada la actualización de los repositorios se verifica que todo ha salido correctamente y reiniciaremos la Raspberry colocando en la terminal el comando “sudo reboot”. Llegados a este punto vamos a comenzar con la instalación de la base de datos MySQL, esto ingresando el comando que se indica en la Figura 42.

Figura 42

Comando Para Instalación de la Base de Datos MySQL

```
sudo apt-get install mysql-server mysql-client
```

Nota. Fuente: Adaptado de (<https://pedropablomoral.com/raspberrypi/proyectos/servidor-casero/>)

Mientras se espera el proceso de instalación se sugiere abrir un blog de notas; ya que durante la instalación nos pide que ingresemos una contraseña para nuestro usuario root. Ahora para una mejor gestión de nuestra base de datos procedemos a instalar phpMyAdmin para lo cual se ingresa en la terminal el comando que se observa en la Figura 43.

Figura 43

Comando Para Instalar phpMyAdmin

```
sudo apt-get install libapache2-mod-auth-mysql phpmyadmin
```

Nota. Fuente: Adaptado de (<https://pedropablomoral.com/raspberrypi/proyectos/servidor-casero/>)

En el proceso de la instalación nos pregunta qué tipo de servidor tenemos instalado, a lo que se procede a indicar que nuestro servidor es Apache. Cuando nos pregunta si queremos configurar una base de datos se responde que sí y en este momento nos pide que se ingrese la contraseña del proceso de instalación de phpMyAdmin, la cual se había sugerido guardar en un blog de notas; a continuación, nos pedirá una contraseña para el propio phpMyAdmin.

Si todo este proceso se realiza correctamente, en cualquier navegador de internet se pone la dirección IP de nuestra Raspberry seguido de phpMyAdmin como se indica en la Figura 44, se puede acceder a la gestión de nuestra base de datos una vez ingresado nuestro usuario y contraseña.

Figura 44

Comando para Gestión de la Base de Datos desde un Navegador

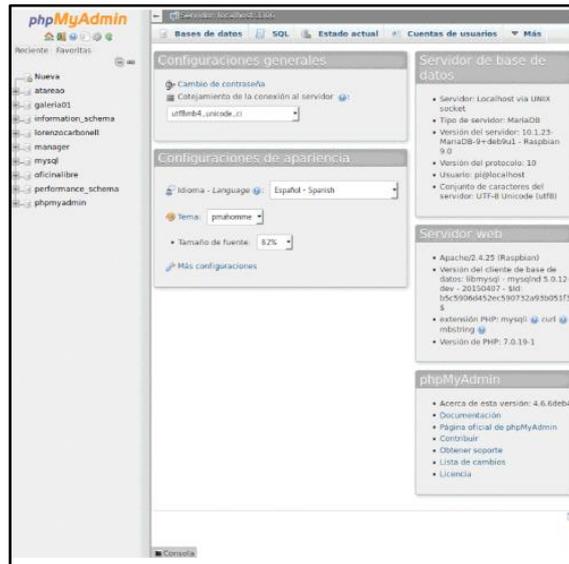
```
http://10.3.141.1 /phpmyadmin
```

Nota. Fuente: Adaptado de (<https://pedropablomoral.com/raspberrypi/proyectos/servidor-casero/>)

Ahora ya se puede tener acceso a una mejor gestión de nuestra base de datos local como se observa en la Figura 45 , esto desde cualquier dispositivo que se encuentre en la misma red mediante un navegador web.

Figura 45

Interfaz para Gestionar Bases de Datos



Nota. Fuente. Autoría.

3.11.3. Subsistema de Visualización

En este apartado se puede ingresar a una interfaz web desde un computador, el cual debe estar conectado a la misma red inalámbrica del sistema que en este caso se llama “Pinzometro”, donde se puede ingresar a nuevos pacientes o ver el historial clínico de un paciente en concreto.

3.11.3.1. Creación de Servidor Web.

En este apartado se describe el proceso de como crear un servidor web, para lo cual se debe descargar e instalar ciertos paquetes por lo que es necesario que exista conexión a internet. Por ello lo primero que se realiza es descargar los paquetes necesarios para tener el servidor apache, esto mediante el comando que se muestra en la Figura 46.

Figura 46

Comando para Instalación de Apache

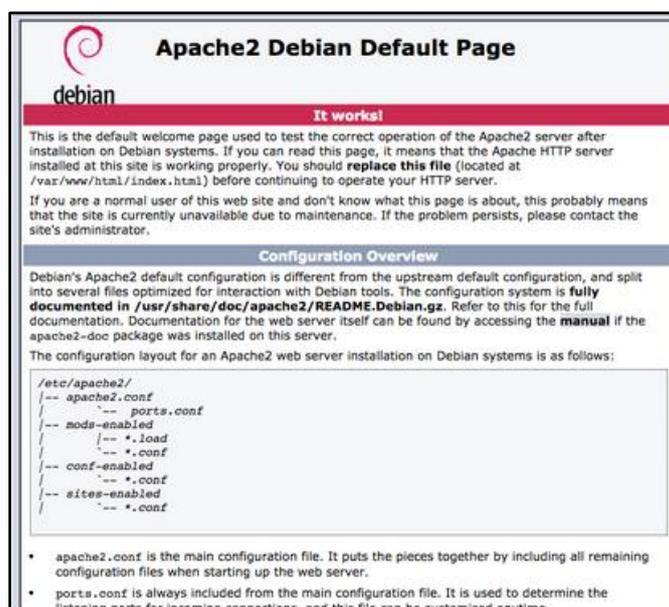
```
sudo apt-get install apache2
```

Nota. Fuente: Adaptado de (<https://www.telecomparatodos.com/proyectos-practicos/telematica/base-de-datos-con-raspberry/>)

Una vez finalizado el proceso de instalación, se realiza una comprobación de que nuestro servidor web está instalado correctamente; por lo tanto, se abre un navegador y se coloca la dirección IP que se tiene en este caso la 10.3.141.1 y se visualiza una pantalla como se muestra en la Figura 47.

Figura 47

Visualización de Página de Inicio del Servidor Web



Nota. Fuente: Adaptado de (<https://www.telecomparatodos.com/proyectos-practicos/telematica/base-de-datos-con-raspberry/>)

Una vez se comprueba que nuestro servidor web está correctamente instalado se ha procedido a instalar PHP; que es un lenguaje de programación diseñado para crear páginas web dinámicas. Para lo cual escribimos el comando que se muestra en la Figura 48.

Figura 48

Comando para la Instalación de PHP

```
sudo apt-get install php7.0 libapache2-mod-php7.0
```

Nota. Fuente: Adaptada de (<https://www.telecoparatodos.com/proyectos-practicos/telematica/base-de-datos-con-raspberry/>)

Una vez terminada la instalación de PHP se reinicia nuestra Raspberry Pi para que funcione correctamente, esto con el comando que se muestra en la Figura 49.

Figura 49

Comando para Reiniciar la Raspberry Pi

```
sudo reboot
```

Nota. Fuente: Adaptado de (<https://www.telecoparatodos.com/proyectos-practicos/telematica/base-de-datos-con-raspberry/>)

Una vez vuelve a arrancar nuestro Raspberry Pi, vamos a comprobar que efectivamente está funcionando correctamente PHP para lo cual vamos a crear el siguiente archivo ingresando el comando como se indica en la Figura 50.

Figura 50

Comando para Crear un Nuevo Fichero PHP

```
sudo nano /var/www/html/info.php
```

Nota. Fuente: Adaptado de (<https://www.telecoparatodos.com/proyectos-practicos/telematica/base-de-datos-con-raspberry/>)

Una vez creado nuestro nuevo fichero se procede a abrirlo, este se encuentra en blanco para lo cual lo editamos dejándolo como se muestra en la Figura 51.

Figura 51

Información Básica de Página Creada en PHP

```
<?php
    phpinfo();
?>
```

Nota. Fuente: Adaptado de (<https://www.telecoparatodos.com/proyectos-practicos/telematica/base-de-datos-con-raspberry/>)

Una vez creado nuestro fichero con la página de información de PHP, nos dirigimos a un navegador y escribimos la IP de nuestra Raspberry Pi seguido de /info.php y se visualiza una página como se muestra en la Figura 52.

Figura 52

Página de Información de PHP

No seguro | 10.3.141.1/info.php

PHP Version 7.3.19-1~deb10u1


System	Linux raspberrypi 5.4.51-v7l+ #1333 SMP Mon Aug 10 16 51:40 BST 2020 armv7l
Build Date	Jul 5 2020 06:46:45
Server API	CGI/FastCGI
Virtual Directory Support	disabled
Configuration File (php.ini) Path	/etc/php/7.3/cgi
Loaded Configuration File	/etc/php/7.3/cgi/php.ini
Scan this dir for additional .ini files	/etc/php/7.3/cgi/conf.d
Additional .ini files parsed	/etc/php/7.3/cgi/conf.d/10-mysqld.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/10-opcache.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/10-pdo.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/15-xm.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-bz2.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-calendar.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-ctype.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-curl.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-dbm.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-exif.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-ffi.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-ftp.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-gd.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-gettext.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-iconv.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-json.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-mbstring.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-mysql.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-pdo_mysql.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-phar.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-posix.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-readline.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-shmop.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-simplexml.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-sockets.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-sysmsg.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-sysvsem.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-sysvshm.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-tokenizer.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-wddx.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-xmlreader.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-xmlwriter.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-xsl.ini, /etc/php/7.3/cgi/conf.d/20-zip.ini
PHP API	20180731
PHP Extension	20180731
Zend Extension	320180731
Zend Extension Build	API320180731.NTS
PHP Extension Build	API20180731.NTS
Debug Build	no
Thread Safety	disabled
Zend Signal Handling	enabled
Zend Memory Manager	enabled
Zend Multibyte Support	provided by mbstring
IPv6 Support	enabled
DTrace Support	available, disabled
Registered PHP Streams	https, ftps, compress, zlib, php, file, glob, data, http, ftp, compress, bzip2, phar, zip
Registered Stream Socket Transports	tcp, udp, unix, udg, ssl, tls, tlsv1.0, tlsv1.1, tlsv1.2

Nota. Fuente: Autoría.

4. Capítulo IV

Implementación y Pruebas del Sistema

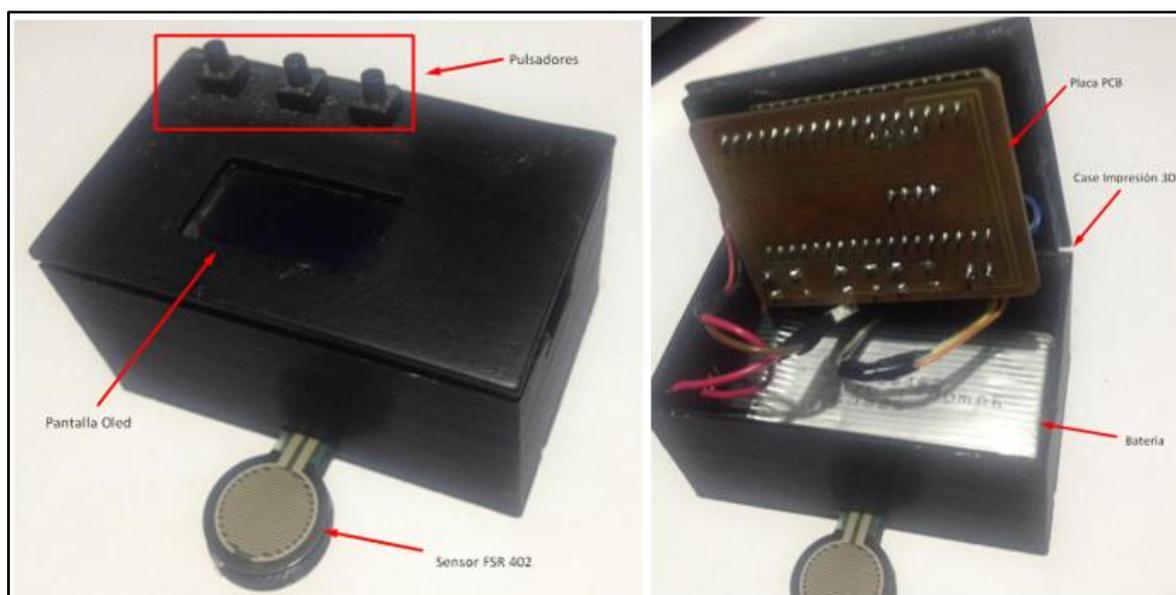
En este capítulo se desarrolla la fase de implementación y validación individual de las partes que conforman el sistema electrónico y así mismo la fase final de validación integral del sistema; para lo cual se establece un cronograma de actividades de las diferentes pruebas que se realizarán en el transcurso del tiempo, posteriormente se evaluará los resultados del sistema comparando los datos obtenidos con datos existentes de estudios anteriormente realizados, es así como se comprueba si esta investigación cumple satisfactoriamente con lo que se propuso.

4.1. Fase 3: Implementación y Validación de Unidades

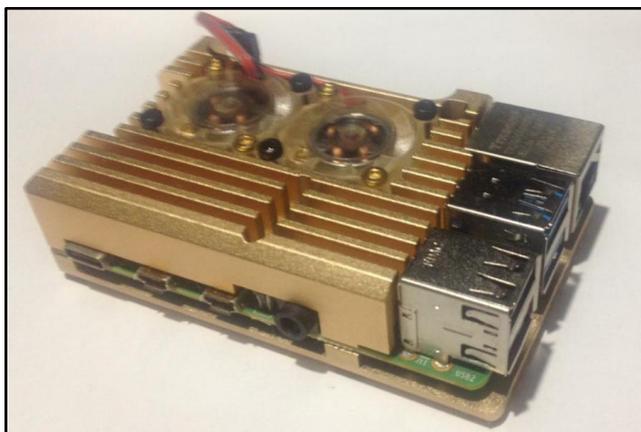
Al finalizar el diseño del hardware que va a ser utilizado en el nodo sensor y el nodo central se procede con la implementación de sus partes como se observa en la Figura 53 y en la Figura 54; es así como se tiene el prototipo terminado listo para sus diferentes pruebas.

Figura 53

Diseño del Nodo Sensor



Nota: Fuente: Autoría

Figura 54*Diseño del Nodo Central*

Nota. Fuente: Autoría

Una vez se concluye la fase del diseño continuamos con la siguiente fase de nuestra metodología, donde se procede con las pruebas y validación individual de cada subsistema (nodo sensor y nodo central); así se verifica que cada sección está cumpliendo con los requerimientos funcionales y de diseño planteados. En tal sentido las pruebas se realizan en un ambiente controlado. Es así como se realizó un cronograma de pruebas donde se observa en qué circunstancias y tiempo serán realizadas, esto se puede visualizar en la Tabla 20.

Tabla 20

Cronograma de Pruebas del Sistema

Cronograma de Pruebas				
Tipo De Prueba	Lugar De Desarrollo De Las Pruebas	Resultados Esperados	Duración	Observaciones
Prueba 1: Verificar que el Nodo Sensor Cumpla con todas las Funciones Requeridas	Las pruebas se las realizo en un lugar controlado utilizando las herramientas necesarias.	Se espera que el Nodo Sensor pueda realizar: adquisición de datos, cumplir diferentes funciones y se conecte inalámbricamente.	Una semana, del 8 al 19 de febrero del 2021	
Prueba 2: Verificar que el Nodo Central Cumpla con todas las Funciones Requeridas	Las pruebas se las realiza en un lugar controlado, utilizando las herramientas necesarias.	Se espera que el Nodo Central genere una red inalámbrica y que almacene la información en una base de datos la cual se puede acceder mediante una interfaz web.	Después de la instalación de los programas necesarios del 22 al 5 de marzo del 2021	Se Comprobará su correcto funcionamiento
Prueba 3: Adquisición de Datos del Personal Administrativo de la UTN	Las pruebas se las realizará en el campus universitario.	Se espera recolectar datos de al menos 24 personas del personal administrativo de la UTN.	3 semanas, del 6 al 23 de julio del 2021	Estas se realizarán al personal que se encuentra en el campus
Prueba 4: Verificación de recolección y almacenamiento de información en base de datos médica.	En el consultorio del Centro de Rehabilitación Integral Ibarra	Se espera que la fisioterapeuta ocupacional determine que las mediciones se hicieron correctamente y que la información se lleva de una mejor manera para futuros estudios.	Del 26 al 28 de julio del 2021	

4.1.1. Prueba 1: Verificar que el Nodo Sensor Cumpla con todas las Funciones Requeridas

Para las pruebas de validación del Nodo Sensor; se verifica que el sensor FSR 402 este obteniendo datos, así mismo poseer tres pulsadores que permitan cumplir las funciones que se plantearon en el diseño, esto puede verse en la sección (3.10.1.1) y que tenga comunicación inalámbrica Wi-fi con el Nodo Central.

4.1.1.1. Verificación de Adquisición de Datos

En este apartado se verifica que el nodo sensor está obteniendo datos por parte del sensor FSR 402, el cual está conectado al módulo lora 32, para lo cual es necesario resaltar que estos componentes son primordiales en este nodo. La verificación se realiza mediante el monitor serial de Arduino IDE y con la pantalla Oled, como resultado se puede visualizar los diferentes datos que se están adquiriendo como se muestra en la Figura 55, este fue un requerimiento primordial de usuarios y del administrador del sistema.

Figura 55

Comprobación que el Sensor FSR 402 está Tomando Datos



Nota. Fuente: Autoría

Como se visualiza esta prueba se ha realizado correctamente mediante una lectura del sensor conectado sin ejercer presión; es así como se envía datos iniciales los cuales están

ingresando. A continuación, se detalla la programación de Arduino IDE con la cual se obtiene estos resultados.

Primero se hizo un llamado a las librerías necesarias.

```
#include "Arduino.h" //Incluye la librería del Arduino
#include "heltec.h" //Incluye la librería del Módulo Lora 32
#include "images.h" //Incluye la librería para poder Insertar Logos
```

Seguidamente se procede la declaración de variables para la toma de datos.

```
String dedo=""; //Variable de Carácter
int state=0; //Variable selector de proceso
float vector [4]; //Vector que almacena los datos medidos
int i=0; //Variable contador
```

A continuación, se procede con la calibración del sensor FSR 402; la cual se realizó en base la función map (); ya que estamos trabajando con cierto rango de medición y si queremos que el valor sea lo más preciso posible es recomendable hacer un mapeado de los datos que ingresan. Para que se tenga idea de cómo implementar esta función se puede observar la Figura 56.

```
double sensor = analogRead (A0); //Lectura del puerto del sensor
double kg=map (sensor,0.00,1000.00,0,1000.00); //Aplicación de la función
map
kg = kg/100.00; //Se dejan solo dos decimales
Serial.println (kg, 2); //Lo que se llama a imprimir
```

Figura 56

Estructura de la Función map

Y= map (valor, fromLow, fromHigh, toLow, toHigh)

Nota. Fuente: Adaptada de (<https://www.arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Reference/Map>)

- valor: el número a mapear
- fromLow: el límite inferior del rango actual del valor
- fromHigh: el límite superior del rango actual del valor

- toLow: el límite inferior del rango objetivo del valor
- toHigh: el límite superior del objetivo del valor

Ahora se observa el código que permite visualizar la información tomada por el sensor en la pantalla oled como se observa en la Figura 55.

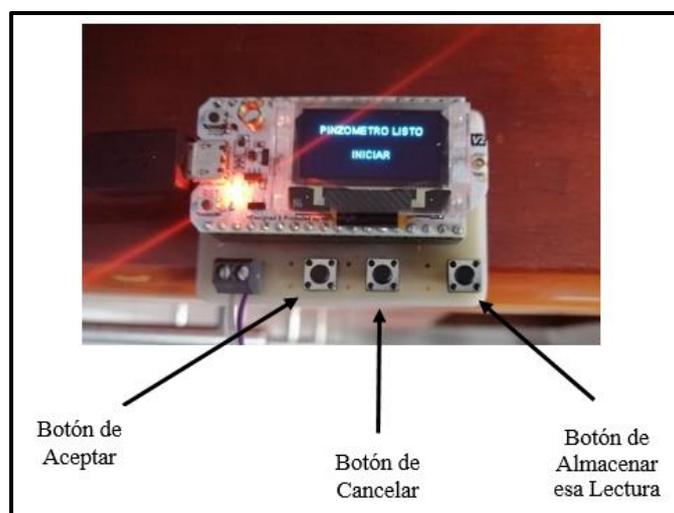
```
Heltec.display->clear (); // Limpiamos nuestra pantalla
Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_10) ;//Ajustamos tipo-tamaño de
Letra
Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER); //Alineamos el texto
Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 5, 128, dedo);
Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_24);
Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);
Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 20, 128, String (kg) + " " +
"Kgf");
Heltec.display->display ();
delay (100);
```

4.1.1.2. Verificación para Cumplir Diferentes Funciones

Esta prueba se basa específicamente en verificar que el nodo sensor cumpla con lo planteado en su diseño; así pues, tiene tres pulsadores cómo se indica en la Figura 57 y cada uno permite una función diferente; las cuales se describen más adelante.

Figura 57

Diseño del Nodo Sensor



Nota. En la figura se observa que el nodo sensor tiene tres pulsadores. Fuente: Autoría.

- **Botón de Aceptar:** presionando este pulsador se permite dar inicio al diagnóstico clínico del paciente. Para verificar que se realiza correctamente la función se visualizara mediante el monitor serial del Arduino IDE y la pantalla Oled.

Primero se asigna cómo es el funcionamiento de pines, los cuales cumplirán diferentes funciones.

```
pinMode (37, INPUT); //se configura el pin como entrada
pinMode (38, INPUT); //se configura el pin como entrada
pinMode (39, INPUT); //se configura el pin como entrada
```

Ahora se detalla el código que estará ejecutandose constantemente, el cual permitirá realizar los procesos que se vayan requiriendo.

```
void loop () {

int buttonAceptar=digitalRead (37);
int buttonCancelar=digitalRead (38);
int buttonTomarMedicion=digitalRead (39);
```

Cuando el nodo sensor se ha encendido y conectado al nodo central inicia con su estado en 0 como se indicó en la declaración de variables, con lo cual se muestra el mensaje que el pinzómetro está listo como se observa en la Figura 58.

Figura 58

Visualización de Inicio en la Pantalla Oled



Nota. Fuente: Autoría.

