

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS COMPUTACIONALES

DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE MEDICIÓN DE  
TEMPERATURA PARA LA EMPRESA SIGCSA UTILIZANDO  
TECNOLOGÍA ARDUINO

JOSE FERNANDO MORALES DE LEÓN

M.Sc. DORIS ELENA GUTIÉRREZ ROSALES

2018

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS COMPUTACIONALES

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE MEDICIÓN DE  
TEMPERATURA PARA LA EMPRESA SIGCSA UTILIZANDO  
TECNOLOGÍA ARDUINO

ASESORA

M.Sc. DORIS ELENA GUTIÉRREZ ROSALES

JOSE FERNANDO MORALES DE LEÓN

TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE

LICENCIADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

2018

*Dedico esto a mi familia, especialmente a mi abuela Emma De León Cabrera,  
gracias por su apoyo incondicional.*

# Agradecimientos

Agradezco a Dios y a mi madre.

# Resumen

La presente tesis presenta el diseño y desarrollo de un prototipo para la captura de medidas de temperatura. El proyecto busca reemplazar la actividad de capturar de datos por una persona y dejarle el trabajo meramente al dispositivo y su aplicación. La propuesta fue desarrollada luego de realizar una investigación del proceso actual que ejecuta la empresa Soluciones Integrales en Gestión de Calidad, S.A (SIGCSA) para la caracterización de medios isotermos, los estándares implementados en dicho proceso y recomendaciones del personal de la empresa. El resultado final de este trabajo permitirá al personal de SIGCSA realizar otros labores; mientras su teléfono capturará las mediciones de temperaturas de los equipos a caracterizar, disminuyendo el tiempo de servicio técnico manteniendo la calidad de servicio a sus clientes.

**Palabras Claves:** *prototipo, caracterización, medios isotermos; mediciones de temperatura*

# Índice general

<b>Lista de Figuras</b>	<b>IX</b>
<b>1 Marco Teórico</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes . . . . .	1
1.2 Caracterización de la Problemática . . . . .	2
1.3 Justificación . . . . .	2
1.4 Objetivos . . . . .	2
1.4.1 Objetivo General . . . . .	2
1.4.2 Objetivos Específicos . . . . .	2
1.5 Introducción . . . . .	3
1.6 Tecnología Existente . . . . .	4
1.6.1 Teléfono Inteligente . . . . .	4
1.6.2 Android . . . . .	6
1.6.3 Arduino . . . . .	7
1.6.4 Sensores en General . . . . .	15
1.6.5 Impresión 3D . . . . .	21
1.7 Calibración . . . . .	25
1.7.1 ¿Qué es Calibración? . . . . .	25

1.7.2	¿Qué es Calibración de Temperatura? . . . . .	26
1.8	Normas de Calidad . . . . .	29
1.8.1	ISO 9000:2015 . . . . .	30
1.8.2	ISO 17025:2005 . . . . .	30
<b>2</b>	<b>Análisis de Procesos</b>	<b>36</b>
2.1	Proceso Operativo SIGCSA-PO-25 . . . . .	36
2.1.1	Alcance . . . . .	36
2.1.2	Análisis . . . . .	38
2.2	Proceso Operativo SIGCSA-PO-14 . . . . .	40
2.2.1	Alcance . . . . .	40
2.2.2	Disposiciones Generales . . . . .	40
2.2.3	Análisis . . . . .	41
<b>3</b>	<b>Diseño y Desarrollo del Prototipo</b>	<b>43</b>
3.1	Prototipo del Circuito . . . . .	44
3.1.1	Selección de Componentes . . . . .	44
3.1.2	Pruebas Individuales de Componentes con Arduino . . . . .	46
3.2	Desarrollo de Firmware . . . . .	62
3.3	Desarrollo de Aplicación en Android . . . . .	69
3.3.1	Interfaz de la Aplicación . . . . .	70
3.3.2	Funciones de la Aplicación . . . . .	82
3.3.3	Servicios en Segundo Plano . . . . .	88
3.3.4	Base de Datos SQLite . . . . .	92
3.4	Diseño Estético del Prototipo . . . . .	93

---

3.4.1	Dimensiones del Prototipo . . . . .	93
3.4.2	Diseño Tridimensional del Armazón . . . . .	95
3.4.3	Ensamblaje Final . . . . .	103
<b>4</b>	<b>Evaluación y Resultados</b>	<b>106</b>
4.1	Resultados . . . . .	106
4.1.1	Resultados obtenidos por el prototipo a -10.00 C . . . . .	107
4.1.2	Resultados obtenidos por el prototipo a 0.00 C . . . . .	108
4.1.3	Resultados obtenidos por el prototipo a 10.00 C . . . . .	109
4.1.4	Resultados obtenidos por el prototipo a 30.00 C . . . . .	110
4.1.5	Resultados obtenidos por el prototipo a 50.00 C . . . . .	111
4.2	Conclusiones . . . . .	113
4.3	Recomendaciones . . . . .	114
<b>Anexo 1</b>		<b>118</b>
<b>Anexo 2</b>		<b>149</b>
<b>Anexo 3</b>		<b>157</b>
<b>Anexo 4</b>		<b>175</b>

# Listas de Figuras

1.1	Smartphones con los Sistemas Operativos iOS, Android y Windows Phone, respectivamente . . . . .	5
1.2	Diseño preliminar para el logo de Android (Izquierda) y el logo oficial (Derecha) . . . . .	6
1.3	Logo Oficial de Arduino . . . . .	7
1.4	Placa Arduino Uno . . . . .	8
1.5	Placa Arduino Nano . . . . .	8
1.6	Ejemplo de Resistor y Simbología . . . . .	9
1.7	Ejemplo de Capacitor y Simbología . . . . .	9
1.8	Ejemplo de Inductor y Simbología . . . . .	10
1.9	Placa HC-05 Modelo ZS-040 . . . . .	11
1.10	Placa nRF24L01+ . . . . .	12
1.11	Pantalla LCM-1602, junto con IC para mejor integración con Arduino.	13
1.12	LCD Nokia 5110 con placa para una mejor integración con Arduino.	14
1.13	ILI9341 de 2.8 pulgadas con placa para mejor integración con Arduino. . . . .	14
1.14	Ejemplos de diferentes tipos de termómetros . . . . .	16
1.15	Ejemplo de termómetro de lámina bimetálica . . . . .	18
1.16	Ejemplo de termómetro de gas . . . . .	18

1.17 Sensor DS18B20 estilo sonda . . . . .	20
1.18 Sensor DHT11 en placa . . . . .	20
1.19 Ciclo del Prototipado Rapido . . . . .	22
1.20 Principales Técnicas Comerciales de Impresion 3D . . . . .	23
1.21 Impresora FDM: MP Select Mini V2 de Monoprice. . . . .	23
1.22 Impresora SLA: Form2 de Formlabs. . . . .	24
1.23 Impresora DLP: LCD Photon de Anycubic. . . . .	24
1.24 Bloque de baño seco (Izquierda) y termómetro de referencia utilizado en SIGCSA (Derecha) . . . . .	28
1.25 Celdas de punto fijo ITS-90 y Fluke Supertermómetro 1594A, ambos utilizados para calibraciones de estándares primarios. . . . .	29
2.1 Medio isotermo 1, capacidad de 50L a 2100L . . . . .	37
2.2 Medio isotermo 2, capacidad de 2L a 49L . . . . .	37
2.3 Diagrama de flujo del proceso operativo SIGCSA-PO-25 . . . . .	39
2.4 Diagrama de Flujo del proceso operativo SIGCSA-PO-14 . . . . .	42
3.1 Conexión Sencilla entre Arduino Nano y Sensor de Temperatura DS18B20 . . . . .	46
3.2 Terminal de Windows visualizando temperatura capturada por sensor DS18B20, a través de comunicación serial. . . . .	48
3.3 Conexión entre Arduino y LCD ILI9341, utilizando resistencias de 10K en serie. . . . .	49
3.4 Ejemplo de cómo conectar el módulo nRF24L01+ con un Arduino nano. . . . .	54
3.5 Resultado del código 4.3, dos Arduino comunicándose de manera bilateral utilizando los módulos nRF24L01+. . . . .	58
3.6 Conexión de Arduino y HC-05 . . . . .	59

3.7 Resultado del código ejemplo 4.4, utilizando la aplicación "Bluetooth Terminal" en Android. . . . .	60
3.8 Versión 1.1 del Circuito del Prototipo de Medición de Temperatura. . . . .	61
3.9 Animación de inicio de la aplicación; también conocido como "Splash Screen" . . . . .	70
3.10 Interfaz de la actividad principal . . . . .	71
3.11 Interfaz del Fragmento Recientes en la aplicación y durante el diseño . . . . .	72
3.12 Diseño de interfaz para "ListView" del fragmento recientes y registros . . . . .	73
3.13 Interfaz del Fragmento Añadir en la aplicación y durante el diseño, parte 1 . . . . .	74
3.14 Interfaz del Fragmento Añadir en la aplicación y durante el diseño, parte 2 . . . . .	75
3.15 Dependiendo de la opción seleccionada, se ajustan los textos en la sección de "Estado del Sistema" . . . . .	76
3.16 Interfaz y diseño del fragmento registros . . . . .	77
3.17 Cuadro de selección de fechas y resultados del fragmento registros dependiendo de la fecha . . . . .	77
3.18 Interfaz y diseño de la actividad bluetooth . . . . .	79
3.19 Interfaz y diseño de la actividad detalle . . . . .	80
3.20 Interfaz y diseño de la actividad detalle . . . . .	81
3.21 Pasos para establecer conexión con el prototipo . . . . .	83
3.22 Mensaje enviado al usuario por perdida de conexión con el prototipo . . . . .	83
3.23 Validación Antes de Iniciar un Nuevo Ensayo . . . . .	84
3.24 Proceso una vez pulsado el botón "INICIAR ENSAYO" . . . . .	85
3.25 Proceso para consultar temperatura de una respectiva sonda en un ensayo . . . . .	86

