

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS \_ACUÑA JHON\_ HERNÁNDEZ JEN  
NYFER.pdf**

AUTOR

**Jhon Acuña**

RECUENTO DE PALABRAS

**47453 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**246698 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**239 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**9.6MB**

FECHA DE ENTREGA

**Nov 23, 2023 10:20 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Nov 23, 2023 10:26 AM GMT-5****● 14% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref



**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA  
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN  
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS**  
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.unfels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

**TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

- 1). TESIS (X)      2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ( )

**DATOS PERSONALES**

Apellidos y Nombres:	ACUNA AROMI JHON STEPHEN
D.N.I.:	74624543
Otro Documento:	
Nacionalidad:	PERUANO
Teléfono:	957700678
e-mail:	ACUNAJHON7@GMAIL.COM

**DATOS ACADÉMICOS**

**Pregrado**

Facultad:	FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
Programa Académico:	TESIS
Título Profesional otorgado:	INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

**Postgrado**

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

**Datos de trabajo de investigación**

Título:	DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y ALERTAS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD MEDIANTE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA PARA LA GESTIÓN DE INCIDENTES EN EL CENTRO DE DATOS DE UN HOSPITAL.
Fecha de Sustentación:	04 DE DICIEMBRE DE 2023
Calificación:	APROBADO POR UNANIMIDAD
Año de Publicación:	2024



### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo \_\_\_\_\_ No autorizo X

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	<b>info:eu-repo/semantics/openAccess</b> (Para documentos en acceso abierto)	( )

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	<b>info:eu-repo/semantics/restrictedAccess</b> (Para documentos restringidos)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/embargoedAccess</b> (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/closedAccess</b> (para documentos confidenciales)	<u>X</u>

(\*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

info: eu-repo/semantic/lockedAccess  
(para documentos restringidos)

Motivos de la elección del acceso restringido:

LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN SE BASAN EN LA  
EVALUACIÓN DE EQUIPOS DE ALTA CRITICIDAD EN UN DATA  
CENTER DE UN HOSPITAL PÚBLICO, SIENDO DICHO EQUIPO  
LOS QUE ALBERGAN INFORMACIÓN CONFIDENCIAL DE  
MILES DE PACIENTES.

ACUÑA ARONI JHON STEPHEN

APELLIDOS Y NOMBRES

74624543

DNI



Firma y huella:



Lima, 22 de febrero del 20 24



## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS

(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.untels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

### TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS (X)      2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ( )

### DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres:	Hernández Yatace, Jennyfer Rossemery
D.N.I.:	72194533
Otro Documento:	
Nacionalidad:	Peruana
Teléfono:	952789988
e-mail:	resshy10@hotmail.com

### DATOS ACADÉMICOS

#### Pregrado

Facultad:	Facultad de Ingeniería y gestión
Programa Académico:	Tesis
Título Profesional otorgado:	Ingeniero electrónico y Telecomunicaciones

#### Postgrado

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

### Datos de trabajo de investigación

Título:	"Desarrollo de un sistema de medición y alertas de temperatura y humedad mediante comunicación inalámbrica para la gestión de incidentes en el centro de datos de un hospital"
Fecha de Sustentación:	4 de diciembre de 2023
Calificación:	Aprobado por unanimidad
Año de Publicación:	2024



### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo \_\_\_\_\_ No autorizo X

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	<b>info:eu-repo/semantics/openAccess</b> (Para documentos en acceso abierto)	( )

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	<b>info:eu-repo/semantics/restrictedAccess</b> (Para documentos restringidos)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/embargoedAccess</b> (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/closedAccess</b> (para documentos confidenciales)	<u>X</u>

(\*) <http://renati.sunedu.gob.pe>

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

info: eu-vepo/semantics/closedAccess  
(para documentos confidenciales).

Motivos de la elección del acceso restringido:

LOS RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES DE BASAN EN  
LA EVALUACIÓN DE EQUIPOS DE ALTA CRÍTICIDAD EN UN DATA  
CENTER DE UN HOSPITAL PÚBLICO, SIENDO QUE DICHS  
EQUIPOS CONTIENEN INFORMACIÓN CONFIDENCIAL DE  
MILES DE PACIENTES; ES INFORMACIÓN CONFIDENCIAL.