El código para obtener los resultados que se visualizan en la pantalla oled es el que se presenta a continuación.

```

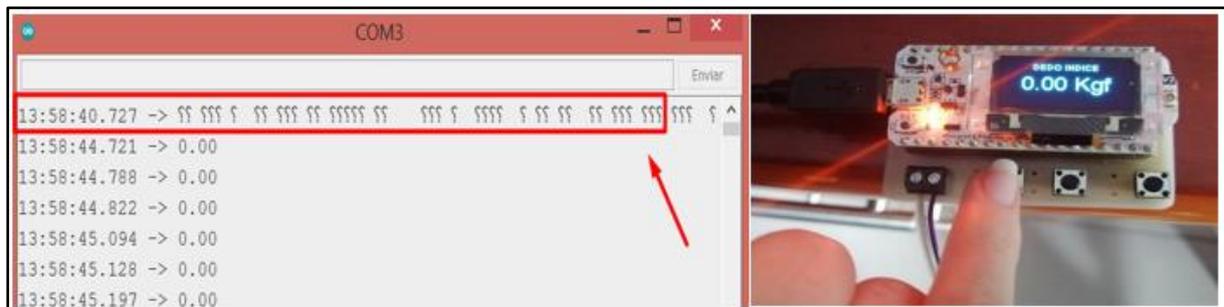
if (state==0) {
  Heltec.display->clear ();
  Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_10);
  Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);
  Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 12, 128, "PINZOMETRO LISTO");
  Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_10);
  Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);
  Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 36, 128, "INICIAR");
  Heltec.display->display ();
  state=1;
}

```

Luego se pulsa el botón de Aceptar; donde se visualiza en el monitor serial de Arduino IDE y en la pantalla Oled que el sensor comienza a adquirir datos como se puede observar en la Figura 59.

Figura 59

Visualización de Datos desde el Monitor Serial y la Pantalla Oled



Nota. Fuente: Autoría.

Con esto se verifica que el botón aceptar cumple con la función de iniciar el sistema de toma de datos del nodo sensor.

- **Botón de Cancelar:** presionando este botón se permite cancelar todo proceso que se esté realizando. Esto se verifica mediante el monitor serial del Arduino IDE y la pantalla Oled.

Primero se asigna cómo es el funcionamiento de pines, los cuales cumplirán diferentes funciones.

```
void loop () {
  int buttonAceptar=digitalRead (37);
  int buttonCancelar=digitalRead (38);
  int buttonTomarMedicion=digitalRead (39);
```

A continuación, se presenta la programación cuando se presione el botón cancelar.

```
if (buttonCancelar==1) {
  delay (300);
  Heltec.display->clear ();
  Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_10);
  Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);
  Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 12, 128, "PROCESO");
  Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_16);
  Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);
  Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 36, 128, "CANCELADO");
  Heltec.display->display ();
  delay (1500);
  state=0;
  i=0;
}
```

Ahora se procede a pulsar el botón de cancelar; donde se visualiza en la pantalla Oled que la toma de datos se ha cancelado, este proceso se puede observar en la Figura 60.

Figura 60

Visualización de Proceso Cancelado en la Pantalla Oled



Nota. Fuente: Autoría.

Con esto se ha verificado que el segundo botón realiza el proceso de cancelar todo lo que se esté realizando.

- **Botón de Almacenar esa Lectura:** presionando este botón se almacena mediciones del diagnóstico médico que esté realizándose. Para verificar que se realiza correctamente se utiliza el monitor serial de Arduino IDE y la pantalla Oled.

Primero se coloca el código que se ejecuta constantemente, el cual realiza los procesos que se vayan requiriendo.

```
void loop () {

int buttonAceptar=digitalRead (37);
int buttonCancelar=digitalRead (38);
int buttonTomarMedicion=digitalRead (39);
```

A continuación, se observa la programación de cuando se presione el botón de almacenar esa lectura.

```
if (buttonTomarMedicion==1) {
delay (300);
if (i<4) {

if (i==0) {
vector[i]=kg;
Serial.println ("Medición Dedo Medio");
dedo="DEDO MEDIO";
}

if (i==1) {
vector[i]=kg;
Serial.println ("Medición Dedo Anular");
dedo="DEDO ANULAR";
}

if (i==2) {
vector[i]=kg;
Serial.println ("Medición Dedo menique");
dedo="DEDO MENIQUE";
}

else {
i=0;
Serial.println ("Medición Dedo índice");
dedo="DEDO INDICE";
state=2;
}
}
```

Una vez concluido el proceso de almacenamiento temporal de datos; comienza una condición para saber si queremos que los datos sean enviados a la base de datos local.

```
if (i==3) {
vector[i]=kg;
Serial.println ("Toma de datos correcta");
Serial.println ("Presione ACEPTAR para enviar datos");
}
```

Ahora pulsaremos el botón de Almacenar esa Lectura; donde se visualiza desde el monitor serial de Arduino IDE y la pantalla Oled que se cumple el almacenamiento temporal de datos. Finalmente acabado el proceso de almacenar las respectivas lecturas se visualiza un mensaje; para seleccionar si queremos enviar los datos a nuestro nodo central o cancelar el proceso cómo se observa en la Figura 61.

Figura 61

Visualización de Mensaje al Finalizar la Función Botón de Almacenar.



Nota. Fuente: Autoría.

Con esto se ha verificado que el botón de Almacenar esa Lectura está cumpliendo su función, que es almacenar temporalmente los datos obtenidos por parte del sensor FSR 402.

4.1.1.3. Verificación de Conectividad entre los Nodos

Esta prueba se basa en verificar que los dos nodos tengan comunicación entre ellos, para lo cual primeramente se comprobará que el Nodo Sensor está obteniendo una dirección IP por parte de la red del Nodo Central y posteriormente realizar un ping para comprobar que existe comunicación entre los dos Nodos.

En primer lugar, en Arduino IDE se incluyó la librería de comunicación inalámbrica y se configuró las directrices para que el Nodo Sensor pueda conectarse a la red como se muestra a continuación.

```
#include <WiFi.h>
#ifndef STASSID
#define STASSID "Pinzometro"
#define STAPSK "Pinzometro"
#endif

const char* ssid = STASSID;
const char* password = STAPSK;
char host [48];
String strhost = "10.3.141.1";
String strurl = "/pinzometro/conexion3.php";
```

A continuación, se verifica que el Nodo Sensor obtiene una dirección IP, esto mediante el monitor serial de Arduino IDE y el mensaje de la pantalla oled como se observa en la Figura 62.

Figura 62

Obtención de Dirección IP



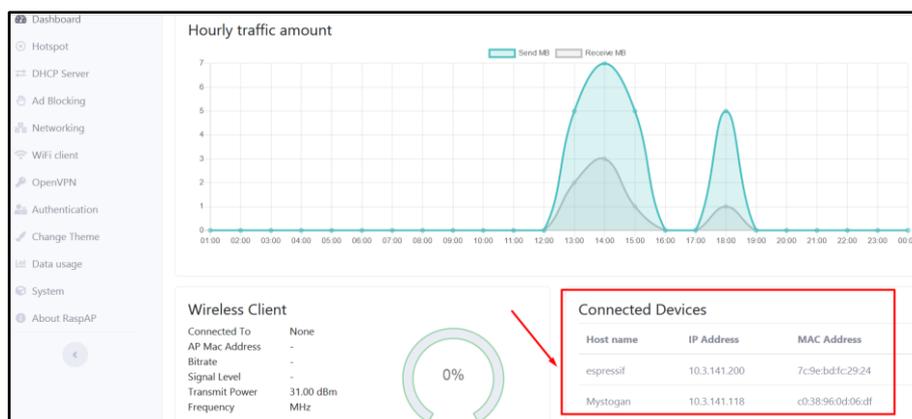
Nota. Fuente: Autoría.

Como se ha observado en la Figura 62 el Nodo Sensor está conectado a la Red Pinzometro y se le asigno la IP 10.3.141.200.

Ahora para comprobar desde el Nodo Central que el Nodo Sensor está conectado a la red se procede a abrir la interfaz de RaspAP y se observa en el apartado de dispositivos conectados como se muestra en la Figura 63.

Figura 63

Visualización de Usuarios Conectados a la Red

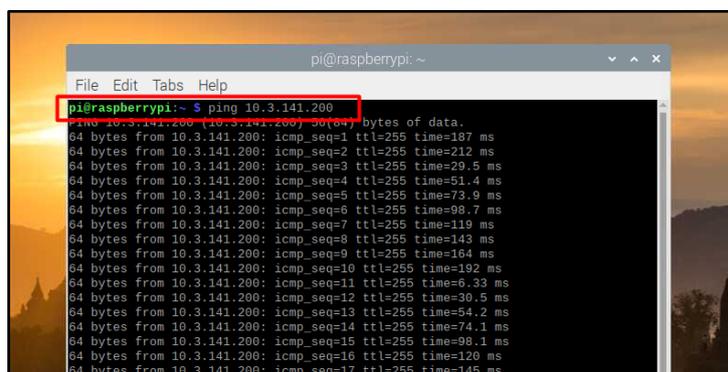


Nota. Fuente: Autoría.

Para culminar la prueba de verificación de conectividad entre nodos se realiza un ping desde el Nodo Central hacia el Nodo Sensor el cual tiene la IP 10.3.141.200 como se observa en la Figura 64.

Figura 64

Prueba para medir el tiempo que tardan en comunicarse los nodos



```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~$ ping 10.3.141.200
ping 10.3.141.200 (10.3.141.200) 64(64) bytes of data:
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=1 ttl=255 time=187 ms
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=2 ttl=255 time=212 ms
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=3 ttl=255 time=29.5 ms
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=4 ttl=255 time=51.4 ms
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=5 ttl=255 time=73.9 ms
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=6 ttl=255 time=98.7 ms
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=7 ttl=255 time=119 ms
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=8 ttl=255 time=143 ms
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=9 ttl=255 time=164 ms
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=10 ttl=255 time=192 ms
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=11 ttl=255 time=6.33 ms
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=12 ttl=255 time=30.5 ms
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=13 ttl=255 time=54.2 ms
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=14 ttl=255 time=74.1 ms
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=15 ttl=255 time=98.1 ms
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=16 ttl=255 time=120 ms
64 bytes from 10.3.141.200: icmp_seq=17 ttl=255 time=145 ms

```

Nota. Fuente: Autoría.

4.1.2. Prueba 2: Verificar que el Nodo Central Cumpla las Funciones Requeridas

En este apartado se verifica que el Nodo Central está generando una red Wi-Fi, posea una base de datos local y permita almacenar la información requerida de los pacientes; la cual será ingresada mediante una interfaz web, así mismo esta permitiría la visualización del registro clínico de pacientes ya evaluados.

4.1.2.1. Verificación de Levantamiento de Red

Para verificar que el Nodo Central está generando una red Wi-Fi se utiliza el Software NetSpot el cual recopila todos los detalles de las redes Wi-Fi como se observa en la Figura 65. Este software permite determinar la viabilidad de implementar una red inalámbrica en un área específica y encontrar los mejores puntos para nuestros puntos de acceso. Con NetSpot también se puede comprobar la configuración de seguridad (Abierto, WEP, WPA / WPA2 Personal / Enterprise), los SSID que no transmiten y la intensidad de la señal.

Figura 65

Detalles de Redes Inalámbricas

	SSID	BSSID	Alias	Gráfico	Señal	%	Min.	Máx.	Prome...	Nivel	Ban...	Canal	Ancho	Vendedor	Seguridad	Modo	Último vi...
✓	AP-SYS-Miraba-2	00272244f76e			-	-	-96	-78	-79		2,4	9	20	Ubiquiti	WPA2 Personal	n	1 m 41 s h...
✓	JESSI VR	006762232e10			-74	26	-96	-58	-72		2,4	5	20	Fiberhome	WPA2 Personal	n	2 s hace
✓	FLIA GUERRON PEREZ...	0067622333f0			-	-	-96	-10	-70		2,4	3	20	Fiberhome	WPA2 Personal	n	12 s hace
✓	JOEL	00676223f8a8			-	-	-96	-74	-75		2,4	5	20	Fiberhome	WPA2 Personal	n	57 s hace
✓	FLIA PAEZ_CNT	00676223fd00			-78	21	-96	-76	-77		2,4	6	20	Fiberhome	WPA2 Personal	n	2 s hace
✓	INTERNET_CNT	0067622410f0			-	-	-96	-78	-79		2,4	3	20	Fiberhome	WPA2 Personal	n	2 m 46 s h...
✓	FLIA CADENA	006762248738			-71	29	-96	-53	-68		2,4	11	20	Fiberhome	WPA2 Personal	n	2 s hace
✓	Familia Estevez	006762248748			-	-	-96	-80	-81		2,4	3	20	Fiberhome	WPA2 Personal	n	32 s hace
✓	PLUS_CHASIGUANO	1c3b8f35707d8			-	-	-96	-74	-77		2,4	1 + 1	40	TP-LINK	WPA2 Personal	n	17 s hace
✓	PSYCO_CNT	28ff3e7e02a4			-74	26	-96	-66	-73		2,4	1	20	zte	WPA2 Personal	n	2 s hace
✓	SALOME	28ff3e7f7b7c			-42	63	-58	-37	-49		2,4	9	20	zte	WPA2 Personal	n	2 s hace
✓	Strawer	50d4f7ced3ac			-46	58	-96	-10	-42		2,4	11 - 1	40	TP-LINK	WPA2 Personal	n	2 s hace
✓	FERNANDO RAMIREZ...	5c3a30e5890e			-	-	-96	-76	-78		2,4	5	20	zte	WPA2 Personal	n	37 s hace
✓	JARED	68ff7b88b55c			-77	22	-96	-70	-75		2,4	11 - 1	40	TP-LINK	WPA2 Personal	n	2 s hace
✓	PLUS.VIZCAINO.03	68ff7b88b55c			-	-	-96	-72	-74		2,4	1 + 1	40	TP-LINK	WPA2 Personal	n	7 s hace
✓	TP-LINK_AP_016E	A42880e6016e			-	-	-96	-68	-71		2,4	9 - 1	40	TP-LINK	Open	n	7 s hace
✓	ZONA WIFI	d80d172c390			-	-	-96	-76	-77		2,4	6	20	TP-LINK	WPA2 Personal	n	1 m 27 s h...
✓	Pinzometro	dca63262f830			-34	72	-42	-31	-34		2,4	1	20	Raspberry	WPA2 Personal	n	2 s hace
✓	FLIA. FARINANGO VAL...	E8018d421910			-	-	-96	-84	-84		2,4	4	20	Fiberhome	WPA2 Personal	n	1 m 41 s h...
✓	FLIA GOMEZ	f898efaaa50			-	-	-96	-80	-81		2,4	7	20	HUAWEI	WPA2 Personal	n	42 s hace

Nota. Fuente: Autoría.

Con respecto al lugar donde se ubicará nuestro nodo central; se realiza un sondeo de las redes inalámbricas existentes en la zona, se verifica las características de nuestra red inalámbrica; en este caso se llama Pinzometro como se observa en la Figura 66.

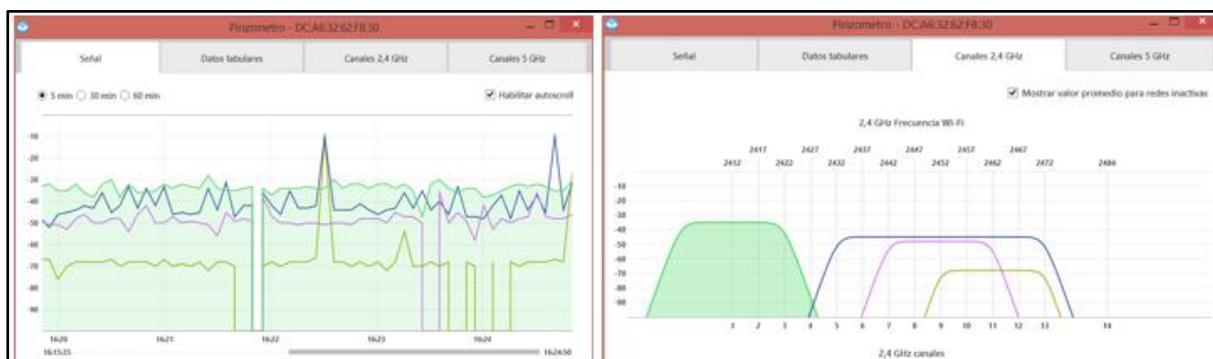
Figura 66

Detalles de Red Inalámbrica Generada por el Nodo Central

	SSID	BSSID	Alias	Gráfico	Señal	%	Min.	Máx.	Prome...	Nivel	Ban...	Canal	Ancho	Vendedor	Seguridad	Modo	Último vi...
✓	Pinzometro	dca63262f830			-33	73	-48	-28	-34		2,4	1	20	Raspberry	WPA2 Personal	n	ahora
✓	Strawer	50d4f7ced3ac			-48	56	-96	-10	-42		2,4	11 - 1	40	TP-LINK	WPA2 Personal	n	ahora
✓	SALOME	28ff3e7f7b7c			-50	53	-96	-36	-49		2,4	9	20	zte	WPA2 Personal	n	ahora
✓	JESSI VR	006762232e10			-68	33	-96	-10	-69		2,4	5	20	Fiberhome	WPA2 Personal	n	ahora
✓	FLIA CADENA	006762248738			-68	33	-96	-10	-68		2,4	11	20	Fiberhome	WPA2 Personal	n	ahora
✓	JARED	68ff7b88b55c			-71	29	-96	-70	-74		2,4	11 - 1	40	TP-LINK	WPA2 Personal	n	ahora

Nota. Fuente: Autoría.

En principio se puede observar las principales características de nuestra red como la intensidad de señal, canal y seguridad. En segunda instancia se puede seleccionar nuestra red y seleccionar la opción de encuesta la cual nos indica a detalle la señal y los canales cómo se observa en la Figura 67.

Figura 67*Detalles del Análisis de la Red Pinzometro*

Nota. Fuente: Autoría.

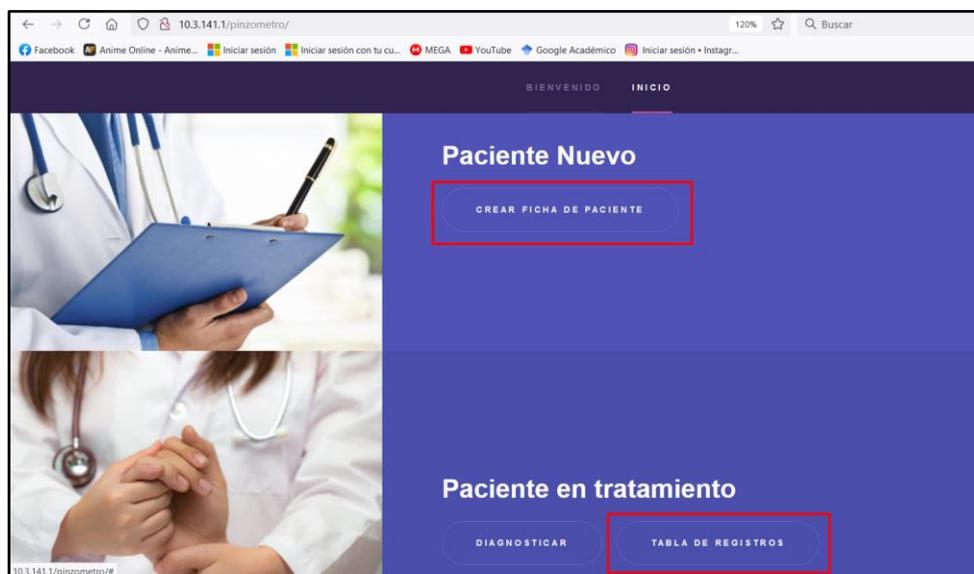
Finalmente se ha observado que el Software NetSpot es una excelente herramienta para poder analizar a detalle las redes inalámbricas que se encuentran en cierta zona, con el objetivo de evitar que no se solapen canales o existan inconvenientes de posicionamiento.

4.1.2.2. Verificación de Almacenamiento y Visualización de Datos

Para verificar que el Nodo Central tiene la capacidad de almacenar la información que se ingresa de los pacientes, debemos conectarnos con la base de datos local que fue creada en la sección (3.11.2.1). Donde ingresamos a nuestro servidor web el cual posee una interfaz que permite ingresar y visualizar los registros clínicos de pacientes ya evaluados como se puede observar en la Figura 68.

Figura 68

Interfaz de Nuestra Página Web



Nota. Fuente: Autoría.

Ahora vamos a crear una ficha médica de un paciente para lo cual se ingresa la información requerida por la parte medica cómo se observa en la Figura 69. Posteriormente se verificará si esta información está siendo almacenada en nuestra base de datos.

Figura 69

Ingreso de Información para Ficha Médica

A screenshot of a web form titled 'Datos del Paciente' on a dark purple background. The form contains several input fields for patient data. On the left side of the form, there is a vertical sidebar with two buttons: 'CREAR FICHA DE PACIENTE' and 'REGRESAR'. The form fields are as follows: 'Cédula' with the value '1003412614'; 'Nombres' with 'DANIEL ESTEBAN'; 'Apellidos' with 'OSEJOS VALENCIA'; 'Edad' with '27'; 'Sexo' with a dropdown menu set to 'Masculino'; 'Teléfono' with '0969278109'; 'Email' with 'deosejosv@utn.edu.ec'; 'Provincia' with 'IMBABURA'; 'Cantón' with 'IBARRA'; and 'Dirección' with 'IBARRA'.

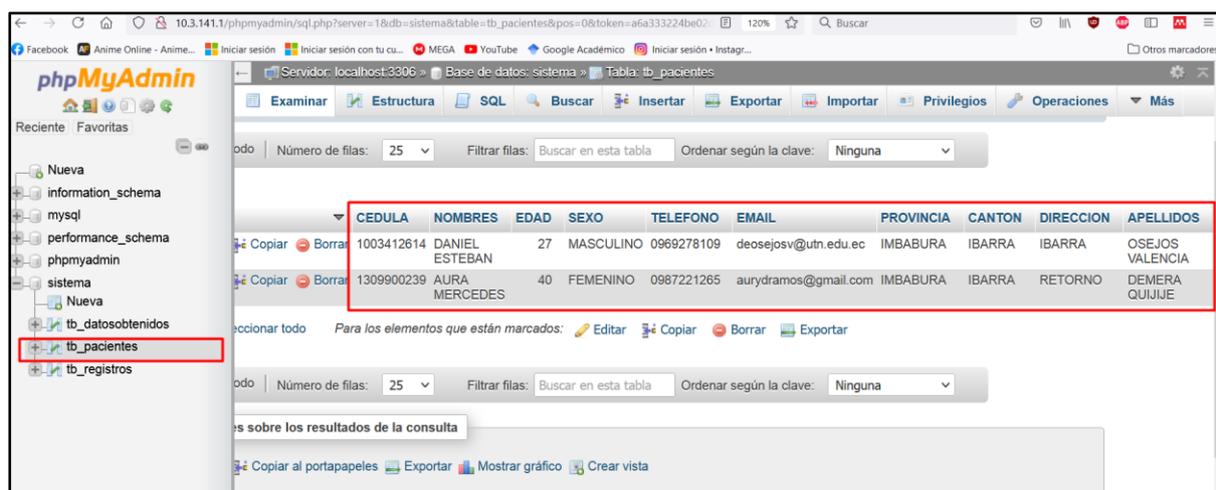
Nota. Fuente: Autoría.

La interfaz de la página web se ha desarrollado para cumplir los requerimientos de la administradora del sistema, en este caso la fisioterapeuta. Por otro lado, esta página se desarrolló en HTML y su código puede verse en el ANEXO J.

En relación con lo anteriormente expuesto vamos a ingresar a nuestra base de datos local de nuestro nodo central esto mediante la dirección <http://10.3.141.1/phpmyadmin/>; donde se visualiza que a la información ingresada del paciente se está almacenando de forma correcta cómo se observa en la Figura 70.