3.26 Proceso para consultar temperatura de una respectiva sonda en un ensayo en un intervalo de fechas . . . . .	87
3.27 Estructura de la Base de Datos . . . . .	92
3.28 Dibujo y dimensiones de la placa o circuito impreso . . . . .	93
3.29 Dibujo y dimensiones de la pantalla LCD y su placa . . . . .	94
3.30 Prototipo ensamblado, base para el diseño del armazón . . . . .	94
3.31 Diseño Digital del prototipo (pantalla y circuito impreso) . . . . .	95
3.32 Dibujo del Area del Molde Superior . . . . .	96
3.33 Dibujo detallado de la pantalla LCD . . . . .	96
3.34 Dibujo del Area y bordes del circuito impreso o placa . . . . .	97
3.35 Dibujo de circunferencias para el uso de tornillos en el molde . . .	97
3.36 Proceso del Diseño del Molde Superior Parte 1 . . . . .	98
3.37 Proceso del Diseño del Molde Superior Parte 1 . . . . .	99
3.38 Diseño del molde superior finalizado . . . . .	100
3.39 Proceso del diseño del molde inferior parte 1 . . . . .	101
3.40 Proceso del diseño del molde inferior parte 2 . . . . .	101
3.41 Diseño del molde inferior finalizado . . . . .	102
3.42 Diseño del final del armazón . . . . .	102
3.43 Impresora 3D en el proceso de impresión del armazón . . . . .	103
3.44 Armazón del prototipo hecho por una impresora 3D . . . . .	103
3.45 Circuito Impreso Antes y Despues de soldar sus componentes . . .	104
3.46 Proceso del ensamblaje del prototipo de medición de temperatura	104
3.47 Prototipo de medición de temperatura completo en su versión 1.0	105

4.1	Tabla de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a -10.00 C . . . . .	107
4.2	Gráfica de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a -10.00 C . . . . .	107
4.3	Tabla de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a 0.00 C . . . . .	108
4.4	Grafica de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a 0.00 C . . . . .	108
4.5	Tabla de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a 10.00 C . . . . .	109
4.6	Grafico de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a 10.00 C . . . . .	109
4.7	Tabla de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a 30.00 C . . . . .	110
4.8	Grafica de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a 30.00 C . . . . .	110
4.9	Tabla de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a 30.00 C . . . . .	111
4.10	Grafica de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a 30.00 C . . . . .	111

# Capítulo 1

## Marco Teórico

### 1.1 Antecedentes

En este trabajo se presenta la propuesta para desarrollar un sistema de termómetros inteligentes para la empresa Soluciones Integrales en Gestión de Calidad S.A (SIGCSA), que ayude con tareas operativas de la organización, con el fin de optar por tal título de Licenciatura en Ingeniería en Sistemas y Computación. Para ello mezclarán (utilizarán) las disciplinas de la electrónica, estadística, ingeniería e informática para crear un producto que brinde un valor agregado a la compañía.

SIGCSA es una organización con más de 10 años en el mercado, brindando servicios de metrología y mantenimiento de equipos de laboratorios y bancos de sangre. Con más de 40 clientes a nivel nacional en el sector público y privado [1].

La visión de SIGCSA es “Empresa líder certificada, reconocida nacional e internacionalmente en implementar programas de gestión de calidad en equipos de laboratorios ”[1].

Su misión es “Implementar un programa de gestión de calidad para equipos de laboratorio, a través de la atención personalizada, profesional y confidencial que le garantizará a nuestros clientes el cumplimiento de las normativas de calidad ”[1].

SIGCSA trabaja para toda la República de Panamá ofreciendo servicios para todos los laboratorios clínicos y hospitalares.

## 1.2 Caracterización de la Problemática

La empresa SIGCSA actualmente en su proceso operativo SIGCSA-PO-25 para la caracterización de medios isotermos (equipos o instrumentos diseñados para mantener una temperatura controlada), cuenta con termómetros calibrados de la marca Traceable, los mismos utilizan una sonda que es colocada en áreas de los equipos para obtener la temperatura en dichas áreas. Se utilizan de cuatro a nueve termómetros por equipo y durante este proceso la persona encargada debe registrar 10 datos de cada sensor a intervalos de 5 minutos.

Ante lo anterior expuesto se puede observar el problema que se tiene al medir los diferentes equipos, debido al tiempo que el mismo requiere por parte de cada trabajador, además de la existencia de posibles errores (error humano) al momento de captar la información.

## 1.3 Justificación

Este procedimiento de registrar valores, es la perfecta oportunidad de combinar hardware y software para automatizar el proceso. La solución propuesta permitiría que los colaboradores de SIGCSA, dejen el trabajo en manos de la tecnología y así dedicar su tiempo a otras actividades.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo General

- Diseñar y Desarrollar un prototipo de termómetro inteligente utilizando tecnología Arduino que permita el registro de medidas de temperatura de manera automatizada e inalámbrica, que cumpla con los estándares de medición de temperatura que solicita la compañía SIGCSA.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar las diversas tecnologías con el fin de seleccionar aquellas que se ajusten al proceso realizado por la compañía SIGCSA.

- Diseñar el circuito que permita la integración de las diferentes tecnologías con el fin de desarrollar el prototipo de termómetro inteligente.
- Diseñar una aplicación móvil que cumpla con los parámetros de usabilidad y permita capturar los datos recolectados por multiples prototipos desarrollados de manera simultanea.
- Evaluar el prototipo desarrollado.

## 1.5 Introducción

De las muchas herramientas e instrumentos para el examen clínico, ninguno ha tenido aplicación tan extendida como el termómetro. En el tiempo de Hipócrates, solo la mano fue utilizado para detectar el calor o el frío del humano cuerpo, aunque la fiebre y los escalofríos eran conocidos como signos de procesos mórbidos. En la medicina alejandrina, el pulso se observó como un índice de enfermedad, reemplazando la evaluación cruda de la temperatura. En la Edad Media, los cuatro humores fueron asignados cualidades de calor, frío, seco y húmedo, y por lo tanto fiebre de nuevo adquirió importancia.[38]

Con el paso de los años inventores como Galileo Galilei fueron creando prototipos para una medición de la temperatura; sin embargo, muchos de estos prototipos no poseían una escala de temperatura definida. En el año 1665 Christian Huygens agregó una escala de temperatura extendiéndose desde el punto de congelación hasta el punto de ebullición del agua, la escala era el sistema centígrado original.[38]

Luego Gabriel Daniel Fahrenheit diseño una nueva escala de temperatura basada en la escala de temperatura del astrónomo danes Ole Romer. Fahrenheit descubrió que el mercurio era más útil que el agua para medir la temperatura; ya que se expandía y se contraía a los cambios de temperatura rápidamente. A pesar de la época, siglo XVIII, Fahrenheit fabricaba termómetros muy precisos y que variaban muy poco sus mediciones entre ellos.[38]

Los termómetros elaborados por Fahrenheit fueron adoptados por los ingleses y su escala de temperatura era el estándar durante la época colonial, siglo XIX y XX, pero En 1742, el astrónomo sueco Anders Celsius re introdujo la escala centígrada en práctica, pero a pesar de las mejoras en el diseño del termómetro, su uso permaneció en gran parte descuidado hasta fines del siglo XIX. Donde científicos encontraron más conveniente la escala de temperatura Celsius donde su punto de fusión y ebullición del agua son 0 y 100 grados; en vez de 32 y 212 respectivamente.[38]

Sin embargo el tamaño de los termómetros seguían siendo una gran desventaja, el mercurio al ser ingerido o inhalado por un ser humano es tóxico. Por lo que se dieron avances para reemplazar el mercurio como sensor de temperatura y fabricar termómetros más compactos y más precisos. Entre los avances recientes en el diseño del termómetro incluyen digital, electrónico directo y predictivo, infrarrojo termómetros de oído, y matriz de puntos o cambio de fase termómetros. Pero ninguno es completamente libre de problemas.[38]

Teniendo en cuenta toda la historia del termómetro. Se debe investigar los elementos que se utilizaron para la elaboración de un termómetro; manteniendo las características de ser una herramienta portátil y que obtenga lecturas de temperatura de manera precisa y rápida.

## 1.6 Tecnología Existente

En esta sección se investigará sobre las tecnologías a nuestro alcance en el campo de la electrónica, desarrollo de software y diseño digital para el desarrollo del arquetipo de termómetro. Se empezó por el área de desarrollo de software, específicamente en el desarrollo de software móvil es decir software para teléfonos inteligentes.

### 1.6.1 Teléfono Inteligente

El teléfono inteligente (smartphone en inglés) es un tipo de computador de bolsillo que combina los elementos de una computadora con los de un teléfono celular; sobre una plataforma informática móvil, con mayor capacidad de almacenar datos y realizar actividades y con una mayor conectividad que un teléfono móvil convencional. El término inteligente, que se utiliza con fines comerciales, hace referencia a la capacidad de usarse como un computador de bolsillo, y llega incluso a reemplazar a una computadora personal en algunos casos[2].

Entre otros características comunes de los teléfonos inteligentes están:[2]

- La función multitarea;
- El acceso a Internet vía WiFi o redes 2G, 3G o 4G;
- La función multimedia (cámara y reproductor de videos/mp3);
- Los programas de agenda y administración de contactos;

- Acelerómetros, GPS y algunos programas de navegación;
- La función de leer documentos de negocios en variedad de formatos como PDF y Microsoft Office

Los sistemas operativos móviles más frecuentes utilizados por los teléfonos inteligentes, como se pueden observar en la figura 1.1, son:[2]

- Android, desarrollado por Google;
- iOS, desarrollado por Apple;
- Windows 10, desarrollada por Microsoft



Figura. 1.1: Smartphones con los Sistemas Operativos iOS, Android y Windows Phone, respectivamente

En el trabajo se desarrolló para el prototipo, una aplicación en el sistema operativo móvil Android, debido a su popularidad en el mercado y su vasta documentación para desarrollar aplicaciones.