Hernández Yataco Jennyfer Rossemery

APELLIDOS Y NOMBRES

72194533

DNI

Jennyfer  
Firma y huella:



Lima, 22 de febrero del 20 24

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y**  
**TELECOMUNICACIONES**



**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y ALERTAS DE  
TEMPERATURA Y HUMEDAD MEDIANTE COMUNICACIÓN  
INALÁMBRICA PARA LA GESTIÓN DE INCIDENTES EN EL CENTRO  
DE DATOS DE UN HOSPITAL”**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR LOS BACHILLERES**

ACUÑA ARONI, JHON STEPHEN  
ORCID: 0009-0007-7741-8519

HERNÁNDEZ YATACO, JENNYFER ROSSEMARY  
ORCID: 0009-0004-9112-3053

**ASESOR**

CLEMENTE ARENAS, MARK DONNY  
ORCID: 0000-0002-2806-1513

**Villa El Salvador**  
**2023**



**DECANATO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

En Villa El Salvador, siendo las  horas del día 4 de diciembre de 2023, en la Facultad de Ingeniería y Gestión, los miembros del Jurado Evaluador, integrado por:

PRESIDENTE: DR. JINMI GREGORY LEZAMA CALVO                      DNI N° 42294872                      C.I.P. N° 97712  
SECRETARIO: MG. JOSÉ AMBROSIO MACHUCA MINES                      DNI N° 10617156                      C.I.P. N° 158894  
VOCAL : MG. LUDWIG PASCUAL LÓPEZ HUAMÁN                      DNI N° 42415316                      C.I.P. N° 310375  
ASESOR : DR. MARK DONNY CLEMENTE ARENAS                      DNI N° 41962207                      C.I.P. N° 181400

Designados mediante Resolución de Decanato N° 328-2023-UNTELS-R-D de fecha 15 de agosto de 2023 quienes dan inicio a la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación de Tesis.

Acto seguido, el (la) aspirante al :    Grado de Bachiller        Título Profesional   

Don: JHON STEPHEN ACUÑA ARONI identificado con D.N.I. N° 74624543 y Doña: JENNYFER ROSSEMARY HERNÁNDEZ YATACO identificada con D.N.I. N° 72194533 procedieron a la Sustentación de:

Trabajo de investigación        Tesis        Trabajo de suficiencia        Artículo científico   

Titulada: **"DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y ALERTAS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD MEDIANTE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA PARA LA GESTIÓN DE INCIDENTES EN EL CENTRO DE DATOS DE UN HOSPITAL".**

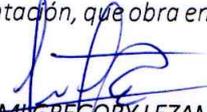
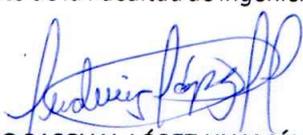
Aprobado mediante Resolución de Decanato N° 961-2023-UNTELS-R-D de fecha 27 de noviembre de 2023, de conformidad con las disposiciones del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales vigentes, sustentaron y absolvieron las interrogantes que le formularon los señores miembros del Jurado Evaluador.

Concluida la Sustentación se procedió a la evaluación y calificación correspondiente, resultando los aspirantes APROBADOS por UNANIMIDAD con la nota de: TRECE.....(letras)...13.. (números), de acuerdo al Art. 65° del Reglamento General para optar el Título Profesional.

CALIFICACIÓN		CONDICIÓN	EQUIVALENCIA
NÚMERO	LETRAS		
<u>13</u>	<u>TRECE</u>	<u>APROBADO POR UNANIMIDAD</u>	<u>BUENO</u>

Siendo las ..... horas del día 4 de diciembre de 2023, se dio por concluido el acto de sustentación, firmando el jurado evaluador el Acta de Sustentación, que obra en el Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión.

  
MG. JOSÉ AMBROSIO MACHUCA MINES  
SECRETARIO  
  
JHON STEPHEN ACUÑA ARONI  
BACHILLER

  
DR. JINMI GREGORY LEZAMA CALVO  
PRESIDENTE  
  
MG. LUDWIG PASCUAL LÓPEZ HUAMÁN  
VOCAL  
  
JENNYFER ROSSEMARY HERNÁNDEZ YATACO  
BACHILLER

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres, almas extraordinarias cuyo amor, apoyo y amistad han sido pilares fundamentales en nuestras vidas. Vuestra bondad, comprensión y presencia constante han iluminado nuestros caminos en los momentos más oscuros y han multiplicado la alegría en los momentos más felices.