Figura 70

Visualización de Información Personal de los Pacientes



CEDULA	NOMBRES	EDAD	SEXO	TELEFONO	EMAIL	PROVINCIA	CANTON	DIRECCION	APELLIDOS
1003412614	DANIEL ESTEBAN	27	MASCULINO	0969278109	deosejosv@utn.edu.ec	IMBABURA	IBARRA	IBARRA	OSEJOS VALENCIA
1309900239	AURA MERCEDES	40	FEMENINO	0987221265	aurydramos@gmail.com	IMBABURA	IBARRA	RETORNO	DEMERA QUIJUE

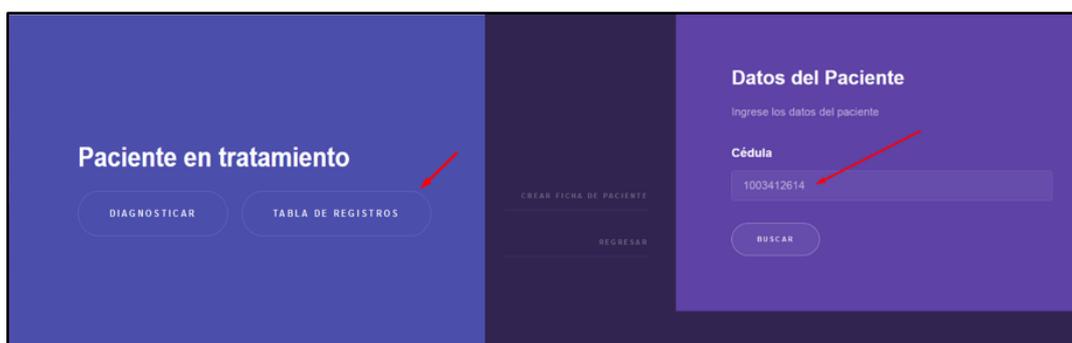
Nota. Fuente: Autoría.

Ahora podemos decir que se ha verificado que la información ingresada desde nuestra interfaz web está siendo almacenada de forma correcta en nuestra base de datos. Dentro de este marco hay que resaltar cómo será la visualización de los datos adquiridos y de las recomendaciones médicas para lo cual se ingresará a la interfaz web en el apartado tabla de

registros donde nos pedirá ingresar el número de cédula del paciente que se quiere visualizar la información como se puede observar en la Figura 71.

Figura 71

Ingreso al Historial Médico de un Paciente



Nota. Fuente: Autoría.

Donde el medico a cargo del sistema puede observar la ficha medica del paciente la cual contiene todos sus datos personales y las mediciones de fuerza de presión que se le realizaron; es necesario resaltar que la base de datos permite almacenar y visualizar más de una medición. En pocas palabras se crea un historial clínico en el cual se puede observar los valores de las diferentes mediciones en el transcurso del tiempo como se muestra en la Figura 72.

Figura 72

Visualización de la Ficha Médica de un Paciente

Ficha Médica									
Datos del Paciente									
APELLIDOS	OSEJOS VALENCIA								
NOMBRES	DANIEL ESTEBAN								
EDAD	27 AÑOS								
TELEFONO	0969278109								
EMAIL	deosejosw@utn.edu.ec								
PROVINCIA	IMBABURA								
CANTON	IBARRA								
DIRECCIÓN	IBARRA								
Reporte de mediciones									
#	Inicio (kg)	Estado	Medio (kg)	Estado	Finale (kg)	Estado	Multiplo (kg)	Estado	Observaciones
1.04	8.41	DEBAJO DEL LIMITE INFERIOR	8.64	DEBAJO DEL LIMITE INFERIOR	8.79	DEBAJO DEL LIMITE INFERIOR	2.79	DEBAJO DEL LIMITE INFERIOR	Los Registros se encuentran dentro de los parámetros de normalidad. Para la siguiente consulta vamos a realizar las mismas pruebas de medicación con un tiempo de prueba mas elevado, para ver si se ve afectado el paciente por la fatiga muscular.
1.11	8.93	DEBAJO DEL LIMITE INFERIOR	9.84	SOBRE EL LIMITE SUPERIOR	4.12	DEBAJO DEL LIMITE INFERIOR	2.61	DEBAJO DEL LIMITE INFERIOR	Las mediciones se realizaron correctamente sin tener ningún inconveniente.

Nota. Fuente: Autoría.

4.2. Fase 4: Validación del Sistema

Una vez finalizada la fase de implementación y validación de subsistemas por separado se procede con la fase de validación del sistema; por lo tanto, se realiza las pruebas en el personal administrativo de UTN. Las pruebas se realizaron con éxito en el tiempo establecido como se indica en el ANEXO K y siguiendo la metodología médica que se indica en la sección (2.9.3.1) para su posterior estudio.

4.2.1. Muestras de las Pruebas del Sistema

Las pruebas se plantearon realizarlas a las secretarias de la Universidad Técnica del Norte; la cual está delimitada en parámetros de edad entre los 30 a 50 años independientemente del sexo. Sin embargo, en la actualidad solo se encuentran laborando presencialmente personal administrativo del Edificio Central y de Bienestar Universitario. Por tal motivo las pruebas se realizaron a personal administrativo que cumplan la ocupación de oficinista como se indicó en la sección (3.3.2) pero ya no con la denominación de secretarias.

4.2.2. Prueba 3: Adquisición de Datos del Personal Administrativo de la UTN

En este apartado se prueba la funcionalidad del sistema realizando la adquisición de datos de las muestras asignadas a ser caso de estudio como se puede observar en la Figura 73, en este caso personal administrativo que está asistiendo presencialmente a su lugar de trabajo. Las mediciones serán tomadas siguiendo la metodología de estudio de la parte médica como se indica en la sección (2.9.3.1).

Figura 73

Pruebas en el Personal Administrativo de la UTN.



Nota. Fuente: Autoría

Las pruebas del sistema cumplen con lo planteado; que fue realizarlas en personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte.

4.2.2.1. Valores de Presión Registrados por el Sistema PinSenFR.

En la Tabla 21, se puede observar los datos que fueron adquiridos del personal administrativo que se encuentra laborando presencialmente en el campus universitario. Con respecto a esta información hay que señalar que se consiguió tomar mediciones a 24 personas, de las cuales una persona es de sexo masculino y no será tomado en cuenta para el posterior análisis, esto debido a que no es parte del personal que realiza actividades repetitivas en su ámbito laboral.

Es importante dejar en claro que las pruebas se realizaron casi a un 50 por ciento equivalente a la muestra planteada de nominación de secretarias totales de la UTN. Además de cumplir con lo que se esperaba como resultado en nuestro cronograma de pruebas.

Tabla 21

Datos Adquiridos de la Base de Datos del Sistema

Datos Obtenidos con el Sistema								
Nombre	Apellido	Edad	Hora	Fecha	Índice	Medio	Anular	Meñique
Ana	Vásquez	46	12:52	16/07/2021	6,69	5,25	5,6	3,75
Ana	Aguirre	31	9:28	06/07/2021	6,75	4,95	3,95	2,56
Brenda	Espinoza	30	10:35	23/07/2021	7,38	5,93	4,31	2,43
Carla	Ibarra	34	10:47	08/07/2021	6,66	6,15	4,96	3,23
Conzuelo	Salas	56	11:40	23/07/2021	7,2	5,6	3,59	3,46
Cristina	Valle	55	9:10	13/07/2021	6,41	5,29	2,36	2,09
Cruz	Montesdeoca	35	10:20	06/07/2021	6,35	7,1	4,23	3,2
Diana	Martínez	42	9:45	19/07/2021	5,37	5,37	4	1,1
Durby	Gallegos	53	9:15	23/07/2021	5,77	4,34	4,79	2,87
Eduard	Vásquez	50	9:17	19/07/2021	5,33	5,35	3,46	2,87
Erika	Vaca	25	9:30	19/07/2021	7,15	6,4	5,88	4,32
Gabriela	Maya	34	9:25	13/07/2021	6,99	5,65	2,81	2,89
Jenny	Enríquez	36	10:24	08/07/2021	6,44	6,19	4,49	3,1
Katy	Cabrera	42	9:45	23/07/2021	5,95	5,39	2,23	1,97
María	Braganza	30	9:29	23/07/2021	5,6	5,31	3,02	3,43

María	Sierra	35	9:46	13/07/2021	7,06	5,76	2,54	2,23
María	Mantilla	25	12:00	23/07/2021	6,7	6,58	4,55	2,55
Mariela	Montalvo	29	10:35	08/07/2021	6,86	4,95	4,06	3,95
Mirian	Báez	49	9:38	23/07/2021	7,45	6,88	6,19	3,43
Roció	Mendoza	61	8:40	19/07/2021	4,99	4,91	4,46	1,32
Rosario	Ortega	54	11:15	16/07/2021	6,7	6,15	4,68	2,82
Silvana	Cabezas	54	9:41	06/07/2021	8,19	6,82	5,76	4,96
Silvia	Obando	43	9:05	19/07/2021	7,52	7,19	5,92	3,13
Steffany	Sarmiento	30	9:55	23/07/2021	6,38	5,51	4,37	2,06

Nota. En la Tabla se puede observar algunos de los Datos que el Sistema nos permite recolectar y almacenar. Fuente: Autoría.

4.2.3. Prueba 4: Verificación de recolección y almacenamiento de información en base de datos médica

En este punto se detalla cómo se llevará la información personal de cada paciente comparado como es en la actualidad; más aún cuando es un proceso no digitalizado y en la mayoría de centros de rehabilitación es llevada en hojas de papel; es importante dejar en claro que, aunque la información se lleve de esta manera no significa que esta pierda importancia.

Una característica fundamental del sistema es como lleva la información; cuando se dice esto no solo se hace referencia a los datos de pacientes sino también a las mediciones de cada uno de los dedos, como se puede observar en la Figura 74. Así mismo del estado de la lectura lo cual significa que estos datos pueden ser utilizados para dar un diagnóstico rápido sobre el estado de cada uno de ellos, como si fuera poco los datos pueden ser almacenados digitalmente para futuros estudios.

Figura 74

Forma de Almacenar los Diferentes Datos de Cada Paciente

Medición de Cada uno de los dedos

Fecha y Hora de la Toma de las Pruebas

id	Cedula	Nombres	Apellidos	Hora	Fecha	Indice	Estado1	Medio	Estado2	Anular
26	1001795366	SILVANA	CABEZAS	05:27:37	2021-01-28	8.19	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	6.82	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	5.76
27	1002343042	SILVIA	OBANDO	05:33:15	2021-01-28	7.52	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	7.19	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	5.92
28	1001738796	DURBY	GALLEGOS	05:32:47	2021-01-28	5.77	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	4.34	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	4.79
29	1002410072	MARIA	BRAGANZA	05:29:22	2021-01-28	5.6	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	5.31	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	3.02
30	1001580792	MIRIAN	BAEZ	05:38:05	2021-01-28	7.45	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	6.88	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	6.19
31	1002168340	KATY	CABRERA	05:45:39	2021-01-28	5.95	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	5.39	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	2.23
32	0401559893	STEFFANY	SARMIENTO	05:55:02	2021-01-28	6.38	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	3.51	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	4.37
33	1001743218	Cristina	Valle	05:35:27	2021-01-28	6.41	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	5.29	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	2.09
34	0400977856	JENY	ENRIQUEZ	05:24:16	2021-01-28	6.44	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	6.19	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	4.49

Nota. En la figura se observa que los datos son almacenados en tablas con sus respectivos datos. Fuente: Autoría.

Además, el sistema tiene la característica de permitir la visualización cualquier registro clínico de un paciente de una manera muy eficaz; lo cual significa que si se tiene muchos pacientes registrados se puede seleccionar uno en específico; esto mediante la interfaz web del sistema electrónico. En otras palabras, se puede buscar cualquier paciente registrado con su número de cédula cómo se observa en la Figura 75.

Figura 75

Visualización de Ficha Médica Específica de un Paciente

Datos del Paciente

Ingrese los datos del paciente

Cédula

1003412614

Buscar

Ingreso de Número de Cédula para ver Información específica de un Paciente

Datos del Paciente

APELLIDOS: OSEJOJ VALENCIA

NOMBRES: DANIEL ESTEBAN

EDAD: 27 AÑOS

TELEFONO: 0969278109

EMAIL: deosjosv@ufm.edu.ec

PROVINCIA: IMBABURA

CANTON: IBARRA

DIRECCIÓN: IBARRA

Reporte de mediciones

Hora	Fecha	Indice	Estado	Medio	Estado	Medio	Estado	Medio	Estado
14:28:46	2021-01-27	8.41	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	8.84	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	6.78	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	2.79	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR

Nota. Fuente: Autoría.

El seguimiento de los pacientes evaluados con nuestro sistema mejora significativamente en comparación a la manera tradicional de cómo es llevada la información; así pues, ahora el médico tratante tiene un historial clínico digitalizado con el cual puede ver los avances del tratamiento progresivamente en el tiempo y además ver las últimas observaciones que se le realizaron como se observa en la Figura 76. Por otra parte, ahora se puede conocer el registro histórico de un paciente que abandone su tratamiento y quiera volver al mismo para así no iniciar una nueva evaluación desde cero.

Figura 76

Reporte de Mediciones y Observaciones

Fecha	Índice (kg)	Estado	Medio (kg)	Estado	Anular (kg)	Estado	Meñique (kg)	Estado	Observaciones
2021-01-04	8.41	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	8.84	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	8.78	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	2.79	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	Los Registros se encuentran dentro de los parámetros de normalidad. Para la siguiente consulta vamos a realizar las mismas pruebas de evaluación con un tiempo de prueba más elevado, para ver si se ve afectado el paciente por la fatiga muscular
2021-01-11	6.09	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	5.84	SOBRE_EL_LIMITE_SUPERIOR	4.12	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	2.61	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	Las mediciones se realizaron correctamente

Nota. Fuente: Autoría.

4.2.4. Comparación de Mediciones de Fuerza de Presión entre la Manera Tradicional y el Sistema Electrónico

En este apartado se va a realizar las comparaciones de mediciones de fuerza de presión “en pinza” entre el sistema y la manera tradicional, hay que aclarar que en ningún centro de rehabilitación de la ciudad de Ibarra se poseía un pinzómetro jamar para poder realizar las comparaciones.

Por tal motivo se decidió comparar con mediciones realizadas en un estudio clínico denominado “Parámetros de Normalidad en Fuerzas de Presión de Mano en Sujetos de Ambos Sexos de 7 a 17 Años de Edad”; en el cual se realizó mediciones de fuerza de presión en pinza de la manera tradicional con un pinzómetro jamar; es necesario recalcar que en este estudio solo se realizó mediciones entre los dedos índice y pulgar. Finalmente hay que destacar que en las dos investigaciones se utilizó el mismo método clínico para obtener mediciones.

Según (Escalona D'A., Naranjo O., Lagos S., & Solís F., 2009); “se concluyó que los intervalos con 95% de confianza para las presiones estudiadas pueden constituirse en patrones de referencia para comparar las fuerzas de presión en pacientes con patologías que comprometan su función manual”.

En cuanto a las mediciones realizadas en el estudio denominado “Parámetros de Normalidad en Fuerzas de Presión de Mano en Sujetos de Ambos Sexos de 7 a 17 Años de Edad” se utilizó el análisis estadístico de normalidad de Kolmogorov Smirnov con intervalos de confianza del 95% con un nivel de significancia del 0.05, si desea observar más a detalle estos niveles de significancia observarse el ANEXO L.

4.2.4.1. Mediciones Adquiridas con el Sistema.

En la Tabla 22, se observa el resultado del análisis estadístico de normalidad de Kolmogorov Smirnov con intervalos del 95% y con un nivel de significancia de 0.05; el cual se realizó con los datos obtenidos por el sistema, las tablas de cómo sacar este resultado se pueden observar en el ANEXO M.

Tabla 22

Mediciones de Fuerza en Pinza con Cada Dedo

Pinza con el Dedo	Número de Muestras	Intervalo de		Media
		Confianza del 95%		
		Mujeres		
		Límite Inferior	Límite Superior	
Índice	23	6.324	6.992	6.63
Medio	23	4.934	5.529	5.81
Anular	23	3.881	4.707	4.293
Meñique	23	2.710	3.515	2.906

Nota. En esta tabla observamos los resultados estadísticos de la fuerza de prensión en pinza de los diferentes dedos. Fuente: Autoría.

4.2.4.2. Mediciones Adquiridas de la Manera Tradicional.

En la Tabla 23, se observa las mediciones en fuerza de pinza, para el sexo femenino los promedios son inferiores a 5 kg hasta los 11 años; luego aumentan constantemente hasta los 17 años, para situarse en 6,9 kg. En el sexo masculino, la fuerza de pinza se mantiene bajo 5 kg hasta los 9 años, aumentando a una mayor velocidad que en mujeres hasta alcanzar 9,5 kg a los 17 años.

Tabla 23*Mediciones de Fuerza de Pinza según Edades y Sexos*

Edad	Número de Muestras	Intervalo de Confianza del 95%			Media	Intervalo de Confianza del 95%		
		Mujeres		Media		Hombres		Media
		Límite Inferior	Límite Superior			Límite Inferior	Límite Superior	
07.0-07.9	38	3.3818	3.6950	3.538	36	3.5981	4.2598	3.928
08.0-08.9	35	3.8479	4.3164	4.082	44	4.1772	4.7103	4.443
09.0-09.9	41	4.3102	4.7036	4.506	36	4.5667	5.0565	4.816
10.0-10.9	31	4.5999	5.2449	4.924	29	4.8183	5.4501	5.134
11.0-11.9	33	4.9789	5.5312	5.255	27	5.2529	5.7718	5.512
12.0-12.9	35	5.9389	6.5540	6.246	33	5.9607	6.7343	6.347
13.0-13.9	36	5.7736	6.5223	6.147	33	6.5775	7.6401	7.108
14.0-14.9	26	6.2412	6.8114	6.526	31	7.5571	8.4752	8.061
15.0-15.9	41	6.5430	7.0546	6.798	53	8.3682	9.1145	8.741
16.0-16.9	24	6.3908	7.1335	6.762	36	8.2793	9.5124	8.895
17.0-17.9	28	6.6314	7.3114	6.971	27	9.054	10.109	9.581

Nota. En esta tabla se muestra un estudio de medición de la fuerza de presión en pinza solo del dedo índice. Obtenido de (Escalona D'A., Naranjo O., Lagos S., & Solís F., 2009).

4.2.4.3. Análisis de Mediciones

Comparando el sistema electrónico de evaluación de fuerza de presión este permite adquirir y al mismo tiempo almacenar los datos, además que realiza en un solo diagnóstico medición del pulgar con los otros 4 dedos. Mientras que de la manera tradicional solo se realiza mediciones entre índice y pulgar; cabe destacar que en las dos investigaciones se utilizó el mismo método de estudio clínico para obtener mediciones.

Con la ayuda de la licenciada Patricia Choez que trabaja en el área de fisioterapia ocupacional dentro del centro de rehabilitación integral Ibarra; se determina que el sistema cumple con lo planteado de tomar fuerza de prensión en pinza bidigital, la aporta información relevante en un diagnóstico locomotor o para ayudar a pacientes que se encuentran en tratamiento fisioterapéutico; los cuales involucren los dedos de las manos.

Finalmente, como se observó en las Tabla 22 y Tabla 23 las mediciones de fuerza de prensión de pinza del dedo índice son muy aproximadas, dando validez al sistema en la toma de fuerza. Aunque la variación que existe depende de varios factores entre los cuales las actividades laborales que desempeñan las muestras de estudio.

4.3. Costo del Sistema

En este apartado se detalla el costo de los componentes que conforman el Sistema Electrónico para la medición de fuerza de prensión de los miembros superiores – dedos; el cual se denomina PinSenFR. Cuando nos referimos a costo hacemos referencia al valor económico de hardware, infraestructura, software e implementación.

4.3.1. Costo de Hardware

En la Tabla 24 se detalla el costo de los elementos de hardware que constituyen al sistema de medición de fuerza de prensión; como lo son el Nodo Sensor y el Nodo Central. Los costos de elementos para la alimentación eléctrica también fueron tomados en cuenta.

Tabla 24*Costos de Hardware de los Componentes*

Componente	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Lora 32 Heltec	1	45.00	45.00
FSR 402	1	11.85	11.85
Raspberry Pi 4 de 4 GB	1	99.99	99.99
Elementos Electrónicos Complementarios	3	0.20	0.60
Fuente de 5V a 3A para Raspberry Pi 4	1	8.92	8.92
Batería de Litio de 5V	1	12.00	12.00
Total			178.36

Nota. En la tabla se puede observar el costo económico de los materiales para el sistema en el mercado local.

4.3.2. Costo de Infraestructura

En este apartado se detallan los precios económicos de los diferentes componentes que van a ser necesarios para su instalación al completo como se observa en la Tabla 25. El costo de la alimentación eléctrica no se detalla ya que esos costos corren de parte de quien administre el sistema.

Tabla 25*Componentes de Infraestructura*

Infraestructura	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Case Aluminio	1	25.00	25.00
Nodo Central	1	0.60	0.60
Baquelita	1	20.00	20.00
Case del Nodo Sensor	1		
Total			45.60

Nota. En la tabla se hace referencia a los costos de los componentes de case que van a proteger los diferentes nodos del sistema.

4.3.3. Costo de Software

En la Tabla 26 se detalla el precio económico del software que fue necesario para la realización de este sistema. Donde el costo total es de 0.00 USD ya que el software utilizado en su totalidad es de código libre.

Tabla 26*Costo de Software Utilizado*

Software	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
IDE Arduino	1	0.00	0.00
Raspbian	1	0.00	0.00
Python	1	0.00	0.00
MySQL	1	0.00	0.00
RaspAP	1	0.00	0.00
HTML	1	0.00	0.00
phpMyAdmin	1	0.00	0.00
Fritzing	1	0.00	0.00

Total	0.00
--------------	------

Nota. En la Tabla se muestra que el Software Utilizado en su totalidad es de código libre.

4.3.4. Costo de Implementación Total del Sistema

En la Tabla 27 se detallan los costos económicos totales para poder implementar el sistema en su totalidad.

Tabla 27

Costos de la Implementación Total del Sistema

Descripción	Precio Total
Costo de Hardware	178.36
Costo de Infraestructura	45.60
Costo de Software	0.00
Total	223.96

4.4. Beneficios del Sistema

En consecuencia, se definen los beneficios resultantes de implementar este sistema de evaluación de fuerza de prensión del miembro superior-dedos del cuerpo humano.

- La implementación de este tipo de sistema en un centro de rehabilitación; permite que se mejore la manera de cómo es evaluada la fuerza de prensión de miembro superior-dedos en un paciente.
- El diseño del sistema permite al administrador llevar a cabo pruebas en diferentes metodologías de estudio; es decir realizar mediciones en posturas

diferentes como por ejemplo en la posición del cuerpo totalmente acostado y así obtener nuevos datos.