### 1.6.2 Android

Android es un sistema operativo basado en el núcleo Linux. Fue diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil, como teléfonos inteligentes, tablets o teléfonos; y también para relojes inteligentes, televisores y automóviles. Inicialmente fue desarrollado por Android Inc. la cual fue fundado en 2003 por Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears y Chris White con el objetivo de desarrollar “dispositivos móviles que están al corriente de la ubicación y preferencias del usuario ”[3]. En un principio la intención era desarrollar un sistema operativo avanzado para cámaras digitales, pero más tarde se cambió el foco al determinar que el mercado de las cámaras digitales no era lo suficientemente grande. Se redirigirían los esfuerzos a crear un sistema que pudiera competir con Symbian y Windows Mobile[4]. La versión básica de Android es conocida como Android Open Source Project (AOSP)[3]. A continuación, una imagen de la evolución del logo de Android.

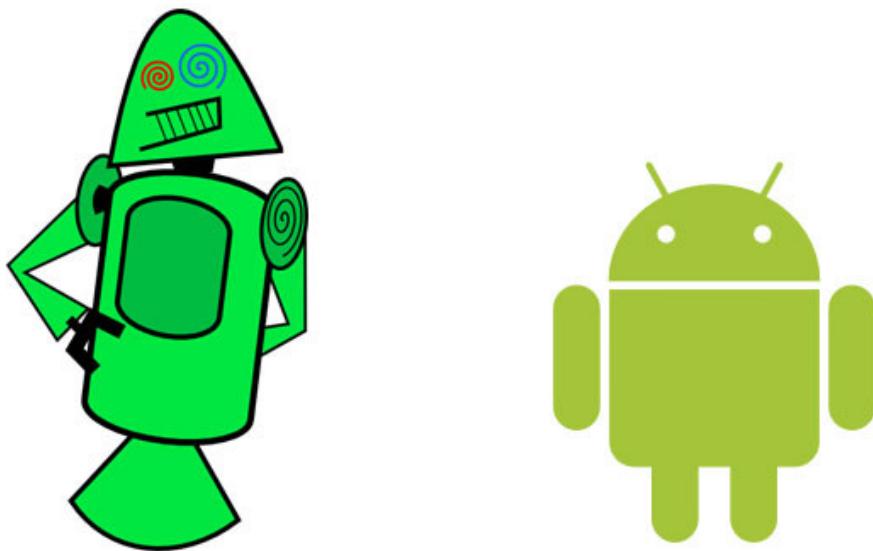


Figura. 1.2: Diseño preliminar para el logo de Android (Izquierda) y el logo oficial (Derecha)

A partir del año 2011 Google ha ido actualizando la versión de Android, todos los años. Hoy en día la última versión de Android es “Android 8.0 Oreo ”. Sin embargo, la versión de Android con más dispositivo o smartphones, en uso actualmente, es Android 5.0 Lollipop, la cual será presentada a continuación.

A continuación se verán las tecnologías que se aplicarán en el área de electrónica.

### 1.6.3 Arduino

Arduino nació en el Ivrea Interaction Design Institute como una herramienta fácil para el prototipado rápido, dirigido a estudiantes sin experiencia en electrónica y programación. Tan pronto como llegó a una comunidad más amplia, la placa Arduino comenzó a cambiar para adaptarse a las nuevas necesidades y desafíos, diferenciando su oferta de simples placas de 8 bits para productos para aplicaciones IoT, wearable, impresión 3D y entornos integrados. Todos los tableros Arduino son completamente de código abierto, lo que permite a los usuarios construirlos de forma independiente y eventualmente adaptarlos a sus necesidades particulares. El software también es de código abierto y está creciendo a través de las contribuciones de los usuarios en todo el mundo[6].



Figura. 1.3: Logo Oficial de Arduino

Arduino es una plataforma de electrónica de código abierto basada en hardware y software fácil de usar. Las placas Arduino pueden leer entradas (luz en un sensor, un dedo en un botón o un mensaje de Twitter) y convertirlo en una salida, activar un motor, encender un LED y publicar algo en línea. Puede decirle a su placa qué hacer enviando un conjunto de instrucciones al microcontrolador en la placa. Para hacerlo, utiliza el lenguaje de programación Arduino (basado en “Wiring”) y el software Arduino (IDE), basado en “Processing ”[6].

Con los años, Arduino ha sido el cerebro de miles de proyectos, desde objetos cotidianos hasta complejos instrumentos científicos. Una comunidad mundial de fabricantes (estudiantes, aficionados, artistas, programadores y profesionales) se ha reunido en torno a esta plataforma de código abierto, sus contribuciones se han añadido a una increíble cantidad de conocimiento accesible que puede ser de gran ayuda para principiantes y expertos por igual[6]. A continuación, imágenes de dos de los modelos que ofrece el proyecto Arduino.



Figura. 1.4: Placa Arduino Uno

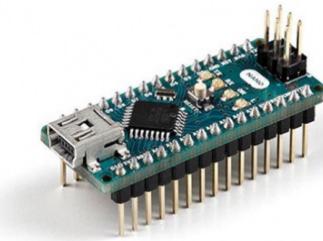


Figura. 1.5: Placa Arduino Nano

## Componentes Pasivos

Los componentes pasivos son los encargados de la conexión entre los diferentes componentes activos, asegurando la transmisión de las señales eléctricas o modificando su nivel.[7] Los componentes pasivos son:

- Resistencias: Son usadas para establecer corrientes de operación y niveles de señal. Las resistencias se utilizan en los circuitos de alimentación para reducir los voltajes al disipar la potencia, medir las corrientes y descargar los capacitores después de que se desconecta la energía. Una resistencia está hecha de elementos conductores (carbono, o una película delgada de metal o carbono, o un cable de baja conductividad), con un cable o contactos en cada extremo. Las resistencias se caracterizan por su resistencia y es definido por la ley de Ohm.[7]

$$R = V/I$$

Donde R es de Resistencia, V de Voltaje e I de corriente.

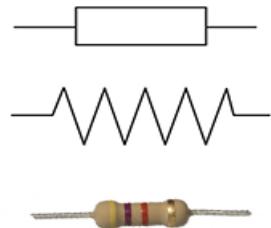


Figura. 1.6: Ejemplo de Resistor y Simbología

- Capacitor: Los capacitores esencialmente almacenan energía, pero es principalmente utilizado en corriente directa para filtrar picos de voltaje provenientes de la fuente de la fuente de poder.[7] Un capacitor (el nombre antiguo era condensador) es un dispositivo que tiene dos cables que sobresalen y tiene la propiedad:

$$Q = CV$$

Donde Q es carga almacenada en coulomb, C la capacitancia en faradios y V es la diferencia de potencia en voltios.

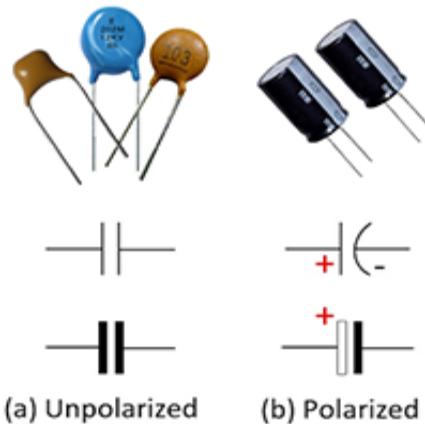


Figura. 1.7: Ejemplo de Capacitor y Simbología

- Inductor: Los inductores están estrechamente relacionados con los capacitores: la tasa de cambio de corriente en un inductor es proporcional al voltaje aplicado a través de él (para un condensador es al revés, la tasa

de cambio de voltaje es proporcional a la corriente a través de él).[7] La ecuación de definición para un inductor es:

$$V = L \frac{dl}{dt}$$

donde  $L$  se llama inductancia y se mide en henrios (o  $mH$ ,  $pH$ ,  $nH$ , etc.). Poniendo un voltaje constante a través de un inductor hace que la corriente se eleve como una rampa (en comparación con un capacitor, en el que una corriente constante causa el voltaje subir como una rampa); 1 V a través de 1  $H$  produce una corriente que aumenta a 1 amperio por segundo.

Al igual que con los capacitores, la energía invertida en el aumento de la corriente en un inductor se almacena internamente, aquí en la forma de campos magnéticos.[7]



Figura. 1.8: Ejemplo de Inductor y Simbología

Ya definidos los componentes que conforman los módulos de Arduino procedemos a explicar los dos módulos de comunicación que podemos encontrar en la plataforma Arduino.

## Módulos Arduino

Los módulos de Arduino son esencialmente placas de circuitos independientes que integran uno o múltiples circuitos integrados, sensores, pantallas LCD, componentes electrónicos y una interfaz de pines para una comunicación sencilla con la placa Arduino. Los módulos nos permiten agregar funcionalidad a nuestra placa Arduino y son como piezas de un rompecabezas donde el resultado final es el prototipo deseado.

### Modulo Bluetooth HC-05

El módulo HC-05 es un módulo Bluetooth SPP (Serial Port Protocol por sus siglas en inglés) fácil de usar, diseñado para la configuración de conexión en serie inalámbrica transparente. El módulo Bluetooth HC-05 se puede utilizar en una configuración maestra o esclava, lo que la convierte en una excelente solución para la comunicación inalámbrica .Este puerto en serie del módulo bluetooth es completamente calificado Bluetooth V2.0 + EDR (Enhanced Data Rate) Modulación de 3Mbps con un completo transceptor de radio de 2.4GHz y banda de base[8].