Con gratitud y aprecio infinito, les dedicamos nuestro más profundo agradecimiento por estar siempre ahí, por vuestro inquebrantable apoyo y por ser los pilares de nuestra fortaleza.

Con cariño eterno.

Jhon A. & Jennyfer H.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas aquellas personas que han contribuido significativamente en la realización del presente trabajo de tesis.

En primer lugar, agradecemos sinceramente a nuestro asesor de tesis, el Dr. Clemente, por su orientación, su apoyo constante, y por brindarnos su sabiduría académica a lo largo de este proceso. Sus consejos y comentarios fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de esta tesis.

Asimismo, expresamos nuestra gratitud a nuestros revisores por su valioso aporte, orientación, revisiones y correcciones de nuestro trabajo durante la elaboración. Sus conocimientos y perspectivas fueron de gran relevancia para la configuración de la metodología de investigación.

Al equipo de TI del Hospital, por los permisos concedidos y su gentil apoyo para acceder al centro de datos e implementar la presente tesis.

No podemos dejar de mencionar el apoyo incondicional de nuestra familia. A nuestros padres y hermanos, les agradecemos por su paciencia, aliento y amor incondicional durante esta etapa académica.

Finalmente, a todos aquellos que, de una forma u otra, contribuyeron con sus conocimientos, tiempo y apoyo, les manifestamos nuestro más sincero reconocimiento.

Este trabajo no habría sido posible sin la ayuda y el estímulo brindado por cada uno de ustedes.

¡Muchas gracias!

## RESUMEN

La falta de monitoreo en tiempo real de los valores de temperatura y humedad de los equipos de TI instalados en el centro de datos aumenta los riesgos de fallos de los equipos y la interrupción de la continuidad operativa de los servicios de TI. A su vez, se presentan otros factores determinantes que afectan la situación del centro de datos; por ejemplo: el incorrecto funcionamiento del aire acondicionado, la obsolescencia tecnológica de los equipos TI, ausencia de soporte garantizado, discontinuación de equipos por parte del fabricante y los costos de mantenimientos elevados para equipos informáticos obsoletos. En conjunto, estos factores ocasionan interrupciones parciales o totales en los sistemas informáticos de la institución, lo cual genera un impacto negativo en la atención oportuna a los pacientes y en el desempeño eficiente del HNCH.

En el presente trabajo de tesis, enfocado en la investigación aplicada y en la especialidad de ingeniería electrónica y telecomunicaciones, se propone la adquisición de datos a través del uso de sensores digitales de temperatura y humedad mediante el uso de sensores digitales de temperatura y humedad. El procesamiento de datos se ejecutó en un Raspberry pi 3B+, utilizando el lenguaje de programación Python. Se desarrolló un asistente virtual con el propósito de facilitar la interacción entre el personal de TI y el sistema. La recepción de alertas y mediciones se realizó mediante un aplicativo de mensajería instantánea usando un dispositivo con tecnología 4GLTE. Los criterios de operación normal y del valor umbral de alerta del sistema desarrollado, se establecen con base en las recomendaciones y directrices de ASHRAE TC 9.9, estándar ANSI/TIA-942-B, Schneider Electric's Data Center Science Center y NTS N°119-MINSA/DGIEM-V01.

Con la implementación del sistema, se reducen las incidencias de TI en un 21,88 % y los tiempos de respuesta a incidentes del personal de TI en un 46,38%, lo que ha generado un impacto positivo en la gestión de incidentes, empleando una solución de menor costo en comparación con otras soluciones del mercado.

Palabras claves: centro de datos, medición, incidentes, asistente virtual.