- Este sistema mejora significativamente el seguimiento de los pacientes ya que lleva la información de una manera adecuada, por lo cual es muy atractivo para los administradores ya que se pueden determinar estudios con la información que se adquiriera.
- Es un sistema innovador, en particular a que hace uso de las nuevas tecnologías en el ámbito de la fisioterapia, debido a que en esta área casi siempre se ha utilizado los métodos tradicionales.
- El sistema permite realizar la toma de datos de oposición del pulgar con los demás dedos en un solo diagnóstico, con el propósito de optimizar este proceso.
- El sistema mejora significativamente el seguimiento de los pacientes; ya que se tiene la información digitalizada a diferencia de cómo se lleva en la actualidad y que con la pandemia se intenta comenzar este proceso de digitalización de la información y dejar de llevar de la manera tradicional; que son fichas médicas con diagnósticos en hojas de papel.

4.5. Conclusiones

- Mediante la revisión bibliográfica se pudo establecer como se realiza la forma de prensión a la que está enfocada la investigación y de misma manera que sensor de fuerza FSR es el más óptimo para las mediciones correspondientes.
- La metodología de investigación para la selección del hardware y software se basó en el estándar ISO/IEC/IEEE 29148-2018. Tomando en cuenta el análisis

secuencial que se realizó con la metodología en cascada. Donde los elementos seleccionados fueron los que obtuvieron el mayor puntaje cumpliendo los diferentes requerimientos.

- El sistema cumple con los parámetros médicos; tales como el rango de medición y la manera de cómo llevar la información. Así mismo su diseño cumple para el tipo de pinza que se ha estudiado; ya que existe una gran variedad de formas de prensión de las manos.
- El sistema mejora el seguimiento de los pacientes, esto debido a que ahora se lleva la información de manera digital y que conlleva realizar un diagnóstico más detallado y en menor tiempo; así mismo pueden realizarse estudios futuros con la información que se almacenará.
- Las pruebas se realizaron exitosamente a cierto grupo del personal administrativo de la UTN y podemos decir que se comprueba la teoría; al observar que se ejerce mayor fuerza entre pulgar e índice y esta se reduce progresivamente con las posturas de los siguientes dedos.
- Se comprueba que el personal administrativo es una parte sensible a sufrir patologías de las manos. Esto debido a que nos encontramos con dos casos de síndrome de túnel carpiano comprobado medicamente y con pacientes que presentan síntomas leves de poder sufrir alguna patología en un futuro.
- El sistema cumple satisfactoriamente con los objetivos que nos planteamos al iniciar este proyecto, utilizando tecnología innovadora y adaptándonos a los diferentes escenarios que se presentaron en el desarrollo del mismo.

4.6. Recomendaciones

- Si en un futuro el lugar donde se utilice el sistema cuenta con servicio de internet fijo se pueda migrar a un servicio de hosting gratuito; para que toda la información que se genera este almacenada en la nube.
- Se recomienda colocar el nodo central en una zona segura para que este no pueda sufrir algún tipo de daño o inconveniente externo.
- Se recomienda que el case del nodo sensor debe ser tratado con cuidado para proteger los diferentes componentes que se encuentran en su interior.
- Realizar pruebas del sistema a la par con un pinzómetro; que es una herramienta muy poco común en los centros de rehabilitación física.
- Utilizar el sistema para diferentes estudios de medición de fuerza de prensión por edades y géneros si se quiere tener información sobre rangos de fuerza de los dedos.
- Se debe mejorar como se almacena la información dentro de los centros de fisioterapia; para poder tener datos con los cuales se pueda realizar estadísticas de los diferentes pacientes.

Glosario

- **Fiabilidad.** - Esta medida de la probabilidad de supervivencia del sistema cuando la función es crítica durante el tiempo de ejecución.
- **Flexibilidad.** - Está construyendo sistemas con oportunidades de depuración incorporadas que permiten el mantenimiento remoto.
- **Portabilidad.** - Es una medida de la facilidad de usar el mismo software integrado en varios entornos, requiere abstracciones generalizadas entre la lógica del programa de aplicación y las interfaces del sistema de bajo nivel.
- **Tiempo real.** - El sistema integrado debe cumplir varios plazos y otras restricciones, se les impone por el comportamiento natural en tiempo real del mundo externo.
- **Tolerancia a fallos.** - Es la capacidad de un sistema informático para sobrevivir en presencia de fallas.

Bibliografía

- Angulo, T., Álvarez, A., & Fuentes, Y. (2011). Biomecánica clínica Biomecánica de la Extremidad Superior Exploración de la Mano. *Reduca (Enfermería, Fisioterapia y Podología) Serie Biomecánica clínica, III*, 1-21. Obtenido de <https://www.revistareduca.es/index.php/reduca-enfermeria/article/view/749>
- Areny, R. P. (2003). *Sensores y Acondicionadores de Señal*. Catalunya: Marcombo Boixareu. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Eevyk28_fVkc&oi=fnd&pg=PR11&ots=JYhN-9Ho9h&sig=BF6zo9wTNhYnPwGAdq-4_44ClSk#v=onepage&q&f=false
- Arias López, L. A. (2012). Biomecánica y patrones funcionales de la mano. *Morfología*, 14-24. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/41933/31373-113677-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Balbastre, M., Andani, J., & Garrido, R. (2016). Análisis de factores de riesgo laborales y no laborales en Síndrome de Túnel Carpiano (STC) mediante análisis bivariante y multivariante. *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo*, 25(3), 126-141. Obtenido de <https://scielo.isciii.es/pdf/medtra/v25n3/original1.pdf>
- Bradley, W. G., Daroff, R., & Fenichel, G. (2004). *Neurology in Clinical Practice: The neurological disorders* (Cuarta Edición ed.). Philadelphia: Elsevier. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=l9wtYZ_iCCIC&oi=fnd&pg=PA1

059&dq=Bradley+Neurology+in+Clinical+Practice:+The+neurological+disorders&ots=nc2_AF6BKm&sig=o7j0P9SPd4U0kQR4Eobg55OpZoU

Butler, D., Murray, A., & Horwitz, M. (2016). *Hand manifestations of neurological disease: some alternatives to consider*. doi:10.3399/bjgp16X685549

Carrión, L., & Ochoa, D. (2009). *Análisis del Funcionamiento del sensor de Fuerza Resistivo (FSR) con LabView*. Cuenca. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/134300242/Sensor-Fuerza-Labview>

Catálogo Maestro de Guías de Práctica Clínica. (2016). *Diagnóstico y Tratamiento del SÍNDROME DE TÚNEL DEL CARPO En Primer Nivel de Atención*. Mexico. Obtenido de <http://www.cenetec.salud.gob.mx/interior/catalogoMaestroGPC.html>

Cepeda, J., & Meijome, X. (2012). Innovaciones en salud y tecnologías: las cosas claras. *Revista Enfermería CyL*, 28-32. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Innovaciones+en+salud+y+tecnolog%C3%ADas%3A+las+cosas+claras&btnG=

Cobo, Á., Gómez, P., Pérez, D., & Rocha, R. (2005). *PHP y MySQL: Tecnologías para el desarrollo de aplicaciones web*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=zMK3GOMOpQ4C&oi=fnd&pg=PR17&dq=PHP+y+MySQL:+Tecnologias+para+el+desarrollo+de+aplicaciones+web&ots=Fhhx__Ccon&sig=5x2voH0oddQ-5CAT9HxBDbU7dRY#v=onepage&q=PHP%20y%20MySQL%3A%20Tecnologias%20para%20el%20desarrollo%20de%20aplicaciones+web

Comprehensive Musculoskeletal Center. (2019). *Michigam Medicine - University of Michigan*.

Obtenido de <https://www.uofmhealth.org/conditions-treatments/cmc/hand-elbow-wrist/nerve-injuries-hand-wrist-and-elbow>

Corte Constitucional del Ecuador. (2008). *Constitución de la Republica del Ecuador*. Quito.

Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

Escalona D'A., P., Naranjo O., J., Lagos S., V., & Solís F., F. (2009). Parámetros de normalidad en fuerzas de prensión de mano en sujetos de ambos sexos de 7 a 17 años de edad.

Revista Chilena de Pediatría, 80, 435-443. doi:10.4067/s0370-41062009000500005

García, F., Díaz, F., & Reis, D. (2014). Síndrome del túnel carpiano. *Habanera de Ciencias*

Médica, 13(5), 728-741. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revhabciemed/hcm-2014/hcm145j.pdf>

Gómez, J. C., & Fuentes, G. (2012). Taxonomía de los modelos y metodologías de desarrollo

de software más utilizados. *Universidades*, 37-47. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37326902005>

ISO/IEC/IEEE. (2018). 29148-2018 - ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering -- Life cycle processes -- Requirements engineering. *Iso/Iec/Ieee*

29148:2011(E), 1-94. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/document/8559686>

Kamal, R. (2011). *Embedded Systems: Architecture, Programming and Design* (Segunda ed.).

Tata McGraw Hill Education Private. Obtenido de https://books.google.es/books?id=pWlW0H3IAC&dq=Embedded+Systems:+Architecture,+Programming+and+Design&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s

- Kapandji, A. I. (2006). *Fisiología Articular: Tomo 1. Miembro Superior* (6ª Edición ed.). Madrid: PANAMERICANA EDITORIAL MEDICA. Obtenido de https://www.oletvm.com/libro/fisiologia-articular-tomo-1-miembro-superior_402329
- Katirji, B., Kaminski, H., & Ruff, R. (2013). *Neuromuscular Disorders in Clinical Practice* (2, ilustrada, revisada ed.).
- Levin, M. (2019). *MSD MANUAL - Consumer Version*. Obtenido de <https://www.msmanuals.com/home/brain,-spinal-cord,-and-nerve-disorders/symptoms-of-brain-spinal-cord-and-nerve-disorders/weakness>
- López, L. A. (Enero de 2012). Biomecánica y Patrones Funcionales de la Mano. *Morfología*, 4. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfologia/article/view/31373>
- Medline Plus. (2020). *Neuromuscular Disorders*. Obtenido de <https://medlineplus.gov/neuromusculardisorders.html>
- Medline Plus. (2020). *Síndrome del túnel carpiano*. Obtenido de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000433.htm>
- Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (2016-2021). *Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información*. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2016/08/Plan-de-Telecomunicaciones-y-TI..pdf>
- Moore, K., & Dalley, A. (2013). *Anatomía con Orientación Clínica* (7th edition ed.). (S. Wolters Kluwer Health, & L. W. Wilkins, Edits.) Barcelona. Obtenido de <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>

Nieuwenhuys, R., Voogd, J., & Huijzen, C. V. (2013). *The Human Central Nervous System: A Synopsis and Atlas*.

Pérez García, M. A. (2014). *Instrumentación electrónica*. Madrid: Paraninfo. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Fb5tBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=Instrumentaci%C3%B3n+electr%C3%B3nica&ots=2Ey2sWWWrQ&sig=twEAbBzJtlckRtC0Fs30DOiP1Y#v=onepage&q=Instrumentaci%C3%B3n%20electr%C3%B3nica&f=false>

Physiopedia. (2015). *Hand Function*. Obtenido de https://www.physiopedia.com/Hand_Function

Porrero, J. A., & Manuel, H. J. (2020). *Anatomía Humana*.

Ramírez, D. R., Ruiz, C. E., Nieto Bayona, M. Á., & Leuro Torres, S. A. (2020). La mano. Aspectos anatómicos I. Generalidades, osteología y artrología. *Morfología*, 12, 11-30. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfologia/article/view/88606>

Secretaria de Salud Laboral y Medio Ambiente de CCOO de Asturias. (2014). *Lesiones Músculo-Esqueléticas de Origen Laboral*. Asturias. Obtenido de <https://tusaludnoestaennomina.com/wp-content/uploads/2014/06/Lesiones-musculoesquel%C3%A9ticas-de-origen-laboral.pdf>

Shen, C. S., & House, R. (2017). *Hand-arm vibration syndrome: What family physicians should know*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28292796/>

Stefanescu, D. M. (2011). *Handbook of Force Transducers: Principles and Components*. Springer Berlin Heidelberg.

- Tecneu. (2020). *Sensor de-fuerza resistivo circular 6*. Obtenido de <https://www.tecneu.com/products/sensor-de-fuerza-resistivo-circular-6>
- Tekscan. (s.f.). *Pressure Mapping, Force Measurement & Tactile Sensors*. Obtenido de <https://www.tekscan.com/blog/flexiforce/how-does-force-sensing-resistor-fsr-work>
- Tidelands Health. (2018). *MyCarolinaLife*. Obtenido de <https://www.mycarolinalife.com/why-you-shouldnt-ignore-declining-grip-strength/>
- Torres Coscoyuela, M., González del Pino, J., & Yáñez Calvo, J. (1999). Estudio dinamométrico de la mano y el pulgar. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*, Vol. 43, 321-326. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-cirurgia-ortopedica-traumatologia-129-sumario-vol-43-num-5-X1888441599X03964>
- Trigas Gallego, M., & Domingo Troncho, A. C. (2012). *Gestión de Proyectos Informáticos*. *Openaccess.Uoc.Edu*, 56. Obtenido de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/17885/1/mtrigasTFC0612memoria.pdf>
- Weiland, A. J., & Rohde, R. S. (2009). *Acute Management of Hand Injuries* (Ilustrada, reimpresión ed.). New York: SLACK Incorporated. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BozBhp3bMiMC&oi=fnd&pg=PP11&dq=Acute+Management+of+Hand+Injuries&ots=w_YgKDgkpW&sig=RIbY3OoLjyX6R41XG4ZHNx5XMzE#v=onepage&q=Acute%20Management%20of%20Hand%20Injuries&f=false
- Wolf, M. (2012). *Computers as Components: Principles of Embedded Computing System Design* (Tercera Edición ed.). Morgan Kaufmann. Obtenido de

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ZwSgRh5qtQ4C&oi=fnd&pg=PP1&dq=Computers+as+Components:+Principles+of+Embedded+Computing+System+Design&ots=qWHrrQxtXX&sig=a8KiPiY74o1iv3o7lyllekOZJY#v=onepage&q=Computers%20as%20Components%3A%20Principles%20of%20> World Health Organization.

(s.f). *Effects on Human Body: Vascular System.*

ANEXOS

ANEXO A Subsistemas de Talento Humano



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002-CONEA-2010-129-DC
RESOLUCIÓN N° 001-073 CEAACES - 2013 - 13
GESTIÓN DE TALENTO HUMANO

SUBSISTEMAS DE TALENTO HUMANO

1. SUBSISTEMA DE PLANIFICACIÓN DEL TALENTO HUMANO

- 1.1. PLANIFICACIÓN ANUAL DEL TALENTO HUMANO (PERSONAL ADMINISTRATIVO Y DE SERVICIO)
- 1.2. DESVINCULACIÓN POR JUBILACIÓN Y RETIRO VOLUNTARIO
- 1.3. CONCESIÓN DE COMISIÓN DE SERVICIOS – PERSONAL LOSEP
- 1.4. CONCESIÓN DE COMISIÓN DE SERVICIOS – PERSONAL DOCENTE/LOES
- 1.5. CAMBIO DE OCUPACIÓN – PERSONAL SUJETO AL CÓDIGO DE TRABAJO
- 1.6. CAMBIO DE RÉGIMEN DE DEDICACIÓN DOCENTE
- 1.7. PROCESOS DISCIPLINARIOS PERSONAL LOSEP Y CÓDIGO DE TRABAJO
- 1.8. PROCESOS DISCIPLINARIOS PERSONAL LOES

2. SUBSISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE PUESTOS

- 2.1. MANUAL DE CLASIFICACION Y VALORACION DE PUESTOS

3. SUBSISTEMA DE RECLUTAMIENTO Y SELECCIÓN DE PERSONAL

- 3.1. RECLUTAMIENTO DE PERSONAL (CONTRATO OCASIONAL REGIMEN LOSEP Y CÓDIGO DE TRABAJO)
- 3.2. SELECCIÓN DE PERSONAL CONTRATOS OCASIONALES REGIMEN LOSEP Y CÓDIGO DE TRABAJO
- 3.3. NOMBRAMIENTOS PERSONAL REGIMEN LOSEP
- 3.4. CONTRATACIÓN DE PERSONAL ACADÉMICO CON MAESTRÍA
- 3.5. CONTRATACIÓN DE PERSONAL ACADÉMICO CON PHD
- 3.6. CONTRATACIÓN DE PERSONAL ACADÉMICO CON TITULO DE MAESTRIA O PHD MODALIDAD SERVICIOS PROFESIONALES (SNNA, INST. POSTGRADO, TIEMPOS PARCIALES < 8H, JUBILADOS)





UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002-CONEA-2010-129-DC
RESOLUCIÓN N° 001-073 CEAACES - 2013 - 13
GESTIÓN DE TALENTO HUMANO

3.7. LEGALIZACIÓN DE CONTRATOS DE CÓDIGO DE TRABAJO EN EL SISTEMA SUT DEL MINISTERIO DE TRABAJO

4. SUBSISTEMA DE FORMACIÓN, CAPACITACIÓN, DESARROLLO PROFESIONAL

4.1. CONTRATACIÓN DE SERVICIOS DE CAPACITACIÓN PERSONAL ADMINISTRATIVO Y CÓDIGO DE TRABAJO

4.2. CONTRATACIÓN DE SERVICIOS DE CAPACITACIÓN PERSONAL ACADÉMICO (TITULARES Y CONTRATOS OCASIONALES)

4.3. ELABORACIÓN DE CONTRATOS DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA CAPACITADORES EXTERNOS (FUERA DEL PLAN ANUAL DE CAPACITACIÓN)

4.4. CONCESIÓN DE LICENCIAS CON/SIN RMU PARA ESTUDIOS - PERSONAL LOES

4.5. CONCESIÓN DE PERMISOS PARA ESTUDIOS – PERSONAL LOSEP

4.6. SISTEMA DE CALIFICACIÓN A FACILITADOR DE CAPACITACIÓN

5. SUBSISTEMA DE EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

5.1. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO PERSONAL BAJO EL RÉGIMEN DE LA LOSEP

6. FORTALECIMIENTO A LA GESTIÓN

6.1. ELABORACIÓN DE REGLAMENTOS INTERNOS INSTITUCIONALES

6.2. ELABORACIÓN DE CONTRATOS DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA PERSONAL ESPECÍFICO

6.3. INFORMACIÓN LOTAIP

6.4. SISTEMA INTEGRADO DE DESARROLLO DE TALENTO HUMANO DEL SECTOR PÚBLICO (SIITH)

6.5. CONTROL Y REGISTRO DE DECLARACIONES PATRIMONIALES JURAMENTADAS SERVIDORES





UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002-CONEA-2010-129-DC
RESOLUCIÓN N° 001-073 CEAACES – 2013 - 13
GESTIÓN DE TALENTO HUMANO

- 6.6. ARCHIVO DOCUMENTACIÓN (EXPEDIENTES DEL PERSONAL)**
- 6.7. ELABORACIÓN DE REPORTE MENSUAL DE CARGAS FAMILIARES DE LOS TRABAJADORES DEL RÉGIMEN DE CÓDIGO DE TRABAJO**
- 6.8. ELABORACIÓN DE ACCIONES DE PERSONAL**
- 6.9. IMPEDIMENTOS PARA EJERCER CARGO PÚBLICO**
- 6.10. EMISIÓN DE CERTIFICADOS LABORALES**
- 6.11. DESPACHO DE DOCUMENTOS GENERADOS POR LA DIRECCIÓN (EXTERNO)**
- 6.12. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS TECNOLÓGICOS DE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE TALENTO HUMANO**
- 6.13. INASISTENCIA DEL PERSONAL DOCENTE**
- 6.14. INGRESO AL SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA AL PERSONAL QUE SE VINCULA A LA UNIVESIDAD TÉCNICA DEL NORTE**
- 6.15. REGISTRO DE DÉCIMOTERCERO Y CUARTO SUELDO EN EL SUT – MDT**
- 6.16. ELABORACION DE HORAS EXTRAORDINARIAS, SUPLEMENTARIA Y HORAS NOCTURNAS**
- 6.17. ELABORACIÓN PAGO DE SUBSIDIOS PERSONAL DE RÉGIMEN CÓDIGO DE TRABAJO**
- 6.18. REPORTE MENSUAL DE ASISTENCIA DEL SISTEMA FULL TIME**
- 6.19. ELABORACION DE VACACIONES ANUALES – PERMISOS**
- 6.20. ELABORACION DE LIQUIDACIÓN Y REGISTRO DE ACTAS DE FINIQUITO DE LOS TRABAJADORES DEL RÉGIMEN CÓDIGO DE TRABAJO EN EL SISTEMA SUT – MINISTERIO DE TRABAJO**



ANEXO B Entrevista a Licenciada del Centro de Rehabilitación Integral Ibarra

Nombre: Patricia Choez
 Puesto: Licenciada en Terapia Ocupacional
 Nombre de la Institución: Centro de Rehabilitación Integral Ibarra

1. ¿De qué Forma se maneja la Información de los Pacientes?

Fichas en Hojas de Papel Fichas en Digital en Base de Datos

2. ¿Cómo se realiza el Diagnostico a un Paciente con una fisiopatología en la Mano?

Mediante un Examen Físico Mediante un Examen Funcional

3. ¿Se utiliza Alguna herramienta para medir fuerza de prensión?

Si No

4. ¿Cree que se puede optimizar el seguimiento en los tratamientos de los pacientes?

Si No

5. ¿El sistema debe Cumplir las Funciones de un Dinamómetro Jamar de dedo?

Si debe de Cumplir No debe Cumplir

6. ¿El sistema debe permitir a los usuarios poder visualizar lo que se realiza?

Si No

7. ¿La parte del Sistema que toma los datos debe poder movilizarse?

Si No

8. ¿El sistema debe ser lo más ligero Posible?

Si No

9. ¿El diseño debe ser ideal para realizar la medición en forma de pinzas Bidigitales?

Si No

10. ¿Desearía llevar la información de los Pacientes de manera digital?

Si No

11. ¿Cree que el seguimiento de los pacientes mejoraría si se lleva un historial médico de manera Digital?

Si No

12. ¿Para cada evaluación del Paciente ayudaría mucho tomar la fuerza de prensión para ver su Avance?

Si seria de mucha ayuda ya que la mayoría de centros de rehabilitación públicos no cuenta con las herramientas

13. ¿El sistema Propuesto ayudaría para realizar diferentes estudios?