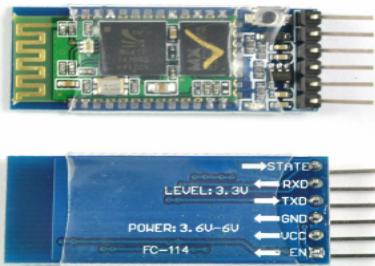


Figura. 1.9: Placa HC-05 Modelo ZS-040

### Modulo Wi-Fi nRF24L01+

El nRF24L01+ es un transceptor de 2.4GHz de un solo chip con un motor de protocolo de banda base integrado, adecuado para aplicaciones inalámbricas de muy baja potencia. El nRF24L01 + está diseñado para el funcionamiento en la banda de frecuencia ISM mundial a 2.400 - 2.4835GHz[9].

Para diseñar un sistema de radio con nRF24L01 +, simplemente necesita una MCU (microcontrolador) y algunos componentes externos pasivos.

El motor de protocolo de banda base integrado se basa en la comunicación por paquetes y es compatible con varios modos, desde la operación manual hasta la operación de protocolo autónomo avanzado. Los FIFOs internos aseguran un flujo de datos sin problemas entre la interfaz de radio y la MCU del sistema. El motor mejorado reduce el costo del sistema mediante el manejo de todas las operaciones de capa de enlace de alta velocidad[9].

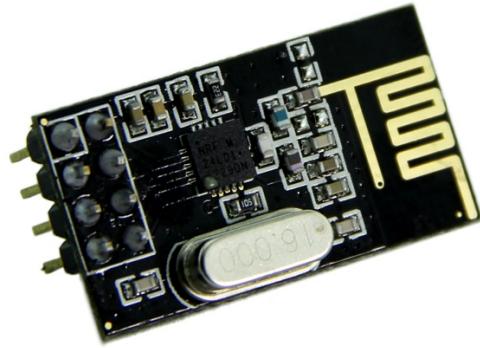


Figura. 1.10: Placa nRF24L01+

El módulo nRF24L01+ admite una velocidad de datos de aire de 250 kbps, 1 Mbps y 2 Mbps. La alta velocidad de datos de aire combinada con dos modos de ahorro de energía hace que el nRF24L01+ sea muy adecuado para ultra bajo diseños de energía[9].

El prototipo debe ser capaz de visualizar la información capturada y enviarlo a la aplicación móvil. Los módulos previamente mencionados son los encargados de la comunicación inalámbrica y una pantalla es la encargada de reflejar la información en tiempo real al usuario final; no obstante, primero debemos tener una lista de LCDs.

## Pantallas LCD

Una pantalla LCD (Liquid Crystal Display, en inglés) es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos de pilas, ya que utiliza cantidades muy pequeñas de energía eléctrica[24]. Adicional las pantallas LCD deben utilizar un controlador, usualmente un circuito integrado, para poder comunicarse con las placas Arduino.

- LCM-1602: La pantalla LCM-1602 es una pantalla clásica utilizada en proyectos de Arduino. El LCM-1602 cuenta con una luz de fondo LED de color amarillo y requiere de una conexión de 5V, que puede proporcionar la mayoría de las placas Arduino. Lastimosamente solamente es capaz de visualizar 16 caracteres monocromáticos por línea, la pantalla cuenta con 2 líneas, reflejando un total de solamente 32 caracteres por líneas[25]. Se

recomienda utilizar un controlador externo para poder conectar la pantalla con Arduino; si no, se requerirían muchas más conexiones físicas para la conexión con Arduino, ver figura 2.12. Las medidas físicas de esta pantalla, hace difícil implementarla en prototipos donde el espacio se encuentra comprometido.



Figura. 1.11: Pantalla LCM-1602, junto con IC para mejor integración con Arduino.

- NOKIA 5110: Esta pantalla LCD es la misma utilizada por el celular Nokia 5110 o Nokia 3310, ver figura 2.13 , de allí su nombre[26]. Sin embargo, Phillips, competencia de Nokia hace años atrás, es el fabricante del controlador de esta pantalla LCD, el PCD8544. Phillips indica que esta pantalla tiene una resolución de 48x84 pixeles; siendo esta pantalla más pequeña que el LCM-1602 pero con mayor capacidad de visualizar caracteres[27]. Debe ser alimentado por 3.3V exclusivamente, de ser alimentado con 5V se daña el controlador, y viene integrado con luces de fondo LED[27]. El único inconveniente de esta pantalla viene siendo su tamaño compacto; ya que, la visualización de la información es muy pequeña.



Figura. 1.12: LCD Nokia 5110 con placa para una mejor integración con Arduino.

- LCD TFT ILI9341: La pantalla LCD ILI9341 es llamado después del controlador que es utilizado para poder comunicarse con ella. Tiene versiones de 2.2, 2.4, 2.8 y 3.2 pulgadas. La pantalla ILI9341 debe ser alimentada con 5V, junto con la luz de fondo led; no obstante, el controlador utiliza una lógica de 3.3V; tiene una resolución de 240x320 pixeles y es una pantalla multicolor, excelente para dispositivo de tamaño pequeño o mediano donde una larga duración de la batería es indispensable[28].



Figura. 1.13: ILI9341 de 2.8 pulgadas con placa para mejor integración con Arduino.

Las pantallas LCD son importantes porque son el principal medio de comunicación entre el prototipo y el usuario final. Además de las pantallas LCD y los módulos de comunicación, la plataforma Arduino también soporta la implementación de sensores para poder actuar ante estímulos externos. A continuación se estarán definiendo dichos sensores

### 1.6.4 Sensores en General

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.[11]

- Las variables de instrumentación pueden ser, por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc.[11]
- Una variable eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad o un sensor capacitivo), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.[11]

Los sensores se pueden clasificar en función de los datos de salida en: digitales y analógicos[10].

### Características de los Sensores

Las características son[11]:

- Rango de medida: dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.
- Precisión: es el error de medida máximo esperado.
- Offset o desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset.
- Linealidad o correlación lineal.
- Sensibilidad de un sensor: suponiendo que es de entrada a salida y la variación de la magnitud de entrada.
- Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede detectarse a la salida.
- Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.

- Derivas: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.
- Repetitividad: error esperado al repetir varias veces la misma medida.[11]

Debido a que solamente la magnitud física importante para el proyecto es la temperatura. Se tomarón en cuenta los posibles candidatos para utilizar como sensor de temperatura en el dispositivo, pero primero se presentará la definición formal de temperatura y los diversos termómetros existentes

## Termómetros

El termómetro es un instrumento de medición de temperatura. Desde su invención ha evolucionado mucho, principalmente a partir del desarrollo de los termómetros electrónicos digitales. La manera como un termómetro determina la temperatura depende del tipo de termómetro que sea[14].

Inicialmente se fabricaron aprovechando el fenómeno de la dilatación, por lo que se prefería el uso de materiales con elevado coeficiente de dilatación, de modo que, al aumentar la temperatura, su estiramiento era fácilmente visible. La sustancia que se utilizaba más frecuentemente en este tipo de termómetros ha sido el mercurio, encerrado en un tubo de vidrio que incorporaba una escala graduada, pero también alcoholes coloreados en termómetros grandes[14].



Figura. 1.14: Ejemplos de diferentes tipos de termómetros

## Escalas de temperatura

La escala más usada en la mayoría de los países del mundo es la Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) en honor a Anders Celsius (1701-1744) que se llamó centígrado hasta 1948. En esta escala, el cero ( $0\ ^{\circ}\text{C}$ ) y los cien ( $100\ ^{\circ}\text{C}$ ) grados corresponden respectivamente a los puntos de congelación y de ebullición del agua, ambos a la presión de 1 atmósfera.[14]

Otras escalas termométricas son:[14]

- Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ )

Propuesta por Daniel Gabriel Fahrenheit en la revista *Philosophical Transactions* (Londres, 33, 78, 1724). El grado Fahrenheit es la unidad de temperatura en el sistema anglosajón de unidades, utilizado principalmente en Estados Unidos.

- Kelvin (K) o temperatura absoluta:

Es la escala de temperatura del Sistema Internacional de Unidades. Aunque la magnitud de una unidad Kelvin (K) coincide con un grado Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), el cero se ha fijado en el cero absoluto a  $-273,15\ ^{\circ}\text{C}$  y es inalcanzable según el tercer principio de la termodinámica.

## Tipos de termómetros

- Termómetro de mercurio: es un tubo de vidrio sellado que contiene mercurio, cuyo volumen cambia con la temperatura de manera uniforme. Este cambio de volumen se aprecia en una escala graduada. El termómetro de mercurio fue inventado por Gabriel Fahrenheit en el año 1714. En la actualidad este tipo de termómetro ya no se fabrica[14] Ver figura 1.15 (A)
- Pirómetros: termómetros para altas temperaturas, se utilizan en fundiciones, fábricas de vidrio, hornos para cocción de cerámica, etc.[14] Existen varios tipos según su principio de funcionamiento:
  - Pirómetro óptico: se basan en la ley de Wien de distribución de la radiación térmica, según la cual, el color de la radiación varía con la temperatura. El color de la radiación de la superficie a medir se compara con el color emitido por un filamento que se ajusta con un reóstato calibrado. Se utilizan para medir temperaturas elevadas, desde  $700\ ^{\circ}\text{C}$  hasta  $3.200\ ^{\circ}\text{C}$ , a las cuales se irradia suficiente energía en el espectro visible para permitir la medición óptica. Ver figura 1.15 (B)

- Termómetro de lámina bimetálica: formado por dos láminas de metales de coeficientes de dilatación muy distintos y arrollados dejando el coeficiente más alto en el interior. Se utiliza sobre todo como sensor de temperatura en el termohigrógrafo.