## ABSTRACT

The objective of this study was to design and implement a wireless monitoring system capable of measuring temperature and humidity levels in a hospital data center, with the aim of effectively managing incidents related to information technology services. The research being conducted is of an applied nature, employing experimental methods. The procedure of data collecting involved the utilization of digital temperature and humidity sensors. The programming language employed for this purpose was Python, while the data processing was executed on a Raspberry Pi 3B+. A virtual assistant was created with the purpose of enhancing communication between IT personnel and the system that was constructed. The reception of notifications and measurements was facilitated through the utilization of an instant messaging application on a device equipped with 4G LTE technology. The specified parameters for proper operation and the alert threshold of the developed system are derived from the suggestions and guidelines provided by ASHRAE TC 9.9, standard ANSI/TIA-942-B, Schneider Electric's Data Center Science Center, and NTS N°119-MINSA/DGIEM-V01. In a sample of 100 measurements for temperature and humidity readings, an average relative error of 0.08% and 0.25% was observed for each respective parameter. Additionally, a reliability assessment was conducted to evaluate the alert threshold of the created system. The outcome yielded a failure rate of 3 failures per 100 samples. The current study yielded a reduction of 21.88% in the frequency of IT issues following the deployment of the system, accompanied by a decrease of 46.38% in the reaction times of IT staff subsequent to the system implementation. The development of a temperature and humidity measurement system with wireless communication alarms for a hospital data center has been successfully achieved, satisfying the predetermined design criteria.

Keywords: data center, measurement, incidents, virtual assistant

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
ÍNDICE.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABLAS.....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
1.1 Motivación.....	14
1.2 Estado del arte.....	14
1.3 Descripción del problema .....	15
1.4 Formulación del problema .....	21
1.4.1 Problema General .....	21
1.4.2 Problemas específicos.....	21
1.5 Objetivos de la Investigación.....	22
1.5.1 Objetivo General.....	22
1.5.2 Objetivos Específicos .....	22
1.6 Justificación del Problema .....	22
1.6.1 Justificación teórica .....	22
1.6.2 Justificación práctica.....	23
1.6.3 Justificación metodológica .....	23
1.6.4 Justificación social.....	23
1.6.5 Justificación económica.....	24
II. MARCO TEÓRICO .....	25
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	25
2.2 Bases Teóricas .....	27
2.2.1 Sensor.....	27
2.2.2 Sensores de humedad.....	27
2.2.3 Sensor DHT 22 .....	28
2.2.4 Raspberry PI 3B+.....	29
2.2.5 Phytón .....	31
2.2.6 BOT .....	31
2.2.7 Temperatura de bulbo seco .....	32
2.2.8 Humedad relativa.....	32
2.2.9 Valor umbral de activación de alarma: .....	32

2.2.10 Climatización .....	33
2.2.11 Aire acondicionado .....	34
2.2.12 Aire acondicionado de precisión.....	34
2.2.13 La diferencia entre el sistema de aire acondicionado de Precisión y el Confort. ....	34
2.2.14 Estándar .....	35
2.2.15 Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones .....	35
2.2.16 ANSI/TIA-942-B .....	35
2.2.17 ASHRAE TC9.9 .....	36
2.2.18 NTS N° 119-MINSA/DGIEM-V01 .....	36
2.2.19 Data Center .....	37
2.2.20 Gabinetes de comunicación .....	37
2.2.21 Clases de servidores:.....	38
2.2.22 Pasillos .....	39
2.2.23 Pasillos Fríos.....	39
2.2.24 Pasillos calientes .....	39
2.2.25 Redes inalámbricas .....	40
2.2.26 Operador inalámbrico .....	41
2.2.27 Bandas de Frecuencia .....	41
2.2.28 4G LTE .....	42
2.2.29 WIFI.....	43
2.2.30 Monitoreo.....	43
2.2.31 Incidente.....	43
2.2.32 Gestión de incidentes .....	43
2.2.33 Cantidad de incidentes .....	43
2.2.34 Tiempo de respuesta ante incidentes .....	44
2.2.35 Relación entre la gestión de incidentes con la cantidad de incidentes y tiempos de respuesta .....	44
III. METODOLOGÍA.....	45
3.1 Descripción de la metodología.....	45
3.2 Implementación de la investigación.....	46
3.2.1 Requerimientos de diseño.....	46
3.2.2 Selección de hardware y software: .....	56
3.2.3 Desarrollo del software.....	64
3.2.4 Instalación del sistema en sitio .....	107
3.2.5 Pruebas realizadas.....	119
3.2.6 Resultados.....	135
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	148
V. CONCLUSIONES.....	150
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	151
ANEXOS.....	155