Si sobre todo en pacientes con lesiones fisiológicas y traumatológicas

ANEXO C Personal Administrativo de la Universidad Técnica del Norte

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE			
PERSONAL ADMINISTRATIVO DE CONTRATO Y NOMBRAMIENTO			
NÚMERO	NOMBRES	DENOMINACIÓN PUESTO	UNIDAD ORGÁNICA
1	SUAREZ CHUQUIN KARINA ESTEFANIA	CATALOGADOR	BIBLIOTECOLOGÍA
2	MARTINEZ CARVAJAL AIDA YOLANDA	CATALOGADOR	BIBLIOTECOLOGÍA
3	PIJAL OJEDA ANA CRISTINA	ASISTENTE DE BIBLIOTECA	BIBLIOTECOLOGÍA
4	GRANDA STARODUB OLGA LIDIA	ASISTENTE ADMINISTRATIVO/A	BIBLIOTECOLOGÍA
5	JARA MONTENEGRO SILVIA PATRICIA	ASISTENTE ADMINISTRATIVO/A	BIBLIOTECOLOGÍA
6	MALDONADO CHALA JOSEFINA ALEXANDRA	OFICINISTA	BIBLIOTECOLOGÍA
7	MOROCHO LOYO SEGUNDO MESIAS	ASISTENTE DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	BIBLIOTECOLOGÍA
8	VEGA JIMENEZ FERNANDA ELIZABETH	ASISTENTE DE BIBLIOTECA	BIBLIOTECOLOGÍA
9	ECHEVERRIA VASQUEZ ZOILA MARGARITA	BIBLIOTECARIO 2	BIBLIOTECOLOGÍA
10	TOAQUIZA CHIRIBOGA MALLURI MARIANTA	BIBLIOTECARIO 2	BIBLIOTECOLOGÍA
11	ENRIQUEZ PORTILLA LIDIA JANETH	BIBLIOTECARIO 1	BIBLIOTECOLOGÍA
12	CONLAGO CONLAGO ELBA MARINA	BIBLIOTECARIO 1	BIBLIOTECOLOGÍA
13	SUAREZ SUAREZ NELLY DEL CONSUELO	BIBLIOTECARIO 1	BIBLIOTECOLOGÍA
14	CHILES VALENCIA IVAN VINICIO	ANALISTA DE SISTEMAS 2	BIBLIOTECOLOGÍA
15	CHAVEZ MARTINEZ BETHY MIREYA	ANALISTA DE SISTEMAS 3	BIBLIOTECOLOGÍA
16	COLLANTES CORDOVA GABRIELA ALEJANDRA	CATALOGADOR	BIBLIOTECOLOGÍA
17	NAVARRETE MUÑOZ ZULEMA JACQUELINE	ASISTENTE DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	CENTRO DE BIOLOGIA
18	DELGADO SALAZAR AIDA CRISTINA	ASISTENTE DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	CENTRO DE FISICA
19	CHECA CABRERA PATRICIO ROLANDO	ASISTENTE DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	CENTRO DE QUIMICA
20	REVELO VACA DIANA JUDITH	SECRETARIA DE DESPACHO	CENTRO UNIVERSITARIO DE DIFUSION CULTURAL
21	HARO BUITRON RONY PATRICIO	INSTRUCTOR DE ARTE	CENTRO UNIVERSITARIO DE DIFUSION CULTURAL
22	GOMEZ SANAFRIA BYRON MANUEL	INSTRUCTOR DE ARTE	CENTRO UNIVERSITARIO DE DIFUSION CULTURAL
23	BECERRA GUERRERO DARWIN LENIN	INSTRUCTOR DE ARTE	CENTRO UNIVERSITARIO DE DIFUSION CULTURAL
24	MALES PINEDA SAUL RAMIRO	INSTRUCTOR DE ARTE	CENTRO UNIVERSITARIO DE DIFUSION CULTURAL
25	HURTADO CHAVEZ SANTIAGO FILIBERTO	INSTRUCTOR DE ARTE	CENTRO UNIVERSITARIO DE DIFUSION CULTURAL
26	NAZARENO MAIRONGO MIGUEL HERNAN	INSTRUCTOR DE ARTE	CENTRO UNIVERSITARIO DE DIFUSION CULTURAL
27	ENRIQUEZ POZO SILVIO RODRIGO	INSTRUCTOR DE ARTE	CENTRO UNIVERSITARIO DE DIFUSION CULTURAL
28	REY BOLAÑOS PAUL GIOVANNY	INSTRUCTOR DE ARTE	CENTRO UNIVERSITARIO DE DIFUSION CULTURAL
29	LOYO ARELLANO ALVARO ISRAEL	INSTRUCTOR DE ARTE	CENTRO UNIVERSITARIO DE DIFUSION CULTURAL
30	AUZ PULE VICTOR EMILIO	INSTRUCTOR DE ARTE	CENTRO UNIVERSITARIO DE DIFUSION CULTURAL
31	CABRERA YEPEZ ELSA AMPARITO	ACTIVISTA CULTURAL	CENTRO UNIVERSITARIO DE DIFUSION CULTURAL
32	CAZAR GOMEZ MARIA TARGELIA	SECRETARIA DE DESPACHO	COLEGIO ANEXO UTN
33	SARMIENTO PAREDES HERNAN ADALBERTO	PSICOLOGO EDUCATIVO	COLEGIO ANEXO UTN
34	RECALDE GUERRA RICHAR ARTURO	ELECTRICISTA	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIONES
35	ONATE CERNA DANIEL ALEJANDRO	AUXILIAR DE MANTENIMIENTO E INFRAESTRUCTURA	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIONES
36	MUÑOZ NOGALES LUIS CARLOS	ANALISTA DE CONSTRUCCIONES 1	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIONES
37	RODRIGUEZ VILLALBA EDISON FAUSTO	ANALISTA DE CONSTRUCCIONES 3	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIONES
38	BASTIDAS VIZCAINO PATRICIA YOLANDA	ANALISTA DOCUMENTAL 1	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIONES
39	GARCIA BURBANO NELSON PATRICIO	ANALISTA AGROPECUARIO 1	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIONES
40	LOPEZ CALDERON SHEYLA ELIZABETH	ANALISTA DE CONSTRUCCIONES 3	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIONES
41	SUAREZ NAVARRETE MARIA CRISTINA	ANALISTA DE CONSTRUCCIONES 1	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIONES
42	VASQUEZ CAZAR EDWAR VINICIO	ANALISTA DE SEGURIDAD OCUPACIONAL 3	DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS
43	MENDOZA CAIZA ROCIO DE FATIMA	ENFERMERA/O	DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS
44	VACA MURIEL ERIKA PATRICIA	ANALISTA DE SEGURIDAD OCUPACIONAL 1	DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS
45	ORTEGA CEVALLOS ROSARIO DEL CARMEN	SECRETARIA DE DESPACHO	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
46	PAVON BORJA TANIA MARIBEL	GASTRONOMO	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
47	GUZMAN MORENO KATYA MARIA JOHANA	PARVULARIO/A	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
48	VINUEZA MERA DIANA RAQUEL	PARVULARIO/A	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
49	RUIZ MENESES MIREYA BELEN	PARVULARIO/A	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
50	BENALCAZAR PANTOJA ALICIA DE LOURDES	ASISTENTE DE LABORATORIO CLINICO	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
51	PINEDA NARVAEZ ROBERTH SANTIAGO	MEDICO OCUPACIONAL 3	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
52	YEPEZ GARCIA SARA MILADY	PSICOLOGO EDUCATIVO	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
53	CARDENAS ESTRELLA MONICA PATRICIA	TÉCNICO DE LABORATORIO CLINICO	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
54	MOLINA ORDOÑEZ MARTHA ELIZABETH	ORIENTADOR PROFESIONAL	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
55	CAZAR GOMEZ LILA ESTHER	ENFERMERA/O	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
56	IGLESIAS MOYA NATALIA BELEN	MEDICO GENERAL 3	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
57	ALEGRIA FLORES MARIA JOSE	TRABAJADOR SOCIAL	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
58	GLUDIÑO SILVA SOFIA ANDREA	MEDICO GENERAL	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
59	NAVARRETE ALARCON MYRIAN MERCEDES	PSICOLOGO EDUCATIVO	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
60	BENAVIDES BENALCAZAR BLADIMIR KLEBER	ODONTOLOGO/A	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
61	ANDRADE AGUINAGA DOLORES JUDITH	ODONTOLOGO/A	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
62	TORRES NIÑEZ FRANKLIN JAVIER	OPERADOR DE RADIO	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
63	NOGUERA CASTRO ALCIVAR ROBERTO	OPERADOR DE RADIO	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
64	TUQUERRIES LUIS ELADIO	OPERADOR DE RADIO	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
65	ARIAS PABON LUIS GERARDO	OPERADOR DE CONTROL MASTER	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
66	BELTRAN ZULETA CARLOS ALBERTO	OPERADOR DE CONTROL MASTER	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
67	FIERRO DELGADO RENAN RAMIRO	CAMAROGRAFO EDITOR	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
68	MONROY VASQUEZ OMAR ANDRES	CAMAROGRAFO EDITOR	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
69	ROBLES HEREDIA RICHARD DANIEL	CAMAROGRAFO EDITOR	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
70	ESPIÑOZA PUENTE PABLO XAVIER	ASISTENTE DE COMUNICACION SOCIAL	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
71	QUILUMBANGO LITA XIMENA LISETH	ASISTENTE DE DISEÑO GRAFICO	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
72	GONZAGA NOGUERA PABLO GABRIEL	CAMAROGRAFO EDITOR	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
73	BONILLA ARTEAGA MERCY MARISOL	SECRETARIA EJECUTIVA	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
74	BEDOYA VILLALOBOS DIEGO ANDRES	ASISTENTE DE RELACIONES PÚBLICAS	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
75	HERRERIA BENAVIDES CESAR BLADIMIR	DIAGRAMADOR	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
76	ENRIQUEZ CHAMPUTIZ CHRISTIAN ANDRES	OPERADOR DE CONTROL MASTER	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
77	TIRIRA CALUQUI PAOLA ELIZABETH	TÉCNICO EN TELECOMUNICACIONES	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
78	ONOFRE VEGA ELSY CAROLINA	COMUNICADOR SOCIAL 1	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
79	PINEDA FLORES LUIS ROBERTH	COMUNICADOR SOCIAL 1	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
80	MARTINEZ RUIZ WIDMAN WILLO	PRODUCTOR DE RADIO Y TELEVISION	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
81	YEPEZ ALMEIDA ANABELA MAYTEE	COMUNICADOR SOCIAL 1	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
82	ENRIQUEZ CHUGA SANDRA PAOLA	COMUNICADOR SOCIAL 1	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
83	MUÑOZ CARDENAS PABLO ENRIQUE	COMUNICADOR SOCIAL 1	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
84	VASQUEZ JIJON TANY LORENA	COMUNICADOR SOCIAL 1	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
85	GRIJALVA RODAS PABLO JAVIER	COMUNICADOR SOCIAL 1	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL

86	CARRION VACA GABRIELA ELIZABETH	ASISTENTE DE SISTEMAS INFORMATICOS	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
87	BEDON TORRES SAMIA DEL ROCIO	SECRETARIA DE DESPACHO	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
88	CARDENAS ROSERO GABRIELA ELIZABETH	ASISTENTE DE SISTEMAS INFORMATICOS	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
89	CARRION ORTIZ EDISON MARCELO	ASISTENTE DE REDES Y COMUNICACIONES	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
90	GUERRA MORALES EDWIN VINICIO	ANALISTA DE REDES Y COMUNICACIONES 1	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
91	RIVERA BELTRAN MARIA FERNANDA	ANALISTA DE SISTEMAS 1	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
92	TORRES AZA ESTEFANIA GRACIELA	ANALISTA DE REDES Y COMUNICACIONES 1	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
93	AGUILAR BUITRON LUIS ROLANDO	ANALISTA DE SISTEMAS 2	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
94	ENRIQUEZ HUACA EVELIN GUADALUPE	ANALISTA DE SISTEMAS 2	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
95	CARLOZAMA CHICAIZA MARCO JAVIER	ANALISTA DE SISTEMAS 2	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
96	GARCIA PINCHAO JUAN CARLOS	ANALISTA DE SISTEMAS 3	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
97	YARUSCUAN MORALES KLEBER VINICIO	ANALISTA DE SISTEMAS 1	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
98	ROSETO PINEDA JUANA MARIA NARCISA	ANALISTA DE SISTEMAS 1	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
99	CHAVEZ GUAMIALAMA LENIN XAVIER	ANALISTA DE SISTEMAS 1	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
100	RODRIGUEZ JACOME JUAN CARLOS	ANALISTA DE SISTEMAS 3	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
101	TIXILIMA ALVEAR SAYELI ELIZABETH	ANALISTA DE SISTEMAS 1	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
102	CHAMORRO SANGOQUIZA MAYRA ISABEL	ANALISTA DE SISTEMAS 2	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
103	GOMEZ TERAN AUGUSTO MARCELO	DIRECTOR DE GESTION DE PROYECTOS	DIRECCION DE GESTION DE PROYECTOS
104	ZAMORA VILLACIS EVELYN CRISTINA	DIRECTOR DE GESTION DEL TALENTO HUMANO	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
105	REINA CISNEROS NELSON PATRICIO	CATALOGADOR	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
106	GIRALDO GARCIA FAUSTO RODRIGO	AUXILIAR DE SERVICIOS DE LIMPIEZA	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
107	CACEREZ ESPINOSA LIZBETH CAROLINA	AUXILIAR DE SERVICIOS DE LIMPIEZA	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
108	BASTIDAS ANDRADE DANIEL ANTONIO	GUARDIA DE SEGURIDAD	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
109	VIVEROS BILLALVA DAVID MARCELO	GUARDIA DE SEGURIDAD	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
110	VILLALVA CAMUENDO CHRISTIAN MAURICIO	GUARDIA DE SEGURIDAD	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
111	TREBOLES BAROJA WASHINGTON IVAN	GUARDIA DE SEGURIDAD	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
112	ROSETO BECERRA LUIS BLADIMIR	GUARDIA DE SEGURIDAD	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
113	CADAVID LIMA JENNY MARGARITA	AUXILIAR DE SERVICIOS DE LIMPIEZA	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
114	DUEÑAS AGUILAR AIDA DOLORES	AUXILIAR DE SERVICIOS DE LIMPIEZA	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
115	MOLINA ORDONEZ MARCELO EFRAIN	GUARDIA DE SEGURIDAD	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
116	MALDONADO BENITEZ KEVIN ALEJANDRO	GUARDIA DE SEGURIDAD	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
117	ROSETO ESCOBAR ALBA LUZ	AUXILIAR DE SERVICIOS DE LIMPIEZA	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
118	MALES BOLAÑOS CRISTINA MARGOT	AUXILIAR DE SERVICIOS DE LIMPIEZA	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
119	LARA BORJA JESUS LEONARDO	AUXILIAR DE SERVICIOS DE LIMPIEZA	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
120	LANDAZURI PASTRANA CAMILO JAVIER	AUXILIAR DE SERVICIOS DE LIMPIEZA	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
121	CHAUCA GALINDO WILSON PATRICIO	MAQUINISTA DE RETROESCABADORA	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
122	ESCANTA GOMEZ OSCAR JAVIER	AUXILIAR DE SERVICIOS DE LIMPIEZA	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
123	ESPINOSA VASQUEZ DAVID ALEXANDER	GUARDIA DE SEGURIDAD	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
124	BENALCAZAR TROYA HENRY DAVID	GUARDIA DE SEGURIDAD	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
125	ARELLANO GUERRON OSCAR PATRICIO	GUARDIA DE SEGURIDAD	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
126	CABEZAS JIMENEZ ANDERSON DAVID	AUXILIAR DE SERVICIOS DE LIMPIEZA	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
127	AGUIRRE PULLES ANA ROSA	ANALISTA DE PERSONAL 1	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
128	VASQUEZ REINA ANA DOLORES	ANALISTA ADMINISTRATIVO 1	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
129	ENRIQUEZ MEJIA JENY PATRICIA	ANALISTA DE PERSONAL 1	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO

130	MONTALVO SALVADOR MARIELA LIZETH	ANALISTA JURIDICO 3	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
131	ORBES PADILLA JACQUELINE ALEXANDRA	ANALISTA DE PERSONAL 1	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
132	VINUEZA BENITEZ NESTOR BENJAMIN	ANALISTA ADMINISTRATIVO 1	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
133	MAYA PITA JORGE ENRIQUE DE JESUS	ANALISTA DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD 2	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
134	ZAMORA ZAMORA WISTON ALEJANDRO	ANALISTA ADMINISTRATIVO 3	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
135	CABEZAS MONTALVO SILVANA GERALDINE	ANALISTA DE TRANSPORTE 2	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
136	IBARRA LASCANO CARLA ALEXANDRA	ANALISTA DE PERSONAL 1	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
137	MANTILLA NOBOA MARIA PAULA	OFICINISTA	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
138	MAYA VEGA GABRIELA FERNANDA	ANALISTA DE PERSONAL 1	DIRECCION DE GESTION DEL TALENTO HUMANO
139	ARCINIEGAS PASPUEL AGUEDA MARIANA	ASISTENTE DE PLANEAMIENTO	DIRECCION DE PLANEAMIENTO INTEGRAL EVALUACION INSTITUCIONAL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
140	SALAS ZAMBRANO CONSUELO DEL PILAR	SECRETARIA DE DESPACHO	DIRECCION DE PLANEAMIENTO INTEGRAL EVALUACION INSTITUCIONAL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
141	TABOADA ROSERO KARLA ALEJANDRA	ASISTENTE DE VINCULACION CON LA SOCIEDAD	DIRECCION DE PLANEAMIENTO INTEGRAL EVALUACION INSTITUCIONAL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
142	MONTALVO AGUILAR JOSE SANTIAGO	ASISTENTE DE PLANEAMIENTO	DIRECCION DE PLANEAMIENTO INTEGRAL EVALUACION INSTITUCIONAL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
143	GOMEZ POZO LUIS ALBERTO	ANALISTA DE PERSONAL 3	DIRECCION DE PLANEAMIENTO INTEGRAL EVALUACION INSTITUCIONAL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
144	OBANDO ROMERO SILVIA ELIZABETH	ANALISTA DE PLANEAMIENTO 1	DIRECCION DE PLANEAMIENTO INTEGRAL EVALUACION INSTITUCIONAL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
145	ANDRADE RUIZ WILIAN PATRICIO	DIRECTOR DE PLANEAMIENTO	DIRECCION DE PLANEAMIENTO INTEGRAL EVALUACION INSTITUCIONAL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
146	PANTOJA ESTRELLA KAREN MARCELA	ASISTENTE DE VINCULACION CON LA SOCIEDAD/BIBLIOTECA	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
147	PULLES NAVARRETE JORGE ANDRES	ENTRENADOR DEPORTIVO 1	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
148	CHILUQUINGA VACA CARLOS DANERY	ASISTENTE DE VINCULACION CON LA SOCIEDAD	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
149	ROIAS EGAS WILLIAM IVAN	ENTRENADOR DEPORTIVO 1	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
150	VALLEJOS MICHELINA SANTIAGO DANIEL	ENTRENADOR DEPORTIVO 1	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
151	TIRADO CORRALES MARIA DE LOURDES	SECRETARIA DE DESPACHO	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
152	LIMA LEMA TAMIA CAROLINA	ASISTENTE DE VINCULACION CON LA SOCIEDAD/FICA	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
153	VASQUEZ CAMBELL JUAN CARLOS	ENTRENADOR DEPORTIVO 2	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
154	ANDRADE PLAZA JULIO CESAR	ENTRENADOR DEPORTIVO 2	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
155	MENDEZ CARVAJAL VANESSA CAROLINA	ENTRENADOR DEPORTIVO 2	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
156	REYES RIVERA ALICIA MARISOL	ENTRENADOR DEPORTIVO 2	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
157	LLUMIQUINGA CAÑAREJO ELIAS JAVIER	ENTRENADOR DEPORTIVO 1	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
158	REA VEGA MARIA VICTORIA	ASISTENTE DE VINCULACION CON LA SOCIEDAD	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
159	ARGUELLO ARTURO MARIA BELEN	ANALISTA DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD 3	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
160	DELGADO JACOME FREDDY RODRIGO	ANALISTA DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD 2	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
161	GUALOTO MAFLA GUSTAVO GERMAN	ANALISTA DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD 3	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
162	PROAÑO VERA CARMEN VICTORIA	ANALISTA DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD 2	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
163	JARAMILLO OBANDO JUAN CARLOS	ANALISTA DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD 1	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
164	HEREDIA ENRIQUEZ MAURICIO XAVIER	ANALISTA DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD 1	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
165	BENAVIDES PIEDRA ANDRES GUILLERMO	ANALISTA DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD 2	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
166	PLACENCIA ENRIQUEZ ESTEBAN MARCELO	DIRECTOR FINANCIERO	DIRECCION FINANCIERA-DIRECCION
167	MONTESEDECA MONTESEDECA CRUZ ELENA	SECRETARIA DE DESPACHO	DIRECCION FINANCIERA-DIRECCION
168	ARELLANO RUIZ MARIELA DEL CARMEN	ASISTENTE DE BIENES Y BODEGA	DIRECCION FINANCIERA-DIRECCION
169	SIERRA REVELO MARIA JOSE	ASISTENTE DE CONTABILIDAD	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE ADQUISICIONES
170	ESPINOSA GUARANGUAY BRENDA VANESSA	ASISTENTE DE COMPRAS PUBLICAS	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE ADQUISICIONES
171	BASTIDAS ANDRADE CARMEN LUCIA	SECRETARIA EJECUTIVA/COMISION DE SERV. SIN RMU	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE ADQUISICIONES
172	HINOJOSA NAVARRETE JOHANA LISBETH	ANALISTA DE COMPRAS PUBLICAS 3	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE ADQUISICIONES
173	VILLARREAL GARCIA HUGO VIADYMI	ANALISTA JURIDICO 2	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE ADQUISICIONES