Figura. 1.15: Ejemplo de termómetro de lámina bimetálica

- Termómetro de gas: pueden ser a presión constante o a volumen constante. Este tipo de termómetros son muy exactos y generalmente son utilizados para la calibración de otros termómetros.



Figura. 1.16: Ejemplo de termómetro de gas

- Termómetros digitales: son aquellos que, valiéndose de dispositivos transductores, utilizan luego circuitos electrónicos para convertir en números las pequeñas variaciones de tensión obtenidas, mostrando finalmente la temperatura en un visualizador. Una de sus principales ventajas es que por no utilizar mercurio no contaminan el medio ambiente cuando son desechados. Los dispositivos visualizadores pueden ser:
  - Resistencia de platino: consiste en un alambre de algún metal de platino cuya resistencia eléctrica cambia cuando varía la temperatura. Van conectados a un termómetro digital como en la figura 1.15 (D, E y F)

- Termopar: También conocido como termocupla es un dispositivo utilizado para medir temperaturas basado en la fuerza electromotriz que se genera al calentar la soldadura de dos metales distintos. Van conectados a un termómetro digital como en la figura 1.15 (D y E)
- Termistor: es un dispositivo que varía su resistencia eléctrica en función de la temperatura. Algunos termómetros hacen uso de circuitos integrados que contienen un termistor, como el LM35. Van conectados a un termómetro digital como en la figura 1.15 (D y E)
- Termómetros clínicos: son los utilizados para medir la temperatura corporal. Los hay tradicionales de mercurio y digitales, teniendo estos últimos algunas ventajas adicionales como su fácil lectura, respuesta rápida, memoria y en algunos modelos alarma vibrante. Ver figura 1.15 (B)
- Termógrafo: El termógrafo es un termómetro acoplado a un dispositivo capaz de registrar, gráfica o digitalmente, la temperatura medida en forma continua o a intervalos de tiempo determinado. En la figura 1.15 (F) las mediciones van acompañadas de una gráfica.

Dejado claro el concepto de termómetro y sus tipos, se procedió a investigar los sensores de temperatura que se pueden encontrar en la plataforma Arduino.

## Sensores de Temperatura

- DS18B20: El termómetro digital DS18B20 proporciona de 9 bits a 12 bits. Mediciones de temperatura en grados Celsius y tiene una función de alarma no volátil programable por el usuario. El DS18B20 se comunica a través de un Bus de 1 cable que por definición requiere solo una línea de datos (y tierra) para la comunicación con un microprocesador central. Además, el DS18B20 puede obtener potencia directamente desde la línea de datos, eliminando la necesidad de una fuente de alimentación externa[12].



Figura. 1.17: Sensor DS18B20 estilo sonda

Mide las temperaturas de  $-55^{\circ}\text{C}$  a  $125^{\circ}\text{C}$ ,  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  de precisión entre  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+85^{\circ}\text{C}$  y resolución programable de 9 a 12 bits.

Las aplicaciones que pueden beneficiarse de esta característica incluyen controles ambientales, monitoreo de temperatura sistemas dentro de edificios, equipos o maquinaria, y sistemas de monitoreo y control de procesos[12].

- DHT11: El sensor digital de temperatura y humedad DHT11 es un sensor compuesto que contiene una señal digital de salida de la temperatura y la humedad. Aplicación de módulos digitales dedicados tecnología de recolección y la tecnología de detección de temperatura y humedad, para asegurar que el producto tiene una alta fiabilidad y una excelente estabilidad a largo plazo. El sensor incluye un sentido resistivo de componentes húmedos y dispositivos de medición de temperatura NTC, y conectado con un microcontrolador de alto rendimiento de 8 bits[13].

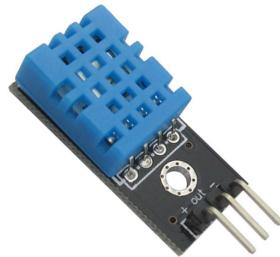


Figura. 1.18: Sensor DHT11 en placa

Mide temperaturas de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$  con una precisión de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  en  $25^{\circ}\text{C}$  y una resolución no programable de 16 bits.

Las aplicaciones de este sensor son principalmente para mediciones de humedad y temperatura relativa. Donde se requiere obtener valores en ambas magnitudes y no tanta precisión de una magnitud en particular[13].

Luego de haber realizado la investigación sobre las diversas tecnologías existentes que podrían ser utilizadas en la elaboración de del arquetipo, se debió tener en consideración el lugar en el que fueron colocados los componentes, es por ellos que se toma en consideración la impresión 3D, la cual permite crear modelos físicos a partir de un modelo realizado por computadora. A continuación, se tratará más a fondo la impresión 3D.

### 1.6.5 Impresión 3D

Es necesario definir el concepto de prototipo porque es el punto de partida para el desarrollo de la tecnología de Prototipado Rapido y consecuentemente, para las impresoras tridimensionales. Podemos definir como prototipo al primer ejemplar que se fabrica de una figura, un invento o elemento físico, y sirve de modelo para fabricar otros iguales.[15]

Los prototipos tiene el propósito de probar suposiciones formuladas en busca de una solución a un problema determinado. Ademas se convierten en un diseño enfocado al usuario, donde es necesario un proceso interactivo entre el propio diseñador y el consumidor. Así mismo, todos los prototipos son objetos de desarrollo de bajo costo, pero en muchas ocasiones la necesidad de elaborar varios prototipos o de realizar un prototipo con una estética cuidada, eleva los costes de producción. Por lo tanto, el alto coste de producción de prototipos y tiempo de ejecución de los mismos puede suponer un problema. Los sistemas de Prototipado Rápido surgen con la necesidad de solventar estos problemas en el uso de prototipos, se busca por lo tanto, una manera de elaborarlos con un aspecto cuidado y atractivo para el usuario, con un método de fabricación rápido y fácil de modificar, económicos y que pueden ser probados por el consumidor. Por consiguiente, esta herramienta resultará útil y funcional. Rápidamente estos sistemas de construcción aditiva partirán del desarrollo tecnológico de maquinaria destinada a uso industrial[15].

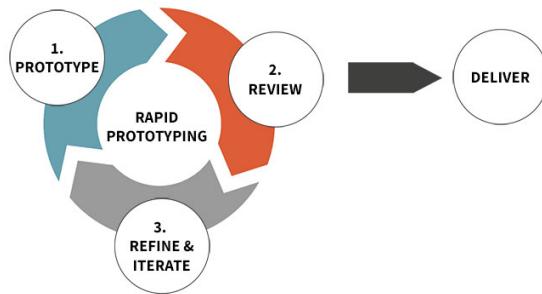


Figura. 1.19: Ciclo del Prototipado Rapido

El Prototipado Rápido se convierte así, en un proceso utilizado para la fabricación de prototipos, los cuales, como hemos visto, son objetos que no están diseñados a uso final, sino más bien a modo de prueba de diseño[15].

La impresión 3D, también conocida como impresión tridimensional, es un método para producir objetos tridimensionales con un aparato tecnológico al colocar varias capas bidimensionales de cierto material una sobre la otra. El proceso es similar a la impresión bidimensional en la cual se coloca tinta sobre papel, sin embargo, en la impresión tridimensional se coloca comúnmente plástico sobre una superficie que nos permite fabricar objetos de tres dimensiones; sin embargo, también se utilizan otros materiales como metales, arcilla y resinas. Esta tecnología se utiliza principalmente en la producción de prototipos durante el diseño de algún nuevo producto.[16]

Durante los últimos años, la tecnología de impresión tridimensional ha avanzado de manera exponencial. Este tipo de impresoras se han vuelto cada vez más accesibles y por ello ahora es común encontrarlas en fábricas, industrias, instituciones educativas, instituciones de investigación e inclusive para uso personal[16].

## Técnicas de Impresión 3D

Hablaremos de las principales técnicas comerciales de impresión 3D; ya que, la impresión 3D es una tecnología de hace muchos años. No fue hasta mediados de la década del 2000 que las impresoras 3D comenzaron a bajar sus precios y apuntados a un mercado menos especializado.

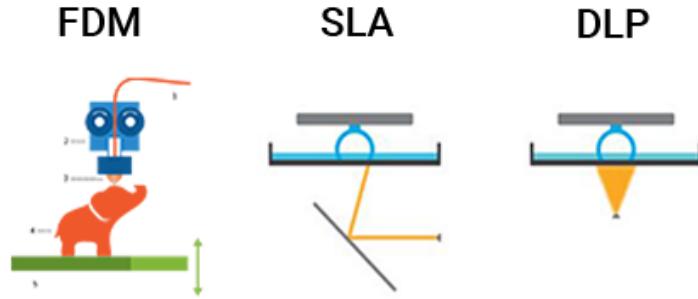


Figura. 1.20: Principales Técnicas Comerciales de Impresion 3D

### FDM (Fused Deposition Modeling)

Consiste en la deposición por capas de material normalmente construido por filamentos de polímeros termoplásticos, que se funden y se extruyen por medio de una boquilla, solidificándose cuando salen de dicha boquilla al exterior, ver figura 2.18. (FDM).[15].



Figura. 1.21: Impresora FDM: MP Select Mini V2 de Monoprice.

### SLA (Estereografía)

Se basa en las propiedades de una resina fotosensible que se solidifica mediante la proyección de un láser (UV) de frecuencia y potencia concreta, ver figura 2.18. (SLA)[15].



Figura. 1.22: Impresora SLA: Form2 de Formlabs.

### DLP (Procesamiento de Luz Digital)

En este proceso, una cubeta de polímero líquido se expone a la luz de un proyector DLP en condiciones de seguridad. El proyector DLP muestra la imagen del modelo 3D en el polímero líquido, ver figura 2.18 (DLP). El polímero líquido expuesto se endurece y la placa de construcción se mueve hacia abajo y el polímero líquido queda una vez más expuesto a la luz. El proceso se repite hasta que el modelo 3D se completa y la tina se drena de líquido, lo que revela el modelo solidificado[17].