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	<i>Sistema interior del aire acondicionado de pared del centro de datos ...</i>	19
<b>Figura 2</b>	<i>Ranuras de refrigeración del aire acondicionado de techo. ....</i>	20
<b>Figura 3</b>	<i>Sensor capacitivo de humedad.....</i>	28
<b>Figura 4</b>	<i>Dimensiones del sensor DHT22 – vista frontal.....</i>	29
<b>Figura 5</b>	<i>Estructura física del Raspberry Pi 3 B+.....</i>	30
<b>Figura 6</b>	<i>Pines GPIO de la tarjeta Raspberry Pi 3B+.....</i>	30
<b>Figura 7</b>	<i>Numeración física y lógica GPIO del Raspberry Pi 3B+.....</i>	31
<b>Figura 8</b>	<i>Comportamiento de la gráfica de valor umbral de alarma.....</i>	32
<b>Figura 9</b>	<i>Estándar ANSI/TIA.....</i>	35
<b>Figura 10</b>	<i>Gabinete de comunicación de 42UR.....</i>	38
<b>Figura 11</b>	<i>Clases de servidores ASHRAE y sus parámetros ambientales.....</i>	39
<b>Figura 12</b>	<i>Pasillos calientes.....</i>	40
<b>Figura 13</b>	<i>Clasificación de redes inalámbricas.....</i>	41
<b>Figura 14</b>	<i>Bandas de las operadoras en Perú.....</i>	41
<b>Figura 15</b>	<i>4G LTE.....</i>	42
<b>Figura 16</b>	<i>Diagrama de bloques de las etapas de la metodología.....</i>	45
<b>Figura 17</b>	<i>Temperatura mínima y máxima registrada en SMP durante 2023.....</i>	49
<b>Figura 18</b>	<i>Valores mínimos y máximos de temperatura general.....</i>	50
<b>Figura 19</b>	<i>Pronóstico del tiempo con humedad relativa más alta.....</i>	51
<b>Figura 20</b>	<i>Valores mínimos y máximos de humedad.....</i>	51
<b>Figura 21</b>	<i>Valores mínimos y máximos de temperatura para pasillos fríos.....</i>	53
<b>Figura 22</b>	<i>Valores mínimos y máximos de humedad.....</i>	54
<b>Figura 23</b>	<i>Diagrama de bloques de las etapas del sistema.....</i>	56
<b>Figura 24</b>	<i>Proceso de comunicación del DHT22.....</i>	59
<b>Figura 25</b>	<i>Diagrama de flujo general.....</i>	65
<b>Figura 26</b>	<i>Diagrama de flujo de operación del algoritmo.....</i>	66
<b>Figura 27</b>	<i>Implementación de librerías del sistema desarrollado.....</i>	67
<b>Figura 28</b>	<i>Creación de listas de temperatura y humedad para nueve sensores....</i>	68
<b>Figura 29</b>	<i>Creación de lista de tiempo para alertas consecutivas.....</i>	69
<b>Figura 30</b>	<i>Salidas del Raspberry pi.....</i>	69
<b>Figura 31</b>	<i>Creación de hojas de Excel.....</i>	70
<b>Figura 32</b>	<i>Creación del asistente virtual de Telegram.....</i>	71