174	CAMPOVERDE VARGAS WILSON VICTOR	ASISTENTE DE BIENES Y BODEGA	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE ALMACEN BODEGA
175	MOLINA GARCIA VICTOR ENRIQUE	ASISTENTE DE BIENES Y BODEGA	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE ALMACEN BODEGA
176	LOPEZ RIVERA SILVANA MARICELA	ASISTENTE DE BIENES Y BODEGA	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE ALMACEN BODEGA
177	FLORES OÑA MONICA TERESA	ANALISTA DE ALMACÉN BODEGA 3	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE ALMACEN BODEGA
178	JIMENEZ PASQUEL SONIA ELIZABETH	ANALISTA DE CONTABILIDAD 1	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE ALMACEN BODEGA
179	SARMIENTO BRAVO STEFFANY CAROLINA	ASISTENTE DE BIENES Y BODEGA	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE CONTABILIDAD
180	BRAGANZA BURBANO MARIA JOSE	ANALISTA DE CONTABILIDAD 1	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE CONTABILIDAD
181	CABRERA YEPEZ KATY ELIZABETH	CONTADOR GENERAL	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE CONTABILIDAD
182	BAEZ POSSO MIRIAN EDITH	ANALISTA DE CONTABILIDAD 2	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE CONTABILIDAD
183	GALLEGOS PUENTE DURBY KATERINE	ASISTENTE DE NOMINA	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE NÓMINA
184	CEVALLOS VALLEJOS ALEXANDRA AMPARO	ANALISTA DE NOMINA 1	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE NÓMINA
185	CEVALLOS PINEDA SANDRA MARLENE	ANALISTA DE NOMINA 3	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE NÓMINA
186	IBADANGO GALEANO ELIZABETH JANETH	ANALISTA DE PRESUPUESTO 1	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE PRESUPUESTO
187	VILLALOBOS TUQUERRES LUCIA ELIZABETH	ANALISTA DE PRESUPUESTO 3	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE PRESUPUESTO
188	ANDRADE ACOSTA PATRICIA ELIZABETH	ASISTENTE ADMINISTRATIVA	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE TESORERÍA
189	ALMEIDA CHANDI MARIA ESPERANZA	PROMOTOR CULTURAL	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE TESORERÍA
190	RAMIREZ ESPINOZA OLGA LIDIA	TESORERO 1	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE TESORERÍA
191	MAFLA NENGER FRANCISCA ALEXANDRA	TESORERO GENERAL	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE TESORERÍA
192	CHECA VEGA GEOVANNA MARISELA	ASISTENTE DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
193	GONZALEZ REVELO SILVANA JEANNETH	OFICINISTA	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
194	MUÑOZ TERAN MARIANA ELIZABETH	SECRETARIA DE DESPACHO	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
195	JIJON VASQUEZ HUGO MAURICIO	ASISTENTE DE SISTEMAS INFORMATICOS	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
196	CERDA LOPEZ ALICIA VERONICA	SECRETARIA EJECUTIVA	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
197	TERAN ERAZO ANA XIMENA	SECRETARIA EJECUTIVA	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
198	VILLAMARIN VILLAMARIN NANCY VERONICA	SECRETARIA EJECUTIVA	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
199	ESTRELLA LOPEZ AMERICA VIOLETA	ASISTENTE DE VINCULACION CON LA SOCIEDAD	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
200	FLORES FUENTES LORENA ELIZABETH	ASISTENTE DE SISTEMAS INFORMATICOS	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
201	PANTOJA MEJIA MARTHA CECILIA	ANALISTA DE SISTEMAS 1	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
202	ANDRADE VALVERDE MONICA CECILIA	SECRETARIO/A ABOGADO/A	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
203	MOLINA BRAVO JOELY STEFANIA	ASISTENTE DE INVESTIGACION	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
204	PARRA TORRES SAMANTHA VICTORIA	ANALISTA JURIDICO 1	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
205	CHUQUIN GUERRERO ILDA CECILIA	SECRETARIA DE DESPACHO	FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
206	ROLDAN ROBLES ANABEL DEL ROCIO	SECRETARIA DE DESPACHO	FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
207	ANDRADE MONTESEDOCA ROSA CECILIA	SECRETARIA DE DESPACHO	FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
208	VIVERO TORRES SONIA GUADALUPE	SECRETARIA DE DESPACHO	FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
209	LOZA ESTEVEZ VIVIANA CAROLINA	ASISTENTE ADMINISTRATIVO/A	FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
210	BECCERRA AGUIRRE BYRON MARCELO	ASISTENTE DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
211	GUEVARA ESCOBAR JORGE ABDON	SECRETARIO/A ABOGADO/A	FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
212	TARAMUEL REINOSO CRISTINA PAOLA	ANALISTA DE SISTEMAS 1	FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
213	VASQUEZ REINA MARTHA JANETH	SECRETARIA DE DESPACHO	FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
214	QUINTANA GUERRA ANA CECILIA	SECRETARIA DE DESPACHO	FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
215	RIVERA DURAN ROSA IRALDA	SECRETARIA DE DESPACHO	FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
216	SILVA GALINDO ANA LUCIA	ASISTENTE DE SISTEMAS INFORMATICOS	FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
217	CUPUERAN GONZALEZ ALEXANDRA YOMAIRA	SECRETARIA EJECUTIVA	FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA

218	ESPINOSA RECALDE NURY XIMENA	SECRETARIA EJECUTIVA	FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
219	BAEZ ESKOLA MONICA PATRICIA	SECRETARIA EJECUTIVA	FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
220	GONZALES PABON GUSTAVO ARTURO	TECNICO DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
221	GRIJALVA CHILQUIINGA ROCIO LIZETH	SECRETARIO/A ABOGADO/A	FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
222	GUERRERO GRIJALVA KAREN NATALIA	ASISTENTE DE VINCULACION CON LA SOCIEDAD	FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
223	SUAREZ SUAREZ OLGA CECILIA	SECRETARIA DE DESPACHO	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
224	BURBANO GARCIA ENA EDITH	SECRETARIA DE DESPACHO	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
225	SALGADO CORRALES ANA CATALINA	SECRETARIA DE DESPACHO	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
226	AYALA BEDON BLANCA NELLY	SECRETARIA DE DESPACHO	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
227	JURADO JIMENEZ EDILMA YOLANDA	ASISTENTE DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
228	ROBBY BENITEZ MARIBEL TATIANA	SECRETARIA EJECUTIVA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
229	SANDOVAL CHECA PEDRO MANUEL	ASISTENTE DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
230	TORRES NUÑEZ JORGE MANUEL	ASISTENTE DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
231	ANDRADE MONTESEDOCA NARCIZA ELENA	ANALISTA DE SISTEMAS 1	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
232	VELEZ MEZA NESTOR VICENTE	ANALISTA AGROPECUARIO 1	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
233	PRUNA MUÑOZ HUGO ESTUARDO	ANALISTA DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD 2	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
234	CADENA TARAMUEL MARIA CECILIA	TECNICO DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
235	TORRES TORRES CLEVER RAUL	SECRETARIO/A ABOGADO/A	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
236	TOAPANTA LUGMAÑA LEEDY RUBY	ASISTENTE ADMINISTRATIVA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
237	BASANTES CEVALLOS IRMA MARILU	SECRETARIA DE DESPACHO	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
238	MAFLA VEGA ROGER FERNANDO	ASISTENTE DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
239	RAMIREZ OVIEDO MILTON ROBERT	ASISTENTE DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
240	BENITEZ LOPEZ MONICA PATRICIA	SECRETARIA DE DESPACHO	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
241	ARCOS CHIRIBOGA GLADYS ROCIO	ASISTENTE DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
242	MORALES BOSMEDIANO MARIA SULAY	ASISTENTE DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
243	CUASQUER ORBE VIVIANA ELIZABETH	SECRETARIA EJECUTIVA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
244	CHAMORRO LILIAN CARMITA	SECRETARIA EJECUTIVA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
245	TORRES MENESES ANGELICA MARGARITA	ASISTENTE DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
246	IMACAÑA GUERRERO JOSE INDALICIO	ASISTENTE DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
247	MOLINA ORDOÑEZ SILVIA AMELIA	SECRETARIA DE DESPACHO	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
248	SALAZAR GARCIA HUGO EDUARDO	TECNICO DE LABORATORIO DE ENSEÑANZA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
249	BASANTES RODRIGUEZ VLADIMIR	SECRETARIO/A ABOGADO/A	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
250	STARODUB SAULIAR LUDMILA VLADIMIROVNA	ANALISTA DE SISTEMAS 3	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
251	GOMEZ ORTEGA KARLA GEOVANNA	ASISTENTE ADMINISTRATIVA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
252	LAGOS ZUNTA ZOILA ESMERALDA	SECRETARIA DE DESPACHO	INSTITUTO DE EDUCACION FISICA DEPORTES Y RECREACION
253	HERRERA TAPIA ESTHER HILDA	ASISTENTE ADMINISTRATIVO	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
254	JURADO HEREDIA MONICA JULIETA	SECRETARIA DE DESPACHO	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
255	YEPEZ PLACENCIA ROSARIO DE LOURDES	ANALISTA DE INVESTIGACION 1	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
256	GARCIA MORENO CELENE ESTEFANIA	ASISTENTE DE INVESTIGACION	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
257	SANDOVAL PILLAJO ANA LUCIA	ANALISTA DE INVESTIGACION 1	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
258	CAZAR ALBUJA SONIA NARCISA	SECRETARIA DE DESPACHO	INSTITUTO DE POSTGRADO
259	ROMO BRAVO MARIA ELENA	SECRETARIA EJECUTIVA	INSTITUTO DE POSTGRADO
260	NAVARRO CHACUA FABIOLA VIVIANA	SECRETARIA EJECUTIVA	INSTITUTO DE POSTGRADO
261	GARCIA ARCINIEGAS TULI ARACELLY	ANALISTA ADMINISTRATIVO 1	INSTITUTO DE POSTGRADO

262	ALARCON ALARCON PAOLA ESTEFANIA	ANALISTA JURIDICO 3	INSTITUTO DE POSTGRADO
263	BEDON ALMEIDA DIANA MARISOL	SECRETARIA DE DESPACHO	PROCURADURÍA GENERAL U
264	YEPEZ ALMEIDA LINDA ESTEFANY	ANALISTA JURIDICO 3	PROCURADURÍA GENERAL U
265	LEON YACELGA RICARDO BLADIMIR	ANALISTA JURIDICO 3	PROCURADURÍA GENERAL U
266	TORRES ANDRADE HUGO PATRICIO	PROCURADOR GENERAL	PROCURADURÍA GENERAL U
267	LOZA CEVALLOS JONATHAN JOSUE	ASISTENTE JURIDICO	PROCURADURÍA GENERAL U
268	VALLE REYES ISABEL CRISTINA	SECRETARIA DE DESPACHO	RECTORADO
269	RUANO FUERTES LUISA ELIZABETH	SECRETARIA EJECUTIVA	RECTORADO
270	CUPUERAN GONZALEZ GLADYS NUMANCY	SECRETARIA DE DESPACHO	RECTORADO
271	VACA SIERRA TULIA NOHEMI	ANALISTA DE SISTEMAS 2	RECTORADO
272	HERNANDEZ BLANCO ANTONIO JESUS	ASESOR 3	RECTORADO
273	ZAMBRANO CHAVEZ WASHINGTON XAVIER	ASESOR 3	RECTORADO
274	JARAMILLO AGUILAR PEDRO SEBASTIAN	ASESOR 4	RECTORADO
275	CHILQUINGA JARAMILLO LUIS ADRIAN	SECRETARIO GENERAL	SECRETARÍA GENERAL
276	CARRERA ROSERO INES GUADALUPE	SECRETARIA DE DESPACHO	SECRETARÍA GENERAL
277	DAVILA ALBORNOZ LUCIA JACQUELINE	SECRETARIA DE DESPACHO	SECRETARÍA GENERAL
278	PINEDA CIFUENTES SANDRA PATRICIA	SECRETARIA DE DESPACHO	SECRETARÍA GENERAL
279	CEVALLOS VALLEJOS ANA MARIA	SECRETARIA EJECUTIVA	SECRETARÍA GENERAL
280	GUEVARA PEÑA CECILIA MARGARITA	SECRETARIA DE DESPACHO	SECRETARÍA GENERAL
281	MONTESDEOCA LOPEZ CARLA ESTEFANIA	ASISTENTE ADMINISTRATIVO	SECRETARÍA GENERAL
282	ZUMARRAGA ORTIZ LUIS FERNANDO	DIRECTOR DE AUDITORIA INTERNA	UNIDAD DE AUDITORIA INTERNA
283	PORTILLA LOPEZ ANA ELICENIA	SECRETARIA DE DESPACHO	UNIDAD DE AUDITORIA INTERNA
284	UBIDIA MORENO NICKOLE MARGARITA	AUDITOR INTERNO 2	UNIDAD DE AUDITORIA INTERNA
285	MARTINEZ ESKOLA DIANA ALFONSINA	AUDITOR INTERNO 2	UNIDAD DE AUDITORIA INTERNA
286	PASAGUAYO BAEZ EVELYN ROSARIO	ASISTENTE ADMINISTRATIVO	VICERRECTORADO ACADEMICO
287	MORENO PINCHAO CECILIA CELENE	SECRETARIA DE DESPACHO	VICERRECTORADO ACADEMICO
288	IJON LIMAICO WILLIAM COLON	ANALISTA JURIDICO 1	VICERRECTORADO ACADEMICO
289	CEVALLOS CORAL MERCEDES DEL ROCIO	ANALISTA DE SISTEMAS 1	VICERRECTORADO ACADEMICO
290	DEL CASTILLO GALLEGOS OSCAR DAVID	ANALISTA DE SISTEMAS 3	VICERRECTORADO ACADEMICO
291	CARRANCO GONZALEZ LUZMILA MARIELA	SECRETARIA DE DESPACHO	VICERRECTORADO ADMINISTRATIVO
292	MENDEZ RHEA PAMELA ALEXANDRA	ANALISTA JURIDICO 2	VICERRECTORADO ADMINISTRATIVO
293	MALDONADO ARAUJO CARLOS ALEJANDRO	ANALISTA ADMINISTRATIVO 3	VICERRECTORADO ADMINISTRATIVO

ANEXO D Secretarías de la Universidad Técnica del Norte

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

PERSONAL ADMINISTRATIVO - SECRETARÍAS

NÚMERO	NOMBRES	DENOMINACIÓN PUESTO	UNIDAD ORGÁNICA
1	REVELO VACA DIANA JUDITH	SECRETARÍA DE DESPACHO	CENTRO UNIVERSITARIO DE DIFUSION CULTURAL
2	CAZAR GOMEZ MARIA TARGELIA	SECRETARÍA DE DESPACHO	COLEGIO ANEXO UTN
3	ORTEGA CEVALLOS ROSARIO DEL CARMEN	SECRETARÍA DE DESPACHO	DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO
4	BONILLA ARTEAGA MERCI MARISOL	SECRETARÍA EJECUTIVA	DIRECCION DE COMUNICACION ORGANIZACIONAL
5	BEDON TORRES SAMIA DEL ROCIO	SECRETARÍA DE DESPACHO	DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO
6	SALAS ZAMBRANO CONSUELO DEL PILAR	SECRETARÍA DE DESPACHO	DIRECCION DE PLANEAMIENTO INTEGRAL EVALUACION INSTITUCIONAL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
7	TIRADO CORRALES MARIA DE LOURDES	SECRETARÍA DE DESPACHO	DIRECCION DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD
8	MONTESDEOCA MONTESDEOCA CRUZ ELENA	SECRETARÍA DE DESPACHO	DIRECCION FINANCIERA-DIRECCION
9	BASTIDAS ANDRADE CARMEN LUCIA	SECRETARÍA EJECUTIVA/COMISIÓN DE SERV. SIN RMU	DIRECCION FINANCIERA-UNIDAD DE ADQUISICIONES
10	MUÑOZ TERAN MARIANA ELIZABETH	SECRETARÍA DE DESPACHO	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
11	CERDA LOPEZ ALICIA VERONICA	SECRETARÍA EJECUTIVA	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
12	TERAN ERAZO ANA XIMENA	SECRETARÍA EJECUTIVA	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
13	VILLAMARIN VILLAMARIN NANCY VERONICA	SECRETARÍA EJECUTIVA	FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
14	CHUQUIN GUERRERO ILDA CECILIA	SECRETARÍA DE DESPACHO	FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
15	ROLDAN ROBLES ANABEL DEL ROCIO	SECRETARÍA DE DESPACHO	FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
16	ANDRADE MONTESDEOCA ROSA CECILIA	SECRETARÍA DE DESPACHO	FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
17	VIVERO TORRES SONIA GUADALUPE	SECRETARÍA DE DESPACHO	FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
18	VASQUEZ REINA MARTHA JANETH	SECRETARÍA DE DESPACHO	FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
19	QUINTANA GUERRA ANA CECILIA	SECRETARÍA DE DESPACHO	FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
20	RIVERA DURAN ROSA IRALDA	SECRETARÍA DE DESPACHO	FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
21	CUPUERAN GONZALEZ ALEXANDRA YOMAIRA	SECRETARÍA EJECUTIVA	FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
22	ESPINOSA RECALDE NURY XIMENA	SECRETARÍA EJECUTIVA	FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
23	BAEZ ESKOLA MONICA PATRICIA	SECRETARÍA EJECUTIVA	FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
24	SUAREZ SUAREZ OLGA CECILIA	SECRETARÍA DE DESPACHO	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
25	BURBANO GARCIA ENA EDITH	SECRETARÍA DE DESPACHO	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
26	SALGADO CORRALES ANA CATALINA	SECRETARÍA DE DESPACHO	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
27	AYALA BEDON BLANCA NELLY	SECRETARÍA DE DESPACHO	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
28	ROBBY BENITEZ MARIBEL TATIANA	SECRETARÍA EJECUTIVA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
29	BÁSANTES CEVALLOS IRMA MARILU	SECRETARÍA DE DESPACHO	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
30	BENITEZ LOPEZ MONICA PATRICIA	SECRETARÍA DE DESPACHO	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
31	CUASOQUER ORBE VIVIANA ELIZABETH	SECRETARÍA EJECUTIVA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
32	CHAMORRO LILIAN CARMITA	SECRETARÍA EJECUTIVA	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
33	MOLINA ORDOÑEZ SILVIA AMELIA	SECRETARÍA DE DESPACHO	FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS APLICADAS
34	LAGOS ZUNTA ZOILA ESMERALDA	SECRETARÍA DE DESPACHO	INSTITUTO DE EDUCACION FISICA DEPORTES Y RECREACION
35	JURADO HEREDIA MONICA JULIETA	SECRETARÍA DE DESPACHO	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
36	CAZAR ALBUJA SONIA NARCISA	SECRETARÍA DE DESPACHO	INSTITUTO DE POSTGRADO
37	ROMO BRAVO MARIA ELENA	SECRETARÍA EJECUTIVA	INSTITUTO DE POSTGRADO
38	NAVARRO CHACUA FABIOLA VIVIANA	SECRETARÍA EJECUTIVA	INSTITUTO DE POSTGRADO
39	BEDON ALMEIDA DIANA MARISOL	SECRETARÍA DE DESPACHO	PROCURADURIA GENERAL U
40	VALLE REYES ISABEL CRISTINA	SECRETARÍA DE DESPACHO	RECTORADO
41	RUANO FUERTES LUISA ELIZABETH	SECRETARÍA EJECUTIVA	RECTORADO
42	CUPUERAN GONZALEZ GLADYS NUMANCY	SECRETARÍA DE DESPACHO	RECTORADO
43	CARRERA ROSERO INES GUADALUPE	SECRETARÍA DE DESPACHO	SECRETARÍA GENERAL

44	DAVILA ALBORNOZ LUCIA JACQUELINE	SECRETARÍA DE DESPACHO	SECRETARÍA GENERAL
45	PINEDA CIFUENTES SANDRA PATRICIA	SECRETARÍA DE DESPACHO	SECRETARÍA GENERAL
46	CEVALLOS VALLEJOS ANA MARIA	SECRETARÍA EJECUTIVA	SECRETARÍA GENERAL
47	GUEVARA PEÑA CECILIA MARGARITA	SECRETARÍA DE DESPACHO	SECRETARÍA GENERAL
48	PORTILLA LOPEZ ANA ELICENIA	SECRETARÍA DE DESPACHO	UNIDAD DE AUDITORIA INTERNA
49	MORENO PINCHAO CECILIA CELENE	SECRETARÍA DE DESPACHO	VICERRECTORADO ACADEMICO
50	CARRANCO GONZALEZ LUZMILA MARIELA	SECRETARÍA DE DESPACHO	VICERRECTORADO ADMINISTRATIVO

ANEXO E Datasheet Módulo Lora 32 Heltec

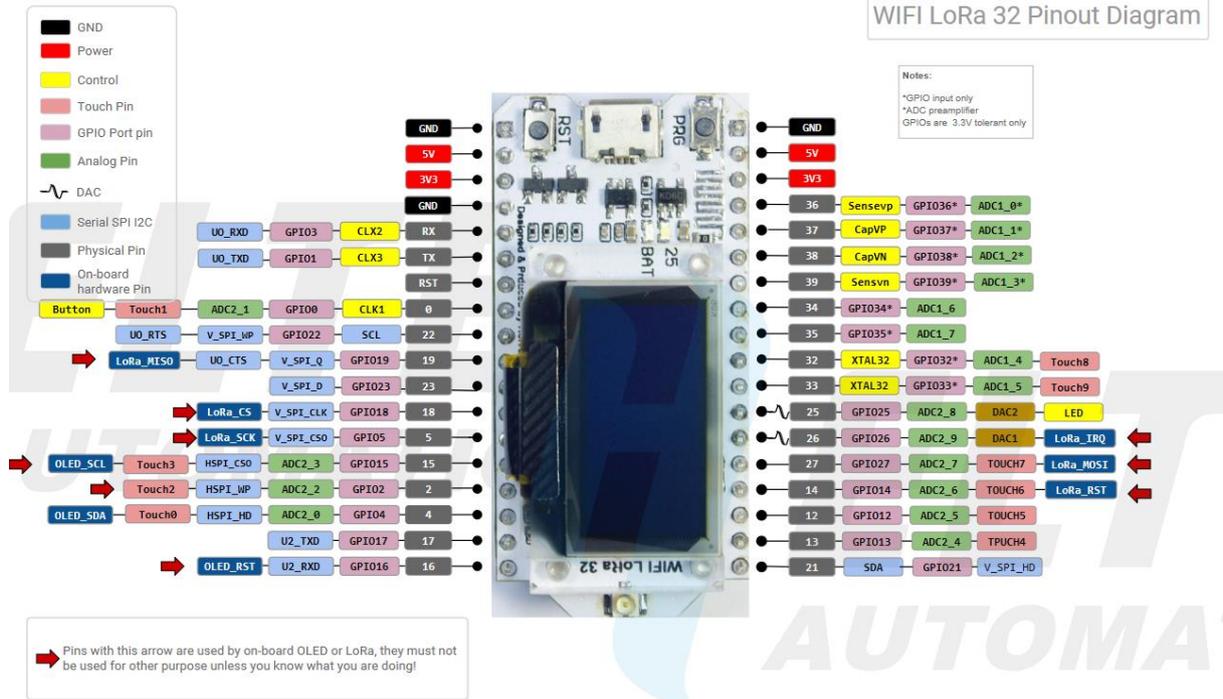
Technical Parameters

Resource	Parameter		
Master Chip	ESP32(240MHz Tensilica LX6 dual-core + 1 ULP, 600 DMIPS)		
Wireless Communication	Wi-Fi	Bluetooth	LoRa
	802.11 b/g/n (802.11n up to 150 Mbps)	Bluetooth V4.2 BR/EDR and Bluetooth LE specification	Node-to-node communication or LoRaWAN
LoRa Chip	SX1276/SX1278		
LoRaWAN Area	hardware version	Support frequency	
	LF	EU433	
		CN470	
		IN865	
		EU868	
		US915	
AU915			
HF	KR920		
	AS923		
	LoRa Maximum Output Power		
	19dB ± 1dB		
Hardware Resource	UART x 3; SPI x 2; I2C x 2; I2S x 1; 12-bits ADC input x 18; 8-bits DAC output x 2; GPIO x 22, GPI x 6		
FLASH	8MB(64M-bits) SPI FLASH		
RAM	520KB internal SRAM		
Interface	Micro USB x 1; LoRa Antenna interface(IPEX) x 1; 18 x 2.54 pin x 2		
Maximum Size (Including protruding parts such as switch and battery compartment)	51 x 25.5 x 10.6 mm		
USB to Serial Chip	CP2102		
Battery	3.7V Lithium (SH1.25 x 2 socket)		
Solar Energy	x		
Battery Detection Circuit	√		
External Device Power Control (Vext)	√		
Low Power	Deep Sleep 800µA		
Display Size	0.96-inch OLED		
Working Temperature	-40~80°C		

Electrical characteristics

Electrical Features	Condition	Minimum	Typica	Maximum
Power Supply	USB powered (≥500mA)	4.7V	5V	6V
	Lithium powered (≥250mA)	3.3V	3.7V	4.2V
	3.3V (pin) powered (≥150mA)	2.7V	3.3V	3.5V
	5V (pin) powered (≥500mA)	4.7V	5V	6V
Power Consumption(mA)	WIFI Scan		115mA	
	WIFI AP		135mA	
	LoRa 10dB output		50mA	
	LoRa 12dB output		60mA	
	LoRa 15dB output		110mA	
Output	LoRa 20dB output		130mA	
	3.3V pin output			500mA
	5V pin output (USB powered only)		Equal to the input current	
	External device power control (Vext 3.3V)			350mA

WiFi LoRa 32 Pinout Diagram



ANEXO F Datasheet Sensor FSR 402



FSR 402 Data Sheet

FSR 400 Series Round Force Sensing Resistor

Features and Benefits

- Actuation Force as low as 0.1N and sensitivity range to 10N.
- Easily customizable to a wide range of sizes
- Highly Repeatable Force Reading; As low as 2% of initial reading with repeatable actuation system
- Cost effective
- Ultra thin; 0.45mm
- Robust; up to 10M actuations
- Simple and easy to integrate

Industry Segments

- Game controllers
- Musical instruments
- Medical device controls
- Remote controls
- Navigation Electronics
- Industrial HMI
- Automotive Panels
- Consumer Electronics

Description

Interlink Electronics FSR™ 400 series is part of the single zone Force Sensing Resistor™ family. Force Sensing Resistors, or FSRs, are robust polymer thick film (PTF) devices that exhibit a decrease in resistance with increase in force applied to the surface of the sensor. This force sensitivity is optimized for use in human touch control of electronic devices such as automotive electronics, medical systems, and in industrial and robotics applications.