Figura. 1.23: Impresora DLP: LCD Photon de Anycubic.

Realizada la investigación de las tecnologías existentes para el desarrollo del prototipo. El dispositivo debe cumplir con un estándar de medición para que la compañía SIGCSA pueda utilizarlo en campo y para ello el arquetipo debe estar calibrado. Por ende, es necesario investigar sobre la disciplina de la calibración.

## 1.7 Calibración

La compañía SIGCSA utiliza para sus servicios termómetros calibrados, esto garantiza que sus equipos muestran mediciones dentro de estándar aceptable. Uno de los aspectos fundamentales de la medición de la temperatura es la calibración de esta; ya que, no todos los sistemas trabajan con los mismos estándares.

### 1.7.1 ¿Qué es Calibración?

La palabra "calibración" tiene diferentes significados dependiendo de la industria o el entorno en el que se utiliza. En la industria de prueba y medición, la calibración tiene un significado específico, que, en un nivel básico, es el acto de comparar un dispositivo bajo prueba (DUT por sus siglas en inglés) de un valor desconocido con un estándar de referencia de un valor conocido. Una persona típicamente realiza una calibración para determinar el error o verificar la exactitud del valor desconocido del DUT. Como ejemplo básico, puede realizar una calibración midiendo la temperatura de un termómetro DUT en agua en el punto de ebullición conocido (100 grados Celsius) para conocer el error del termómetro. Debido a que la determinación visual del momento exacto en que se alcanza el punto de ebullición puede ser impreciso, usted puede lograr un resultado más preciso colocando un termómetro de referencia calibrado, de un valor conocido preciso, en el agua para verificar el termómetro DUT[18].

Un siguiente paso lógico que puede ocurrir en un proceso de calibración puede ser ajustar o realzar el instrumento para reducir el error de medición. Técnicamente, el ajuste es un paso separado de la calibración[18].

### Acreditación de Calibración

Cuando se realizan calibraciones, es importante poder confiar en el proceso por el cual se realizan. La acreditación de calibración brinda esa confianza. La acreditación le da confianza al propietario del instrumento de que la calibración se ha realizado correctamente.[18]

La acreditación de calibración significa que se ha revisado un proceso de calibración y se ha encontrado que cumple con los requisitos de metrología técnica y de calidad aceptados internacionalmente. La ISO / IEC 17025 es la norma de calidad de metrología internacional a la cual los laboratorios de calibración están acreditados.[18]

Los acuerdos internacionales garantizan que una vez que se acredita un proceso de calibración en un país, las calibraciones provenientes de ese proceso pueden aceptarse en todo el mundo sin ningún requisito de aceptación técnica adicional.[18]

## Disciplinas de la Calibración

Hay muchas disciplinas de calibración, cada una con diferentes tipos de calibradores y referencias de calibración. Para tener una idea de los tipos de calibradores e instrumentos que están disponibles. Las disciplinas comunes de calibración incluyen, pero no están limitadas a: eléctrica, radio frecuencia, temperatura, humedad, presión, flujo de aire, dimensional, tiempo. [18]

La disciplina de calibración que es indispensable para evaluar el prototipo es la calibración de temperatura.

### 1.7.2 ¿Qué es Calibración de Temperatura?

La calibración de temperatura se refiere a la calibración de cualquier dispositivo utilizado en un sistema que mide la temperatura. Generalmente hablamos del sensor de temperatura, que es típicamente un termómetro de resistencia de platino (PRT o PT-100), termistor o termopar. Las lecturas de estos termómetros se realizan mediante dispositivos de "lectura de termómetro" que miden sus salidas eléctricas y las convierten a temperatura de acuerdo con la Escala de temperatura internacional de 1990 (ITS-90). Los termómetros suelen calibrarse colocándolos en un entorno de temperatura estable (fuente de calor) y comparando su salida con la de un "termómetro de referencia" calibrado o "termómetro estándar" [19].

Por lo general las categorías generales de fuentes de calor son: fuentes de calor industriales (baño-seco, micro-baños, etc.) para uso en el campo; baños de fluidos y hornos termoeléctricos para uso en laboratorio; y células de punto fijo para calibraciones con estándares primarios [19].

## Campo, Laboratorio y Punto fijo

### Calibración de Temperatura en Campo

También llamado calibración de temperatura "industrial" o "portátil", se aplica a los termómetros que se prueban fuera del entorno de laboratorio, generalmente a precisiones que van desde 5 ° C a 0,5 ° C. Pozos secos, pozos de metrología, micro-baños y otras fuentes de calor portátiles proporcionan temperaturas estables, mientras que las lecturas de termómetros portátiles y los estándares de termómetros pueden proporcionar temperaturas de referencia más allá de las disponibles directamente de la fuente de calor.[19]

### Calibración Secundaria o de Laboratorio

Se refiere a la calibración de PRT o PT-100 de grado de referencia, termistores de precisión y termopares de metal noble. Baños de temperatura ultra estables y uniformes y hornos horizontales (para las altas temperaturas que necesitan los termopares) se usan junto con los termómetros de referencia SPRT y las lecturas de termómetros de alta precisión. Dichos sistemas pueden proporcionar precisiones de calibración de 0.5 ° C a 0.02 ° C.[19]

### Calibración Primaria o de Punto fijo

Utiliza celdas de punto fijo, como el punto triple de agua, que proporciona una temperatura extremadamente precisa y repetible cuando se "realizan" con corrección, normalmente en un entorno de laboratorio. Dichos sistemas se utilizan para calibrar los SPRT y los termopares de metal noble y pueden tener una precisión de 0.001 ° C.[19]

## Equipos utilizados para la Calibración de Termómetros

La calibración de termómetros es realizada utilizando el sistema verdadero de calibración donde el equipo a calibrar no debe estar previamente calibrado y llamamos termómetro a calibrar, al termómetro (PRT, termistor o termopar) y el indicador de temperatura en conjunto.



Figura. 1.24: Bloque de baño seco (Izquierda) y termómetro de referencia utilizado en SIGCSA (Derecha)

Se necesita para realizar la calibración de un termómetro: un termómetro de referencia o patrón, una fuente de temperatura, las condiciones ambientales adecuadas y el termómetro a calibrar.

La norma ISO 17025:2005 indica que el termómetro de referencia debe ser más preciso, que el termómetro a calibrar; sin embargo, no especifica qué superior debe ser con respecto a el termómetro a calibrar. Fluke Calibration, empresa norteamericana con acreditaciones ISO 17025 en laboratorios primarios y secundarios de temperatura, recomienda que un termómetro de referencia aceptable debe por lo menos ser 3 veces mejor, que el termómetro a calibrar.

La fuente de temperatura puede ser de tres tipos: celdas de punto fijo, baños de fluido o calibradores de bloque seco. Cada fuente brinda sus ventajas y desventajas. Debido a que SIGCSA realiza calibraciones en campo se utilizarán los bloques de baño seco estos nos permiten una excelente precisión en la temperatura seleccionada, es portátil y no requiere unas condiciones ambientales muy estrictas. Adicional estos instrumentos incluyen indicadores de temperatura que son calibrados con estándares primarios.

Los equipos que se vayan a utilizar dependerán del tipo de calibración de temperatura. Los equipos utilizados en SIGCSA son excelentes para realizar calibraciones de temperatura en campo y dispositivos de grado industrial; sin embargo, si se quiere realizar calibraciones de estándares secundarios o primarios, se necesitarían equipos de mayor precisión a los de grado industrial.



Figura. 1.25: Celdas de punto fijo ITS-90 y Fluke Supertermómetro 1594A, ambos utilizados para calibraciones de estándares primarios.

La disciplina de la calibración se encuentra atada a las normas de calidad ISO. Es necesario investigar sobre estas normas de calidad; ya que, nos darían una guía de como elaborar y calibrar el proyecto.

## 1.8 Normas de Calidad

En la sección anterior se habló sobre lo importante que es la calibración de los instrumentos de medición de temperatura. Hay entidades gubernamentales que se encargan de estipular ciertos estándares; sin embargo, estas entidades de ciertos países como Estados Unidos, Francia y Reino Unido trabajan en conjunto con la ISO (Organización Internacional de Normalización) para que estos estándares sean aplicados en todo el mundo. ISO es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Adicional ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica.

Este proyecto requiere el conocimiento de una norma internacional. La norma internacional en cuestión es la ISO 17025:2005 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de prueba y calibración". Un requisito para la interpretación correcta de esta norma es el conocimiento de la norma ISO 9000:2015 "Sistemas de gestión de calidad: Fundamentos y Vocabulario".

### 1.8.1 ISO 9000:2015

#### Sistemas de gestión de calidad: Fundamentos y Vocabulario

Los conceptos y los principios de la gestión de la calidad descritos en esta Norma Internacional proporcionan a la organización la capacidad de cumplir los retos presentados por un entorno que es profundamente diferente al de décadas recientes. El contexto en el que trabaja una organización actualmente se caracteriza por el cambio acelerado, la globalización de los mercados, los recursos limitados y la aparición del conocimiento como un recurso principal. El impacto de la calidad se extiende más allá de la satisfacción del cliente puede tener además un impacto directo en la reputación de la organización.[20]

Todos los conceptos, principios y sus interrelaciones deberían verse como un conjunto y no aislados unos de otros. Un concepto o principio individual no es más importante que otro. En cada momento es crítico encontrar un balance correcto en su aplicación. Para leer en detalle esta norma ver el **Anexo 1**.