<b>Figura 33</b>	<i>Creación del grupo de Telegram “Prueba Tesis”</i>	71
<b>Figura 34</b>	<i>Listas de temperatura y humedad de 240 valores</i>	72
<b>Figura 35</b>	<i>Listas de temperatura y humedad menores de 240 valores</i>	72
<b>Figura 36</b>	<i>Declaración de la librería del sensor DHT22</i>	73
<b>Figura 37</b>	<i>Condiciones para generar una alerta en el pasillo frío</i>	74
<b>Figura 38</b>	<i>Elementos asociados a una alerta de temperatura del pasillo frío</i>	75
<b>Figura 39</b>	<i>Elementos asociados a una alerta de humedad del pasillo frío</i>	76
<b>Figura 40</b>	<i>Elementos asociados a una alerta de temperatura del pasillo caliente</i>	76
<b>Figura 41</b>	<i>Elementos asociados a una alerta de temperatura del pasillo caliente</i>	77
<b>Figura 42</b>	<i>Encabezado del reporte de registros de pasillo frío</i>	79
<b>Figura 43</b>	<i>Registro del tiempo en la tabla del reporte de pasillo frío</i>	79
<b>Figura 44</b>	<i>Registro de las mediciones del sensor GA-SF1</i>	80
<b>Figura 45</b>	<i>Registro de las mediciones del sensor GD-SF1</i>	80
<b>Figura 46</b>	<i>Valores del rango para creación de las gráficas de pasillo frío</i>	81
<b>Figura 47</b>	<i>Temperatura, humedad y tiempo para gráfica de pasillo frío</i>	82
<b>Figura 48</b>	<i>Encabezado del reporte de gráficas de pasillo frío</i>	82
<b>Figura 49</b>	<i>Encabezado de la tabla del reporte de gráficas de pasillo frío</i>	83
<b>Figura 50</b>	<i>Registro del tiempo en la tabla del reporte de gráficas de pasillo frío</i>	84
<b>Figura 51</b>	<i>Creación de gráficos para sensores GA-SF1 y GD-SF1</i>	84
<b>Figura 52</b>	<i>Gráfica de valores de temperatura y humedad del sensor GA-SF1</i>	85
<b>Figura 53</b>	<i>Gráfica de valores de temperatura y humedad del sensor GD-SF1</i>	85
<b>Figura 54</b>	<i>Valores de hora, tiempo y humedad para las gráficas de pasillo frío</i>	86
<b>Figura 55</b>	<i>Gráficos de temperatura y humedad para los sensores del pasillo frío</i>	87
<b>Figura 56</b>	<i>Encabezado del reporte de gráficas de pasillo caliente</i>	88
<b>Figura 57</b>	<i>Encabezado de la tabla del reporte de gráficas de pasillo caliente</i>	89
<b>Figura 58</b>	<i>Registro del tiempo en la tabla del reporte de pasillo caliente</i>	89
<b>Figura 59</b>	<i>Registro de las mediciones del sensor GA-SP1 y GB-SP1</i>	90
<b>Figura 60</b>	<i>Registro de las mediciones sensores GC-SP1, GC-SP2 y GC-SP3</i>	91
<b>Figura 61</b>	<i>Registro de las mediciones del sensor GD-SP1 y GD-SP2</i>	91
<b>Figura 62</b>	<i>Listas para creación de gráficas de pasillo caliente</i>	92
<b>Figura 63</b>	<i>Creación del reporte de gráficas de pasillo caliente</i>	93
<b>Figura 64</b>	<i>Librerías para la creación de gráficas del pasillo caliente</i>	94
<b>Figura 65</b>	<i>Parámetros para creación de gráficas del pasillo caliente</i>	95
<b>Figura 66</b>	<i>Escala para creación de graficas de pasillo caliente</i>	96

<b>Figura 67</b>	<i>Posición en hoja de cálculo para gráficas de pasillo caliente</i>	97
<b>Figura 68</b>	<i>Creación de reporte de alertas</i>	97
<b>Figura 69</b>	<i>Lista de valores del registro de alertas</i>	98
<b>Figura 70</b>	<i>Valores del registro de alerta</i>	98
<b>Figura 71</b>	<i>Reporte de incidencias</i>	99
<b>Figura 72</b>	<i>Elementos asociados a una alerta de temperatura del pasillo caliente</i>	99
<b>Figura 73</b>	<i>Interacción con el BOT-reportes</i>	100
<b>Figura 74</b>	<i>Interacción con el BOT- saludo</i>	101
<b>Figura 75</b>	<i>Interacción con el BOT- información</i>	102
<b>Figura 76</b>	<i>Interacción con el BOT-sensores</i>	102
<b>Figura 77</b>	<i>Interacción con el BOT- pausa de alertas</i>	103
<b>Figura 78</b>	<i>Interacción con el BOT- reanudación de alertas</i>	103
<b>Figura 79</b>	<i>Interacción con el BOT- otras órdenes</i>	104
<b>Figura 80</b>	<i>Configuración de pines</i>	104
<b>Figura 81</b>	<i>Bucles y monitoreo de sensores</i>	105
<b>Figura 82</b>	<i>Lógica de control de alertas</i>	106
<b>Figura 83</b>	<i>Intervalos de tiempos</i>	107
<b>Figura 84</b>	<i>Dimensiones físicas del centro de datos</i>	108
<b>Figura 85</b>	<i>Distribución interior del centro de datos</i>	109
<b>Figura 86</b>	<i>Gabinets del hospital</i>	109
<b>Figura 87</b>	<i>Flujos de aire en pasillo frío y pasillo caliente</i>	110
<b>Figura 88</b>	<i>Nomenclatura de los sensores instalados</i>	111
<b>Figura 89</b>	<i>Rotulado de los sensores</i>	111
<b>Figura 90</b>	<i>Detalles de diseño de instalación del Raspberry</i>	112
<b>Figura 91</b>	<i>Cálculo de distancia máxima del cableado</i>	113
<b>Figura 92</b>	<i>Detalle de instalación preliminar de los sensores</i>	114
<b>Figura 93</b>	<i>Instalación de sensores en sitio</i>	114
<b>Figura 94</b>	<i>Cobertura 4G LTE BITEL en el Hospital</i>	115
<b>Figura 95</b>	<i>Cobertura 4G LTE CLARO en el Hospital</i>	116
<b>Figura 96</b>	<i>Cobertura 4G LTE MOVISTAR en el Hospital</i>	116
<b>Figura 97</b>	<i>Cobertura 4G LTE ENTEL en el Hospital</i>	117
<b>Figura 98</b>	<i>Diseño esquemático de instalación del sistema</i>	118
<b>Figura 99</b>	<i>Diseño de instalación integral del sistema en el centro de datos</i>	118
<b>Figura 100</b>	<i>Mediciones con el sistema implementado y el termómetro CONTEC</i>	119