The standard 402 sensor is a round sensor 18.28 mm in diameter. Custom sensors can be manufactured in sizes ranging from 5mm to over 600mm. Female connector and short tail versions can also be ordered.



Figure 1 - Force Curve

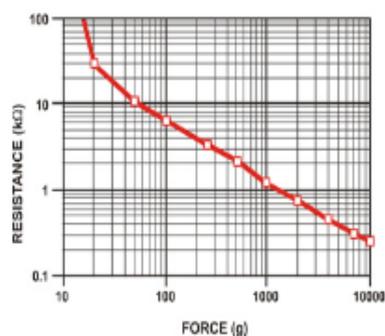
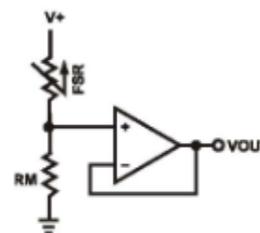


Figure 2 - Schematic



Interlink Electronics - Sensor Technologies

Applications

Detect & qualify press

Sense whether a touch is accidental or intended by reading force

Use force for UI feedback

Detect more or less user force to make a more intuitive interface

Enhance tool safety

Differentiate a grip from a touch as a safety lock

Find centroid of force

Use multiple sensors to determine centroid of force

Detect presence, position, or motion

Of a person or patient in a bed, chair, or medical device

Detect liquid blockage

Detect tube or pump occlusion or blockage by measuring back pressure

Detect proper tube positioning

Many other force measurement applications

Device Characteristics

Feature	Condition	Value*	Notes
Actuation Force		0.1 Newtons	
Force Sensitivity Range		0.1 - 10.0 ² Newtons	
Force Repeatability ³	(Single part)	± 2%	
Force Resolution ³		continuous	
Force Repeatability ³	(Part to Part)	±6%	
Non-Actuated Resistance		10M W	
Size		18.28mm diameter	
Thickness Range		0.2 - 1.25 mm	
Stand-Off Resistance		>10M ohms	Unloaded, unbent
Switch Travel	(Typical)	0.05 mm	Depends on design
Hysteresis ³		+10%	$(R_{F+} - R_{F-})/R_{F+}$
Device Rise Time		<3 microseconds	measured w/steel ball
Long Term Drift		<5% per log ₁₀ (time)	35 days test, 1kg load
Temp Operating Range	(Recommended)	-30 - +70 °C	
Number of Actuations	(Life time)	10 Million tested	Without failure

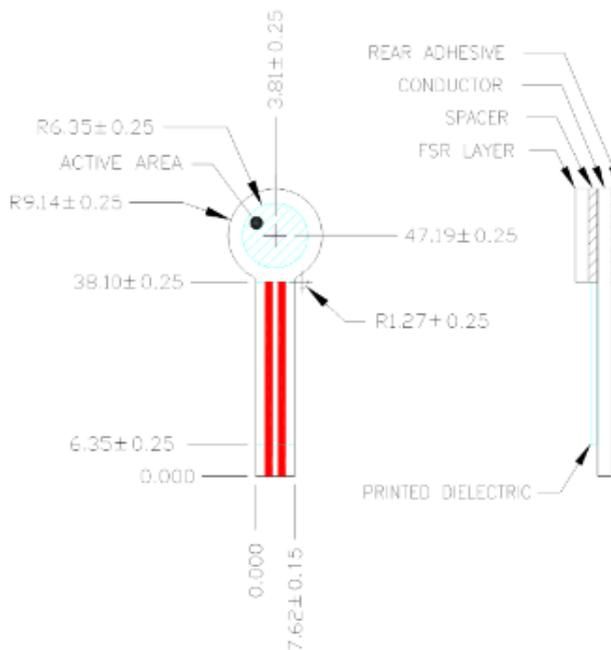
* Specifications are derived from measurements taken at 1000 grams, and are given as one standard deviation / mean, unless otherwise noted.

1. Max Actuation force can be modified in custom sensors.
2. Force Range can be increased in custom sensors. Interlink Electronics have designed and manufactured sensors with operating force larger than 50Kg.
3. Force sensitivity dependent on mechanics, and resolution depends on measurement electronics.

Part No. 402

- Active Area: 12.7mm
- Nominal thickness: 0.55 mm

Mechanical Data



ANEXO G Datasheet Raspberry Pi 4 Modelo B

Overview



Raspberry Pi 4 Model B is the latest product in the popular Raspberry Pi range of computers. It offers ground-breaking increases in processor speed, multimedia performance, memory, and connectivity compared to the prior-generation Raspberry Pi 3 Model B+, while retaining backwards compatibility and similar power consumption. For the end user, Raspberry Pi 4 Model B provides desktop performance comparable to entry-level x86 PC systems.

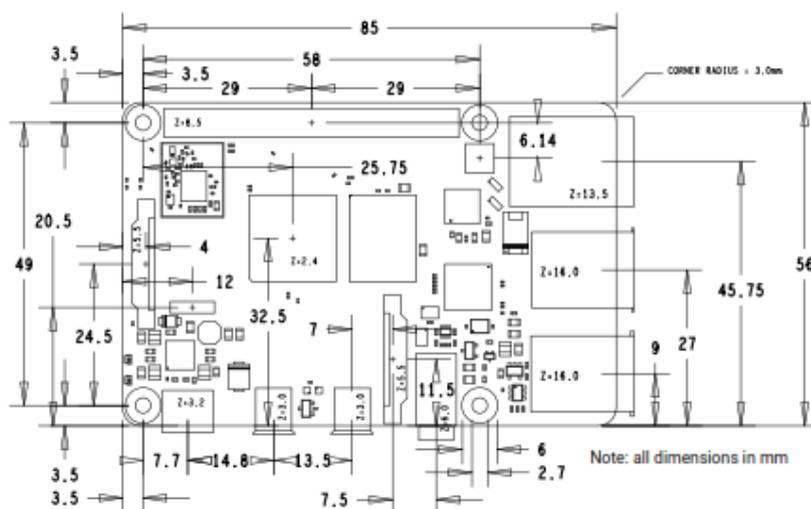
This product's key features include a high-performance 64-bit quad-core processor, dual-display support at resolutions up to 4K via a pair of micro-HDMI ports, hardware video decode at up to 4Kp60, up to 8GB of RAM, dual-band 2.4/5.0 GHz wireless LAN, Bluetooth 5.0, Gigabit Ethernet, USB 3.0, and PoE capability (via a separate PoE HAT add-on).

The dual-band wireless LAN and Bluetooth have modular compliance certification, allowing the board to be designed into end products with significantly reduced compliance testing, improving both cost and time to market.

Specification

Processor:	Broadcom BCM2711, quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
Memory:	1GB, 2GB, 4GB or 8GB LPDDR4 (depending on model) with on-die ECC
Connectivity:	2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 5.0, BLE Gigabit Ethernet 2 × USB 3.0 ports 2 × USB 2.0 ports.
GPIO:	Standard 40-pin GPIO header (fully backwards-compatible with previous boards)
Video & sound:	2 × micro HDMI ports (up to 4Kp60 supported) 2-lane MIPI DSI display port 2-lane MIPI CSI camera port 4-pole stereo audio and composite video port
Multimedia:	H.265 (4Kp60 decode); H.264 (1080p60 decode, 1080p30 encode); OpenGL ES, 3.0 graphics
SD card support:	Micro SD card slot for loading operating system and data storage
Input power:	5V DC via USB-C connector (minimum 3A ¹) 5V DC via GPIO header (minimum 3A ¹) Power over Ethernet (PoE)–enabled (requires separate PoE HAT)
Environment:	Operating temperature 0–50°C
Compliance:	For a full list of local and regional product approvals, please visit https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/conformity.md
Production lifetime:	The Raspberry Pi 4 Model B will remain in production until at least January 2026.

Physical Specifications



WARNINGS

- This product should only be connected to an external power supply rated at 5V/3A DC or 5.1V/ 3A DC minimum¹. Any external power supply used with the Raspberry Pi 4 Model B shall comply with relevant regulations and standards applicable in the country of intended use.
- This product should be operated in a well-ventilated environment and, if used inside a case, the case should not be covered.
- This product should be placed on a stable, flat, non-conductive surface in use and should not be contacted by conductive items.
- The connection of incompatible devices to the GPIO connection may affect compliance and result in damage to the unit and invalidate the warranty.
- All peripherals used with this product should comply with relevant standards for the country of use and be marked accordingly to ensure that safety and performance requirements are met. These articles include but are not limited to keyboards, monitors and mice when used in conjunction with the Raspberry Pi.
- Where peripherals are connected that do not include the cable or connector, the cable or connector must offer adequate insulation and operation in order that the relevant performance and safety requirements are met.

SAFETY INSTRUCTIONS

To avoid malfunction or damage to this product please observe the following:

- Do not expose to water, moisture or place on a conductive surface whilst in operation.
- Do not expose it to heat from any source; Raspberry Pi 4 Model B is designed for reliable operation at normal ambient room temperatures.
- Take care whilst handling to avoid mechanical or electrical damage to the printed circuit board and connectors.
- Avoid handling the printed circuit board whilst it is powered and only handle by the edges to minimise the risk of electrostatic discharge damage.

¹ A good quality 2.5A power supply can be used if downstream USB peripherals consume less than 500mA in total.

ANEXO H Programación de Arduino Nodo Sensor

```

#include <WiFi.h>           //Incluye la librería de Wi-Fi
#ifndef STASSID
#define STASSID "Pinzometro"
#define STAPSK "Pinzometro"
#endif

#include "Arduino.h" //Incluye la librería del Arduino
#include "heltec.h" //Incluye la librería del Módulo Lora 32
#include "images.h" //Incluye la librería para poder Insertar Logos

////////////////////////////////////Declaración de variables////////////////////////////////////

String dedo=""; //Variable de Carácter
int state=0; //Variable selector de proceso
float vector [4]; //Vector que almacena los datos medidos
int i=0; //Variable contador
////////////////////////////////////Variables Globales para la red////////////////////////////////////

const char* ssid = STASSID; //Constante de la red a conectarse
const char* password = STAPSK; //Constante de la contraseña

char host [48];
String strhost = "10.3.141.1";
String strurl = "/pinzometro/conexion3.php";

void drawImageDemo () {

Heltec.display->drawXbm (34, 14, UTN_Logo_width, UTN_Logo_height,
UTN_Logo_bits);
}

////////////////////////////////////Iniciamos el Sistema //////////////////////////////////////
void setup () {

  Heltec.begin (true /*DisplayEnable Enable*/, false /*LoRa Disable*/, true
/*Serial Enable*/);

  Serial.begin (1200);

////////////////////////////////////Establecemos la conexión con la red Wifi////////////////////////////////////
  Serial.println ();
  Serial.println ();
  Serial.print ("Connecting to ");
  Serial.println (ssid);
  WiFi.mode (WIFI_STA); //Se establece el modo Station
  WiFi.begin (ssid, password); //Inicializa la configuración de la red
  Heltec.display->clear ();
  Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_10);
  Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);
  Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 10, 128, "CONECTANDO AL
SERVIDOR...");
  Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_10);
  Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);
  Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 45, 128, "ESPERE POR FAVOR");
  Heltec.display->display ();
  while (WiFi.status () != WL_CONNECTED) {
    delay (500);

```

```

    Serial.print (".");
}

Serial.println ("");
Serial.println ("WiFi connected"); //Imprime este msm
Serial.println ("IP address: "); //Imprime este msm
Serial.println (WiFi.localIP ()); //Imprime la dirección IP

pinMode (12, INPUT); //Establece el modo de funcionamiento del pin
pinMode (13, INPUT); //Establece el modo de funcionamiento del pin
pinMode (21, INPUT); //Establece el modo de funcionamiento del pin
Heltec.display->clear ();
Heltec.display->flipScreenVertically ();
Heltec.display->clear ();
drawImageDemo ();
Heltec.display->display ();
delay (5000);
Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_10);
Heltec.display->clear ();
Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_10);
Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);
Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 10, 128, "PINZOMETRO DIGITAL");
Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_10);
Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);
Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 32, 128, "BIENVENIDOS");
Heltec.display->display ();
delay (3000);
Heltec.display->clear ();
pinMode (37, INPUT); //Establece el modo de funcionamiento del pin
pinMode (38, INPUT); //Establece el modo de funcionamiento del pin
pinMode (39, INPUT); //Establece el modo de funcionamiento del pin
}

////////////////////Ejecución del Programa //////////////////////
void loop () {

int buttonAceptar=digitalRead (37);
int buttonCancelar=digitalRead (38);
int buttonTomarMedicion=digitalRead (39);

if (state==0) {
Heltec.display->clear ();
Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_10);
Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);
Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 12, 128, "PINZOMETRO LISTO");
Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_10);
Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);
Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 36, 128, "INICIAR");
Heltec.display->display ();
state=1;
}

if (buttonAceptar==1) {
    delay (300);

if (state==3) {

Heltec.display->clear ();
Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_10);
Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);

```

```

Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 12, 128, "DATOS ENVIADOS!!");
Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_10);
Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);
Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 36, 128, "Ingrese al sistema para
realizar el Diagnostico");
Heltec.display->display ();
enviardatos ("&Indice=" + String (vector [0], 2) + "&Medio=" + String
(vector [1], 2) + "&Anular=" + String (vector [2], 2) + "&Menique=" +
String (vector [3], 2));
delay (3000);

state=0;
}
else {
i=0;
Serial.println ("Medición Dedo indice");
dedo="DEDO INDICE";
state=2;
}
}

if (buttonCancelar==1) {
delay (300);

Heltec.display->clear ();
Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_10);
Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);
Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 12, 128, "PROCESO");
Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_16);
Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);
Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 36, 128, "CANCELADO");
Heltec.display->display ();
delay (1500);

state=0;
i=0;
}
if (buttonTomarMedicion==1) {
delay (300);
}

if (state==2) {
double sensor = analogRead (A0);
double kg=map (sensor,0.00,1000.00,0,1000.00);
kg = kg/100.00;
Serial.println (kg, 2);

Heltec.display->clear ();
Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_10);
Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);
Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 5, 128, dedo);
Heltec.display->setFont (ArialMT_Plain_24);
Heltec.display->setTextAlignment (TEXT_ALIGN_CENTER);
Heltec.display->drawStringMaxWidth (64, 20, 128, String (kg) + " " +
"Kgf");
Heltec.display->display ();
delay (100);

if (buttonTomarMedicion==1) {
delay (300);
}
}

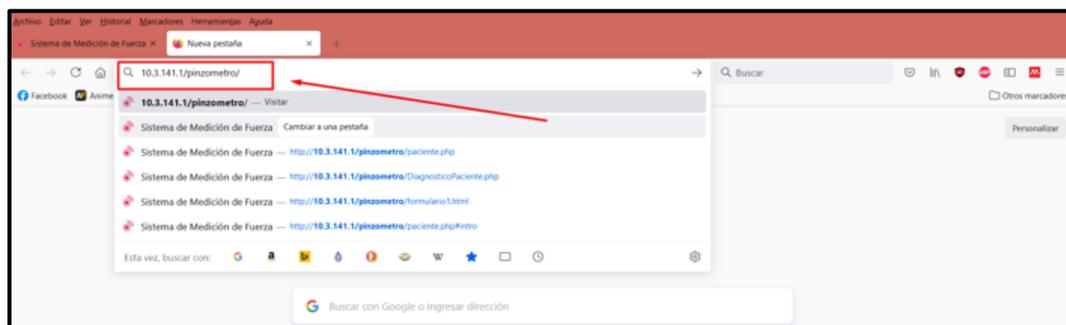
```



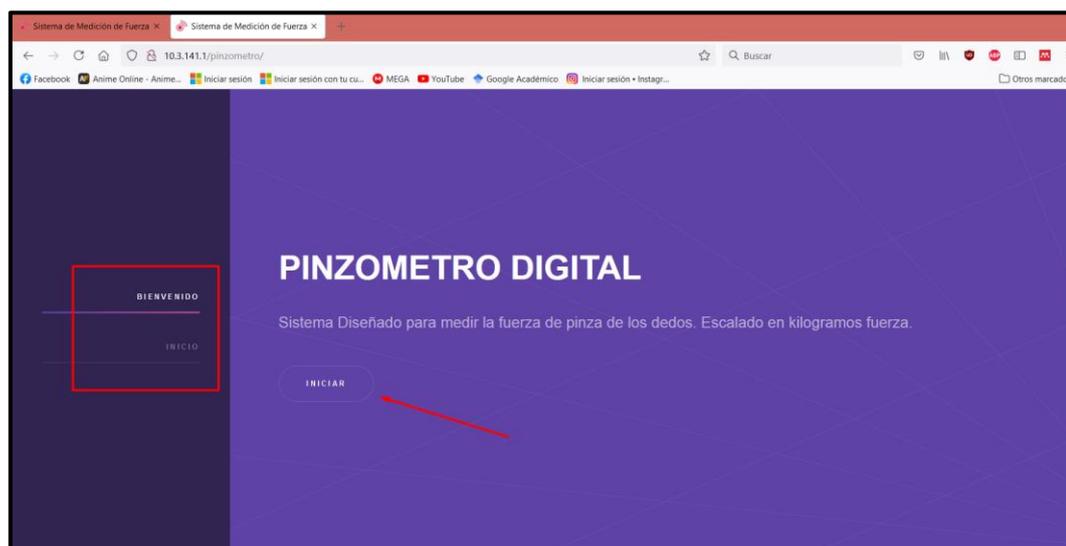
```
    client.stop ();
    return linea;
  }
}
// Lee todas las líneas que recibe del servidor y las imprime por la
terminal serial
while (client.available ()) {
  linea = client.readStringUntil ('\r');
}
Serial.println (linea);
return linea;
}
```

ANEXO I Manual de Funcionamiento de la Página Web

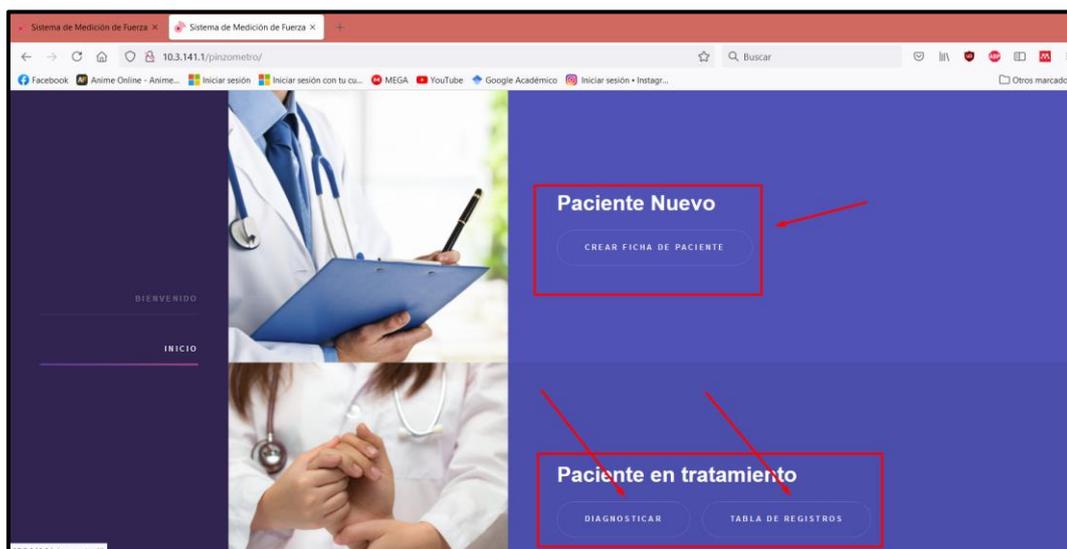
Primero nos conectamos desde un ordenador a la red inalámbrica Pinzometro y abrimos nuestro servidor web escribiendo “10.3.141.1/pinzómetro/” desde cualquier navegador.



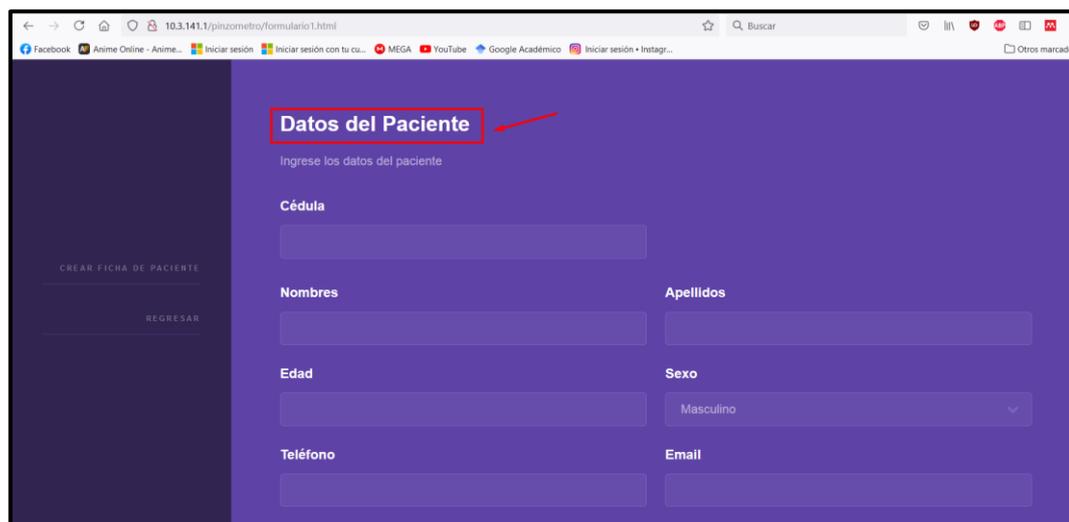
Ahora se nos abrirá la siguiente pantalla donde podemos visualizar nuestra interfaz de inicio, en la cual se indica el botón de iniciar.



Posteriormente de presionar el Botón Iniciar nos llevara al siguiente apartado donde podemos visualizar varios botones como el de Crear Ficha de Paciente, Diagnosticar y Tabla de Registro.



Si se quiere crear una Ficha Medica de un paciente nuevo se debe presionar el Botón Crear Ficha de Paciente y a continuación podremos visualizar la siguiente pantalla donde se llenará todos los campos sin excepción, para finalizar se presionará el botón de crear



En el caso de que no se desee crear la Ficha del Paciente podemos presionar en el botón de regresar y volveremos a nuestra pantalla anterior.

10.3.141.1/pinzometro/formulario1.html

Facebook Anime Online - Anime... Iniciar sesión Iniciar sesión con tu cu... MEGA YouTube Google Académico Iniciar sesión • Instagr...

Datos del Paciente

Ingrese los datos del paciente

Cédula

Nombres

Apellidos

Edad

Sexo
Masculino

Teléfono

Email

CREAR FICHA DE PACIENTE

REGRESAR

Una vez que estamos en nuestra anterior pantalla presionamos el botón de Tabla de Registros, donde ahora podremos visualizar la siguiente pantalla donde nos pide un número de cédula.

10.3.141.1/pinzometro/index.html

Facebook Anime Online - Anime... Iniciar sesión Iniciar sesión con tu cu... MEGA YouTube Google Académico Iniciar sesión • Instagr...

Paciente Nuevo

CREAR FICHA DE PACIENTE

Paciente en tratamiento

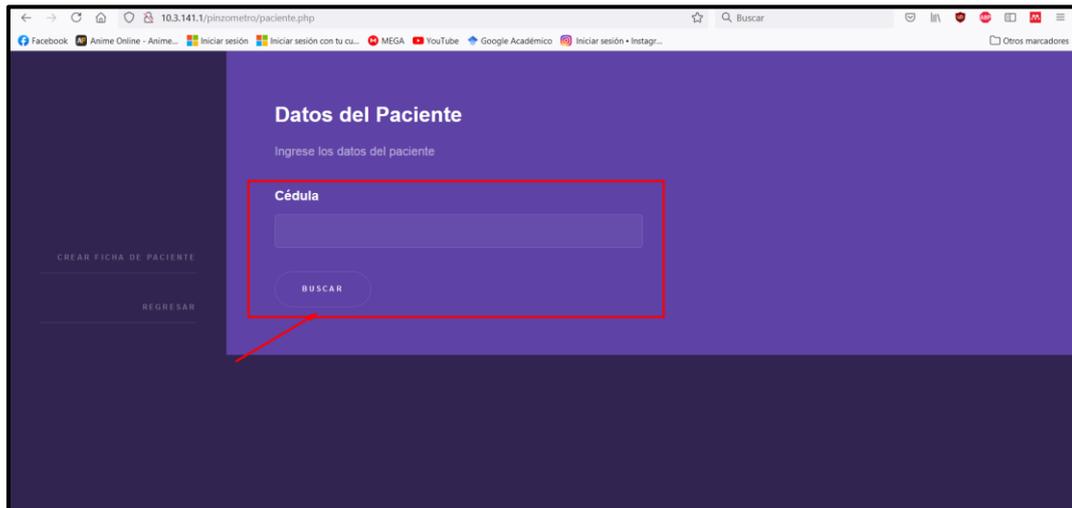
DIAGNOSTICAR

TABLA DE REGISTROS

BIENVENIDO

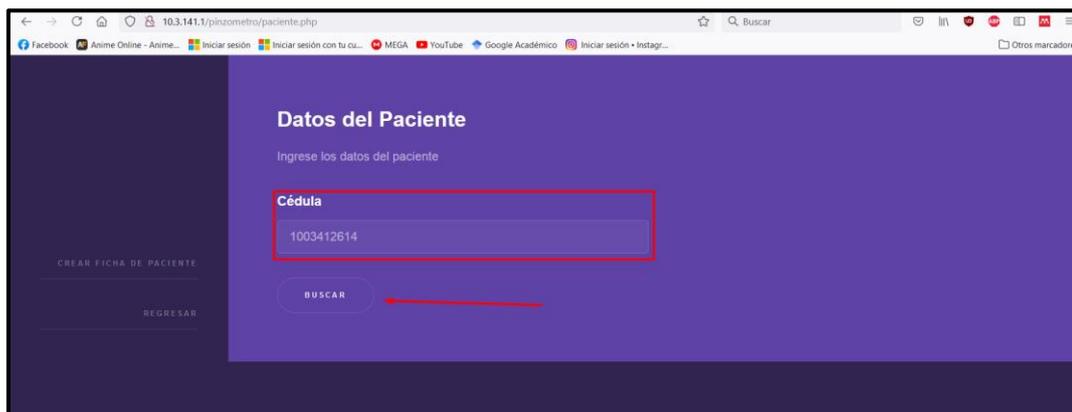
INICIO

Aquí se Ingresará el número de cédula de los pacientes que ya tengan Ficha Médica creada con anterioridad y se procederá a presionar el botón de Buscar



The screenshot shows a web browser window with the URL `103.141.1/pinzometro/paciente.php`. The page title is "Datos del Paciente" and the subtitle is "Ingrese los datos del paciente". There is a sidebar on the left with two buttons: "CREAR FICHA DE PACIENTE" and "REGRESAR". The main content area has a form with a label "Cédula" above an empty text input field. Below the input field is a button labeled "BUSCAR". A red box highlights the input field and the "BUSCAR" button, with a red arrow pointing from the box to the button.

Para esta demostración se creó con anterioridad una Ficha Medica con el número de cedula 1003412614 la cual se ingresa y se presiona el botón buscar; nos mostrara la siguiente pantalla.



The screenshot shows the same web browser window as the previous one. The "Cédula" input field now contains the number "1003412614". The "BUSCAR" button is still visible below the input field. A red box highlights the input field and the "BUSCAR" button, with a red arrow pointing from the box to the button.

Ahora se puede visualizar la Ficha Médica con los Datos del Paciente y si este ya tiene algún reporte de medición al final de la Ficha se puede observar.

Sistema Fisioterapéutico de medida de fuerza de pinza HOME ABRIR OTRO REPORTE

Ficha Médica

Datos del Paciente

APELLIDOS	OSEJOS VALENCIA
NOMBRES	DANIEL ESTEBAN
EDAD	27 AÑOS
TELEFONO	0969278109
EMAIL	deosejosv@utn.edu.ec

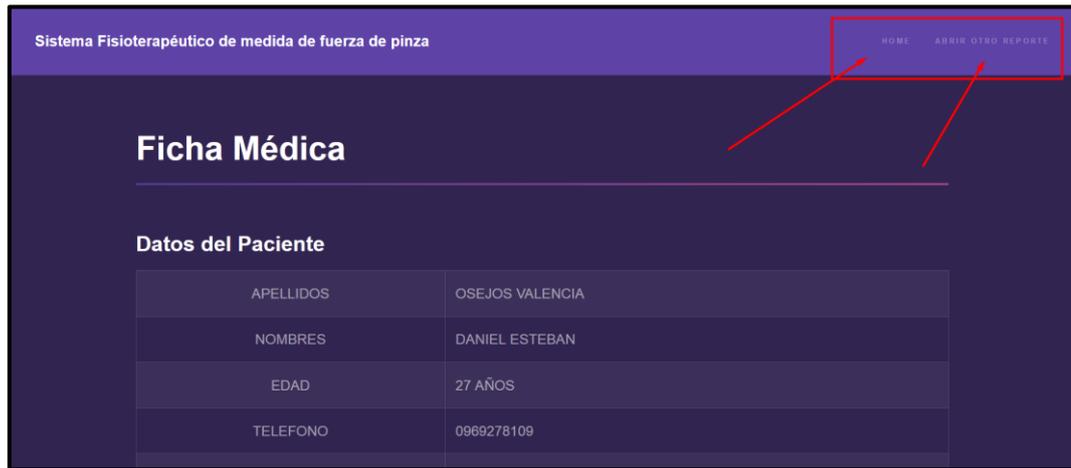
En este caso el paciente si tenía mediciones y se puede observar su reporte de mediciones.

TELEFONO	0969278109
EMAIL	deosejosv@utn.edu.ec
PROVINCIA	IMBABURA
CANTON	IBARRA
DIRECCIÓN	IBARRA

Reporte de mediciones

Hora	Fecha	Indice (kg)	Estado	Medio (kg)	Estado	Anular (kg)	Estado	Meñiq. (kg)
14:28:46	2021-01-27	8.41	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	8.64	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	6.78	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	2.79
18:24:56	2021-01-27	2.49	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	3.1	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	2.54	DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR	2.35

Si se desea salir de la pantalla de ficha médica se debe presionar el Botón de Home y podremos volver a nuestra pantalla de inicio.



ANEXO J Programación Página Web

```

/////////////////////////////////CÓDIGO DE PAGINA DE INICIO/////////////////////////////////
!DOCTYPE HTML>
<!--
Hyperspace by HTML5 UP
html5up.net | @ajlkn
Free for personal and commercial use under the CCA 3.0 license (html5up.net/license)
-->
<html>
<head>

<title>Sistema de Medicin de Fuerza</title>
<meta charset="utf-8" />
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, user-scalable=no" />
<link rel="stylesheet" href="assets/css/main.css" />
<noscript><link rel="stylesheet" href="assets/css/noscript.css" /></noscript>

</head>
<body class="is-preload">

<!-- Sidebar -->
<section id="sidebar">
<div class="inner">
<nav>
<ul>
<li><a href="#intro">Crear ficha de paciente</a></li>
<li><a href="index.html">Regresar</a></li>
</ul>
</nav>
</div>
</section>

<!-- Wrapper -->

```

```

<div id="wrapper">

<!-- Three -->
<section id="three" class="wrapper style1 fade-up">

<section id="sidebar">
<div class="inner">
<nav>
<ul>
<li><a href="#intro">Crear ficha de paciente</a></li>
<li><a href="index.html">Regresar</a></li>
</ul>
</nav>
</div>
</section>

<!-- Wrapper -->
<div id="wrapper">

<!-- Three -->
<section id="three" class="wrapper style1 fade-up">
<div class="inner">
<h2>Datos del Paciente</h2>
<p>Ingrese los datos del paciente</p>

<section>
<form method="post" action="registrar.php">
<div class="fields">
<div class="field half" required>
<label for="name">C dula</$
<input type="text" name="ce$
</div>

</div>

<div class="fields">
<div class="field half">

<div class="inner">
<h2>Datos del Paciente</h2>
<p>Ingrese los datos del paciente</p>

<section>
<form method="post" action="registrar.php">
<div class="fields">
<div class="field half" required>
<label for="name">C dula</$
<input type="text" name="ce$
</div>

</div>

<div class="fields">
<div class="field half">
<label for="name">Nombres</$
<input type="text" name="no$
</div>

```

```
<div class="field half">
<label for="name">Apellidos$
<input type="text" name="ap$
</div>
```

```
<div class="field half">
<label for="name">Edad</lab$
<input type="text" name="ed$
</div>
```

```
<div class="field half">
<label for="name">Sexo</lab$
<select name="sexo" id="dem$
```

```
<option value="MASC$
<option value="FEME$
```

```
</select>
</div>
```

```
<div class="field half">
<label for="name">Tel fono$
<input type="text" name="te$
</div>
```

```
<div class="field half">
<label for="email">Email</I$
<input type="text" name="em$
</div>
```

```
<div class="field half">
<label for="name">Provincia$
<input type="text" name="pr$
</div>
```

```
<div class="field half">
<label for="name">Cant n</I$
<input type="text" name="ca$
</div>
```

```
<div class="field half">
<label for="name">Direcci $
<input type="text" name="di$
</div>
```

```
</div>
```

```
<ul class="actions">
<li><a href="" class="button submit$
</ul>
</form>
</section>
```

```
</div>
</section>
```

```
</div>
```

```
<!-- Scripts -->
<script src="assets/js/jquery.min.js"></script>
<script src="assets/js/jquery.scrollex.min.js"></script>
<script src="assets/js/jquery.scrolly.min.js"></script>
<script src="assets/js/browser.min.js"></script>
<script src="assets/js/breakpoints.min.js"></script>
<script src="assets/js/util.js"></script>
<script src="assets/js/main.js"></script>
```

```
</body>
</html>
```

```
////////////////////////////////CÓDIGO DE PÁGINA DE REGISTRO //////////////////////////////////
```

```
<!DOCTYPE HTML>
```

```
<html>
<head>
<title>Elements - Hyperspace by HTML5 UP</title>
<meta charset="utf-8" />
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, user-scalable=no" />
<link rel="stylesheet" href="assets/css/main.css" />
<noscript><link rel="stylesheet" href="assets/css/noscript.css" /></noscript>
</head>
<body class="is-preload">
```

```
<!-- Header -->
<header id="header">
<a href="index.html" class="title">Sistema Fisioterapéutico de medida de fuerza de pinza</a>
<nav>
<ul>
<li><a href="index.html">Home</a></li>
<li><a href="paciente.php">Abrir otro reporte</a></li>
```

```
</ul>
</nav>
</header>
<!-- Wrapper -->
<div id="wrapper">
```

```
<?php
```

```
$servername = "localhost";
$username = "admin";
$password = "admin";
$dbname = "sistema";
```

```
// Create connection
$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);
```

```

// Check connection
if ($conn->connect_error) {
die ("La conexion ha fallado: " . $conn->connect_error);
}
$sql = "SELECT * FROM tb_pacientes WHERE CEDULA LIKE " . $_POST["cedula"]." ";
$sql2 = "SELECT * FROM tb_datosobtenidos ORDER BY ID DESC LIMIT 1";

$resultado=mysqli_query ($conn, $sql);
$resultado2=mysqli_query ($conn, $sql2);

$registro = mysqli_fetch_array ($resultado);

$registro2 = mysqli_fetch_array ($resultado2);

if ( $registro ['APELLIDOS'] == "" ) {

echo '<script language="javascript">alert ("Error de Busqueda: Paciente no registrado");
window.location.href="Diagnostic$

$state1 = "";
$state2 = "";
$state3 = "";
$state4 = "";

if ($registro2 ['Indice'] == "")

{
echo '<script language="javascript">alert ("Error: No se han realizado las mediciones, realicelas e intente de
nuevo"); $

}
else {

if ($registro2 ['Indice']>10) {

$state1= "SOBRE_EL_LIMITE_SUPERIOR";
}
else {

if ($registro2 ['Indice']>9 && $registro2 ['Indice'] <10) {

$state1= "RANGO_NORMAL";
}
else {
if ($registro2 ['Indice'] <9) {

$state1= "DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR";
}
}
}
}
}

```

```

if ($registro2 ['Medio']>10) {

$state2= "SOBRE_EL_LIMITE_SUPERIOR";
}
else {

if ($registro2 ['Medio']>9 && $registro2 ['Medio'] <10) {

$state2= "RANGO_NORMAL";
}
else {
if ($registro2 ['Medio'] <9) {

$state2= "DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR";
}
}
}

if ($registro2 ['Anular']>10) {

$state3= "SOBRE_EL_LIMITE_SUPERIOR";
}
else {

if ($registro2 ['Anular']>9 && $registro2 ['Anular'] <10) {

$state3= "RANGO_NORMAL";
}
else {
if ($registro2 ['Anular'] <9) {

$state2= "DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR";
}
}
}

if ($registro2 ['Anular']>10) {

$state3= "SOBRE_EL_LIMITE_SUPERIOR";
}
else {

if ($registro2 ['Anular']>9 && $registro2 ['Anular'] <10) {

$state3= "RANGO_NORMAL";
}
else {
if ($registro2 ['Anular'] <9) {

$state3= "DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR";
}
}
}

if ($registro2 ['Menique']>10) {

$state4= "SOBRE_EL_LIMITE_SUPERIOR";
}
else {

```

```

if ($registro2 ['Menique']>9 && $registro2 ['Menique'] <10) {

$state4= "RANGO_NORMAL";
}

else {
if ($registro2 ['Menique'] <9) {

$state4= "DEBAJO_DEL_LIMITE_INFERIOR";
}
}
}

}

?>

```

ANEXO K Fechas En Las Que Se Realizó Las Pruebas Del Sistema

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS PLANIFICACIÓN INGRESO PREDIOS UNIVERSITARIOS

Carrera: Telecomunicaciones
Fecha del 06 al 23 de julio del 2021

Apellidos y nombres responsable (docente/técnico docente/laboratorista)	Apellidos y nombres estudiantes	Asignatura	Tema	Resultados	Hora ingreso - hora salida	08:00 – 13:00
Msc. Jaime Michilena / Profesor Telecomunicaciones Edgar Jaramillo / Coordinador Carrera	Daniel Esteban Osejos Valencia/ Tesisista	Trabajo de Grado II	Trabajo de Titulación	Pruebas	Fecha desde	06/07/2021
					Fecha hasta	23/07/2021
					Campus	El Olivo
					Laboratorio	


Daniel Jaramillo
Coordinador de Carrera en Telecomunicaciones





CONTROL MÉDICO PREVENTIVO UTN

FECHA: 13- Julio 2021

Por el presente certifico que el Sr/a Osorio Valencio Daniel Esteban previo al ingreso al campus Universitario, acude a control médico preventivo, encontrándose en buen estado de salud.


Dra. Natalia Iglesias
MEDICO
C.O.P. 17224186

Firma Médico

ANEXO M Tablas del Análisis Estadístico

MEDICIONES OBTENIDOS DE NUESTRO SISTEMA

Número de Muestra	Muestra Indice	Muestra Medio	Muestra Anular	Muestra Meñique
1	4,99	4,34	2,23	1,1
2	5,37	4,91	2,36	1,32
3	5,6	4,95	2,54	1,97
4	5,77	4,95	2,81	2,06
5	5,95	5,25	3,02	2,09
6	6,35	5,29	3,59	2,23
7	6,38	5,31	3,95	2,43
8	6,41	5,37	4	2,55
9	6,44	5,39	4,06	2,56
10	6,66	5,51	4,23	2,82
11	6,69	5,6	4,31	2,87
12	6,7	5,65	4,37	2,89
13	6,7	5,76	4,46	3,1
14	6,75	5,93	4,49	3,13
15	6,86	6,15	4,55	3,2
16	6,99	6,15	4,68	3,23
17	7,06	6,19	4,79	3,43
18	7,15	6,4	4,96	3,43
19	7,2	6,58	5,6	3,46
20	7,38	6,82	5,76	3,75
21	7,45	6,88	5,88	3,95
22	7,52	7,1	5,92	4,32
23	8,19	7,19	6,19	4,96

DATOS INICIALES INDICE	
Media	6,633043
Desviación	0,745205
Minimo	4,99
Maximo	8,19
Rango	3,2
Muestra (n)	23
Numero de Intervalos de Estudios	5,493702
Numero de intervalos de Raiz de n	4,795832
Tamaño del Intervalo	0,667246

DATOS INICIALES MEDIO	
Media	5,811739
Desviación	0,765172
Minimo	4,34
Maximo	7,19
Rango	2,85
Muestra (n)	23
Numero de Intervalos de Estudios	5,493702
Numero de intervalos de Raiz de n	4,795832
Tamaño del Intervalo	0,594266

DATOS INICIALES ANULAR	
Media	4,293478
Desviación	1,152991
Minimo	2,23
Maximo	6,19
Rango	3,96
Muestra (n)	23
Numero de Intervalos de Estudios	5,493702
Numero de intervalos de Raiz de n	4,795832
Tamaño del Intervalo	0,825717

DATOS INICIALES MEÑIQUE	
Media	2,906522
Desviación	0,907783
Minimo	1,1
Maximo	4,96
Rango	3,86
Muestra (n)	23
Numero de Intervalos de Estudios	5,493702
Numero de intervalos de Raiz de n	4,795832
Tamaño del Intervalo	0,804866

NOMENCLATURA

FO = Frecuencia Observada

FOR = Frecuencia Observada Relativa

FORA = Frecuencia Observada Relativa Acumulada

FER = Frecuencia Esperada Relativa

ABS = Calculo Estadístico

Tabla de Frecuencia Índice							
Intervalos	Limite Infe	Limite Supe	FO	FOR	FORA	FER	ABS
1	4,99	5,657	3	0,130	0,130	0,209	0,078
2	5,657	6,324	2	0,087	0,217	0,417	0,200
3	6,324	6,992	11	0,478	0,696	0,626	0,070
4	6,992	7,659	6	0,261	0,957	0,834	0,122
5	7,659	8,326	1	0,043	1,000	1,043	0,043

23 1

Tabla de Frecuencia Medio							
Intervalos	Limite Infe	Limite Supe	FO	FOR	FORA	FER	ABS
1	4,34	4,934	2	0,087	0,087	0,209	0,122
2	4,934	5,529	8	0,348	0,435	0,417	0,018
3	5,529	6,123	4	0,174	0,609	0,626	0,017
4	6,123	6,717	5	0,217	0,826	0,834	0,008
5	6,717	7,311	4	0,174	1,000	1,043	0,043

23 1

Tabla de Frecuencia Anular							
Intervalos	Limite Infe	Limite Supe	FO	FOR	FORA	FER	ABS
1	2,23	3,056	5	0,217	0,217	0,209	0,009
2	3,056	3,881	1	0,043	0,261	0,417	0,156
3	3,881	4,707	10	0,435	0,696	0,626	0,070
4	4,707	5,533	2	0,087	0,783	0,834	0,051
5	5,533	6,359	5	0,217	1,000	1,043	0,043

23 1

Tabla de Frecuencia Meñique							
Intervalos	Limite Infe	Limite Sup	FO	FOR	FORA	FER	ABS
1	1,1	1,905	2	0,087	0,087	0,209	0,122
2	1,905	2,710	7	0,304	0,391	0,417	0,026
3	2,710	3,515	10	0,435	0,826	0,626	0,201
4	3,515	4,319	2	0,087	0,913	0,834	0,079
5	4,319	5,124	2	0,087	1,000	1,043	0,043

23 1

RESULTADOS

Índice	
Estadístico S-k	0,200
Nivel de Significancia	0,05
Grados de Libertad	23
Estadístico Teórico	0,2749
Hipotesis	Se Acepta

Anular	
Estadístico S-k	0,156
Nivel de Significancia	0,05
Grados de Libertad	23
Estadístico Teórico	0,2749
Hipotesis	Se Acepta

Medio	
Estadístico S-k	0,122
Nivel de Significancia	0,05
Grados de Libertad	23
Estadístico Teórico	0,2749
Hipotesis	Se Acepta

Meñique	
Estadístico S-k	0,201
Nivel de Significancia	0,05
Grados de Libertad	23
Estadístico Teórico	0,2749
Hipotesis	Se Acepta

Nota: Si el Estadístico Teórico es mayor que el Estadístico S-k los datos vienen de una distribución uniforme y se aceptan como datos normales