<b>Figura 101</b> <i>Medición de humedad del ambiente con DHT11 y DHT22</i> .....	123
<b>Figura 102</b> <i>Circuito del sistema diseñado</i> .....	137
<b>Figura 103</b> <i>Cantidad de incidentes en el centro de datos</i> .....	140
<b>Figura 104</b> <i>Línea de tendencia de incidentes en el centro de datos</i> .....	141
<b>Figura 105</b> <i>Tiempo de respuesta a incidentes</i> .....	145
<b>Figura 106</b> <i>Línea de tendencia de incidentes en el centro de datos</i> .....	146

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Incidentes de TI quincenales ocurridos en el centro de datos del HNCH.</i>	17
<b>Tabla 2</b>	Diferencia de aire acondicionado de confort y precisión .....	34
<b>Tabla 3</b>	<i>Valores de temperatura y humedad según ASHRAE TC 9.9.</i> .....	36
<b>Tabla 4</b>	<i>Valores de temperatura y humedad recomendados por la NTS.</i> .....	37
<b>Tabla 5</b>	<i>Bandas de frecuencia</i> .....	42
<b>Tabla 6</b>	<i>Lista de requerimientos de diseño del sistema</i> .....	47
<b>Tabla 7</b>	<i>Comparación de sensores DHT11 y DHT22.</i> .....	57
<b>Tabla 8</b>	<i>Arduino vs Raspberry Pi 3B+</i> .....	60
<b>Tabla 9</b>	<i>Selección del lenguaje de programación</i> .....	61
<b>Tabla 10</b>	<i>Selección del dispositivo de transmisión de datos.</i> .....	63
<b>Tabla 11</b>	<i>Prueba de medición de la temperatura</i> .....	120
<b>Tabla 12</b>	<i>Cálculo de la media aritmética y la moda de las pruebas realizadas.</i> ..	122
<b>Tabla 13</b>	<i>Prueba 100 mediciones de la humedad.</i> .....	124
<b>Tabla 14</b>	<i>Cálculo de la media aritmética y la moda de las pruebas realizadas.</i> ..	126
<b>Tabla 15</b>	<i>Pruebas de precisión del sistema</i> .....	127
<b>Tabla 16</b>	<i>Pruebas de precisión del sistema</i> .....	130
<b>Tabla 17</b>	<i>Prueba de confiabilidad del valor de umbral de alerta del sistema</i> .....	133
<b>Tabla 18</b>	<i>Especificaciones de diseño del sistema</i> .....	136
<b>Tabla 19</b>	<i>Comparación de precios con marca del mercado.</i> .....	138
<b>Tabla 20</b>	<i>Incidentes informáticos quincenales ocurridos en el centro de datos</i> ..	139
<b>Tabla 21</b>	<i>Tiempos de respuesta del personal ante incidentes informáticos</i> .....	142
<b>Tabla 22</b>	<i>Tiempo de respuesta a incidentes antes de la implementación</i> .....	144
<b>Tabla 23</b>	<i>Tiempo de respuesta a incidentes después de la implementación.</i> .....	145