A pesar de que la norma ISO 9000:2015 define los conceptos de sistemas de gestión de calidad también define los de calibración y medición. Debemos tener un conocimiento general de la norma ISO 17025:2005; ya que, si nuestro prototipo sigue los lineamientos de esta norma. Le da más credibilidad para su futura implementación en pruebas de campo con SIGCSA. La norma ISO 17025:2005, hoy en día, se encuentra en estado de retiro debido a la publicación de la nueva versión 2017. No obstante, sigue siendo una buena referencia la versión 2005 para el proyecto.[20]

### 1.8.2 ISO 17025:2005

#### Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración

La primera edición (1999) de esta Norma Internacional fue producto de la amplia experiencia adquirida en la implementación de la Guía ISO/IEC 25 y de la Norma EN 45001, a las que reemplazó. Contiene todos los requisitos que tienen que cumplir los laboratorios de ensayo y de calibración se desean demostrar que poseen un sistema de gestión, técnicamente competentes y capaces de generar resultados técnicamente válidos. Es conveniente que los organismos de acreditación que reconocen la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración se basen en esta Norma Internacional para sus acreditaciones.[21]

## Objeto y campo de aplicación

Esta Norma Internacional establece los requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos o de calibraciones, incluido el muestreo. Cubre los ensayos y las calibraciones que se realizan utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el propio laboratorio.

Esta Norma Internacional es aplicable a todas las organizaciones que realizan ensayos o calibraciones. Éstas pueden ser, por ejemplo, los laboratorios de primera, segunda y tercera parte, y los laboratorios en los que los ensayos o las calibraciones forman parte de la inspección y la certificación de productos.

Esta Norma Internacional es aplicable a todos los laboratorios, independientemente de la cantidad de empleados o de la extensión del alcance de las actividades de ensayo o de calibración. Cuando un laboratorio no realiza una o varias de las actividades contempladas en esta Norma Internacional, tales como el muestreo o el diseño y desarrollo de nuevos métodos, los requisitos de los apartados correspondientes no se aplican.

Esta Norma Internacional es para que la utilicen los laboratorios cuando desarrollan los sistemas de gestión para sus actividades de la calidad, administrativas y técnicas. También puede ser utilizada por los clientes del laboratorio, las autoridades reglamentarias y los organismos de acreditación cuando confirman o reconocen la competencia de los laboratorios. Esta Norma Internacional no está destinada a ser utilizada como la base para la certificación de los laboratorios.

El cumplimiento de los requisitos reglamentarios y de seguridad relacionados con el funcionamiento de los laboratorios no está cubierto por esta Norma Internacional.[21]

## Requisitos relativos a la gestión

- Control de Registros: El laboratorio debe establecer y mantener procedimientos para la identificación, la recopilación, la codificación, el acceso, el archivo, el almacenamiento, el mantenimiento y la disposición de los registros de la calidad y los registros técnicos. Los registros de la calidad deben incluir los informes de las auditorías internas y de las revisiones por la dirección, así como los registros de las acciones correctivas y preventivas.

Todos los registros deben ser legibles y se deben almacenar y conservar de modo que sean fácilmente recuperables en instalaciones que les provean un ambiente adecuado para prevenir los daños, el deterioro y las pérdidas. Se debe establecer el tiempo de retención de los registros. Los registros se

pueden presentar sobre cualquier tipo de soporte, tal como papel o soporte informático.

Todos los registros deben ser conservados en sitio seguro y en confidencialidad.

El laboratorio debe tener procedimientos para proteger y salvaguardar los registros almacenados electrónicamente y para prevenir el acceso no autorizado o la modificación de dichos registros.

- **Registros Técnicos:** El laboratorio debe conservar, por un período determinado, los registros de las observaciones originales, de los datos derivados y de información suficiente para establecer un protocolo de control, los registros de calibración, los registros del personal y una copia de cada informe de ensayos o certificado de calibración emitido. Los registros correspondientes a cada ensayo o calibración deben contener suficiente información para facilitar, cuando sea posible, la identificación de los factores que afectan a la incertidumbre y posibilitar que el ensayo o la calibración sea repetido bajo condiciones lo más cercanas posible a las originales. Los registros deben incluir la identidad del personal responsable del muestreo, de la realización de cada ensayo o calibración y de la verificación de los resultados.

Las observaciones, los datos y los cálculos se deben registrar en el momento de hacerlos y deben poder ser relacionados con la operación en cuestión.

Cuando ocurran errores en los registros, cada error debe ser tachado, no debe ser borrado, hecho ilegible ni eliminado, y el valor correcto debe ser escrito al margen. Todas estas alteraciones a los registros deben ser firmadas o visadas por la persona que hace la corrección. En el caso de los registros guardados electrónicamente, se deben tomar medidas similares para evitar pérdida o cambio de los datos originales.[21]

## Requisitos técnicos

Muchos factores determinan la exactitud y la confiabilidad de los ensayos o de las calibraciones realizados por un laboratorio.[21] Estos factores incluyen elementos provenientes:

- **Factores humanos:** La dirección del laboratorio debe asegurar la competencia de todos los que operan equipos específicos, realizan ensayos o calibraciones, evalúan los resultados y firman los informes de ensayos y los certificados de calibración. Cuando emplea personal en formación, debe

proveer una supervisión apropiada. El personal que realiza tareas específicas debe estar calificado sobre la base de una educación, una formación, una experiencia apropiadas y de habilidades demostradas, según sea requerido.

- Instalaciones y condiciones ambientales: Las instalaciones de ensayos o de calibraciones del laboratorio, incluidas, pero no de manera excluyente, las fuentes de energía, la iluminación y las condiciones ambientales, deben facilitar la realización correcta de los ensayos o de las calibraciones.

El laboratorio debe asegurarse de que las condiciones ambientales no invaliden los resultados ni comprometan la calidad requerida de las mediciones. Se deben tomar precauciones especiales cuando el muestreo y los ensayos o las calibraciones se realicen en sitios distintos de la instalación permanente del laboratorio. Los requisitos técnicos para las instalaciones y las condiciones ambientales que puedan afectar a los resultados de los ensayos y de las calibraciones deben estar documentados.

El laboratorio debe realizar el seguimiento, controlar y registrar las condiciones ambientales según lo requieran las especificaciones, métodos y procedimientos correspondientes, o cuando éstas puedan influir en la calidad de los resultados. Se debe prestar especial atención, por ejemplo, a la esterilidad biológica, el polvo, la interferencia electromagnética, la radiación, la humedad, el suministro eléctrico, la temperatura y a los niveles de ruido y vibración, en función de las actividades técnicas en cuestión. Cuando las condiciones ambientales comprometen los resultados de los ensayos o de las calibraciones, éstos se deben interrumpir.

- Métodos de ensayo y calibración, y de la validación de los métodos: El laboratorio debe aplicar métodos y procedimientos apropiados para todos los ensayos o las calibraciones dentro de su alcance. Estos incluyen el muestreo, la manipulación, el transporte, el almacenamiento y la preparación de los ítems a ensayar o a calibrar y, cuando corresponda, la estimación de la incertidumbre de la medición así como técnicas estadísticas para el análisis de los datos de los ensayos o de las calibraciones.

El laboratorio debe tener instrucciones para el uso y el funcionamiento de todo el equipamiento pertinente, y para la manipulación y la preparación de los ítems a ensayar o a calibrar, o ambos, cuando la ausencia de tales instrucciones pudieran comprometer los resultados de los ensayos o de las calibraciones. Todas las instrucciones, normas, manuales y datos de referencia correspondientes al trabajo del laboratorio se deben mantener actualizados y deben estar fácilmente disponibles para el personal.

- Equipos: El laboratorio debe estar provisto con todos los equipos para el muestreo, la medición y el ensayo, requeridos para la correcta ejecución de los ensayos o de las calibraciones (incluido el muestreo, la preparación de los

ítems de ensayo o de calibración y el procesamiento y análisis de los datos de ensayo o de calibración). En aquellos casos en los que el laboratorio necesite utilizar equipos que estén fuera de su control permanente, debe asegurarse de que se cumplan los requisitos de esta Norma Internacional.

Los equipos y su software utilizado para los ensayos, las calibraciones y el muestreo deben permitir lograr la exactitud requerida y deben cumplir con las especificaciones pertinentes para los ensayos o las calibraciones concernientes. Se deben establecer programas de calibración para las magnitudes o los valores esenciales de los instrumentos cuando dichas propiedades afecten significativamente a los resultados. Antes de poner en servicio un equipo (incluido el utilizado para el muestreo) se debe calibrar o verificar con el fin de asegurar que responde a las exigencias especificadas del laboratorio y cumple las especificaciones normalizadas pertinentes. El equipo debe ser verificado o calibrado antes de su uso.

- Trazabilidad de las mediciones: Todos los equipos utilizados para los ensayos o las calibraciones, incluidos los equipos para mediciones auxiliares (por ejemplo, de las condiciones ambientales) que tengan un efecto significativo en la exactitud o en la validez del resultado del ensayo, de la calibración o del muestreo, deben ser calibrados antes de ser puestos en servicio. El laboratorio debe establecer un programa y un procedimiento para la calibración de sus equipos.

El grado con el que los factores contribuyen a la incertidumbre total de la medición difiere considerablemente según los ensayos (y tipos de ensayos) y calibraciones (y tipos de calibraciones). El laboratorio debe tener en cuenta estos factores al desarrollar los métodos y procedimientos de ensayo y de calibración, en la formación y la calificación del personal, así como en la selección y la calibración de los equipos utilizados.

## Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y calibración

El laboratorio debe tener procedimientos de control de la calidad para realizar el seguimiento de la validez de los ensayos y las calibraciones llevados a cabo. Los datos resultantes deben ser registrados en forma tal que se puedan detectar las tendencias y, cuando sea posible, se deben aplicar técnicas estadísticas para la revisión de los resultados. Dicho seguimiento debe ser planificado y revisado y puede incluir, entre otros, los elementos siguientes:[21]

- el uso regular de materiales de referencia certificados o un control de la calidad interno utilizando materiales de referencia secundarios;
- la participación en comparaciones interlaboratorios o programas de ensayos de aptitud;
- la repetición de ensayos o calibraciones utilizando el mismo método o métodos diferentes;
- la repetición del ensayo o de la calibración de los objetos retenidos;
- la correlación de los resultados para diferentes características de un ítem.

Los datos de control de la calidad deben ser analizados y, si no satisfacen los criterios predefinidos, se deben tomar las acciones planificadas para corregir el problema y evitar consignar resultados incorrectos.

## Informes de ensayos

Los informes de ensayos deben incluir, en los casos en que sea necesario para la interpretación de los resultados de los ensayos, lo siguiente:[21]

- las desviaciones, adiciones o exclusiones del método de ensayo e información sobre condiciones de ensayo específicas, tales como las condiciones ambientales;
- cuando corresponda, una declaración sobre el cumplimiento o no cumplimiento con los requisitos o las especificaciones;
- cuando sea aplicable, una declaración sobre la incertidumbre de medición estimada; la información sobre la incertidumbre es necesaria en los informes de ensayo cuando sea pertinente para la validez o aplicación de los resultados de los ensayos, cuando así lo requieran las instrucciones del cliente, o cuando la incertidumbre afecte al cumplimiento con los límites de una especificación;
- cuando sea apropiado y necesario, las opiniones e interpretaciones;
- la información adicional que pueda ser requerida por métodos específicos, clientes o grupos de clientes.

Una vez finalizada la investigación de los conceptos principales para el desarrollo de este proyecto, se procede a la primera parte de del trabajo, analizar los procesos a automatizar.

# **Capítulo 2**

## **Análisis de Procesos**

En este capítulo se analizarán dos procesos operativos utilizados por la división de operaciones de la compañía SIGCSA. Los procesos operativos que analizar son los utilizados en campo para la caracterización de medios isotermos y de calibración de termómetros. La compañía SIGCSA dio acceso a la documentación correspondiente de cada proceso. Se utilizarán estos procesos como parte de la evaluación de del dispositivo.

### **2.1 Proceso Operativo SIGCSA-PO-25**

El objetivo del proceso es el de proporcionar instrucciones para la caracterización y ajustes (tomando en cuenta las instrucciones del fabricante) de medios isotermos con el propósito de confirmar el correcto funcionamiento de la cámara de ensayo de temperatura.[22]

La caracterización es el conjunto de operaciones que determinan las diferentes características metrológicas y especificaciones de operación de un equipo, instrumento de medición, sistema de medición o medida materializada. Por lo que este proceso se encarga de obtener las variables metrológicas de un equipo isotérmico, utilizando termómetros en ciertos puntos del equipo.[22]

#### **2.1.1 Alcance**

Para ser utilizados en Laboratorios Clínicos, de Ensayos, de Investigación y Bancos de Sangre, que tengan medios isotermos de controles análogos y digitales

tales como[22]:

- Refrigerador de 0°C a 6°C (la conservación de sangre y derivados).
- Refrigerador de 0°C a 8°C (conservación de reactivos).
- Refrigerador de Baja Temperatura de 0°C a -35°C (conservación de reactivos y derivados de la sangre).
- Refrigerador de Ultra Baja Temperatura 0°C a -80°C (crio preservación de cepas y tejido biológico).
- Incubadoras de -10°C a 75°C (conservación de organismos vivos en un entorno que resulte adecuado para su crecimiento y conservación de derivados de la sangre). \*\*
- Baño de María de temperatura ambiente a 60°C (incubación, inactivación, aglutinación y descongelación de derivados de la sangre).
- Baño Seco de temperatura ambiente a 60°C (incubación).
- Estufa u Horno de Secado de temperatura ambiente a 100°C (procesos de secado y esterilizado de recipientes de vidrio y metal).

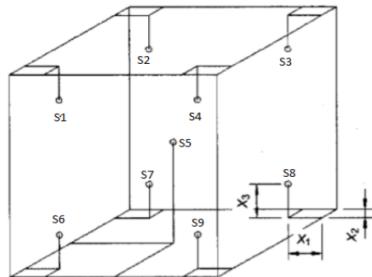


Figura. 2.1: Medio isotermo 1, capacidad de 50L a 2100L

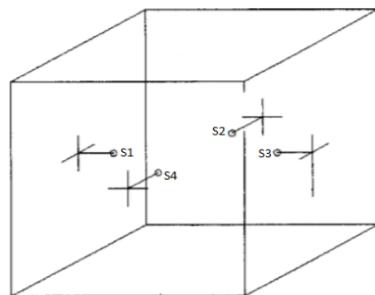


Figura. 2.2: Medio isotermo 2, capacidad de 2L a 49L

### 2.1.2 Análisis

El procedimiento se puede resumir en 4 pasos:

- Preparación: Se determina las incertidumbres de los termómetros utilizados para caracterizar el medio isotermo y para validar que los termómetros se encuentran en buenas condiciones. Se documenta y se valida que las condiciones ambientales donde se encuentra el medio isotérmico son las adecuadas.
- Instalación: Si todos los parámetros del paso anterior cumplen, entonces procedemos a colocar las sondas, si el medio isotermo tiene una capacidad mayor a 49L se colocan las sondas como en la figura 2.1, en caso contrario como en la figura 2.2
- Captura de Datos: Se documenta la temperatura y humedad inicial, se captura la información que despliegan los termómetros por el tiempo estipulado en el procedimiento y una vez finalizado el tiempo nuevamente se documenta la temperatura y humedad.
- Cálculos metrológicos: Una vez capturada la información, se procede a realizar los cálculos que determinarán las características metrológicas del equipo isotérmico.

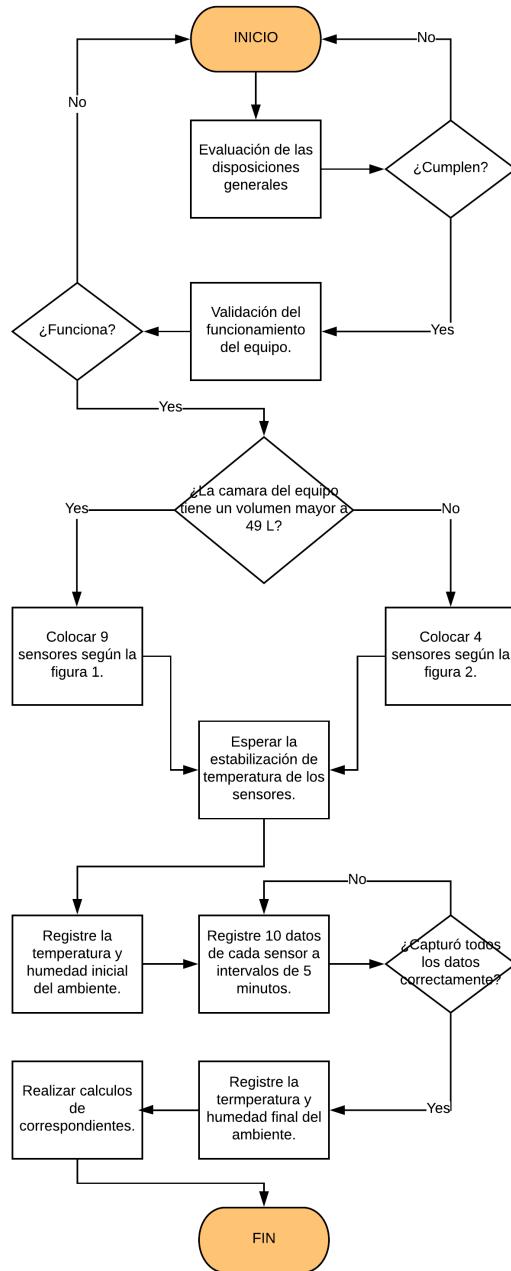


Figura. 2.3: Diagrama de flujo del proceso operativo SIGCSA-PO-25

## 2.2 Proceso Operativo SIGCSA-PO-14

El objetivo de este proceso es de establecer y definir las instrucciones a seguir para realizar procesos de calibración de termómetros por comparación en baños isotérmicos de temperatura controlada, tomando en cuenta todas las recomendaciones del fabricante.

### 2.2.1 Alcance

Para ser aplicado en Bancos de Sangre y Laboratorios que tengan termómetros de vidrio o digitales como instrumentos para el monitoreo de temperatura.

### 2.2.2 Disposiciones Generales

#### Inspección Visual

- Bulbo: Verifique que no exista presencia de algún material extraño, ruptura o raspadura.
- Columna Capilar: Verifique que no exista ruptura o raspadura del capilar que impida visualizar la columna de líquido, deformación, presencia de algún material extraño.
- Columna de Líquido: Verifique que no exista oxidación en el caso de termómetros de mercurio.
- Cámara de Expansión y de Contracción: Verifique que no exista presencia de algún material extraño.
- Pantalla Digital: Verifique que no exista ruptura (termómetros digitales).
- Sonda/Sensor de Temperatura: Verifique no exista ruptura, degradación o desgaste.
- Baterías: Verifique el correcto estado de las baterías (termómetros digitales).

## Método de Calibración por Comparación Directa

Consiste en colocar el termómetro patrón con los termómetros a calibrar en el baño termostático o punto de referencia física, bajo condiciones que permitan que los sensores de cada uno de ellos alcancen una temperatura estable. La toma de lecturas debe iniciarse cuando se asegure que la temperatura de los termómetros ha alcanzado un valor estable[23].

### Condiciones Para la Calibración

El ensayo debe realizarse a una temperatura promedio de  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa no mayor a 80%. El equipo que calibrar debe mantenerse en el lugar de la calibración en posición vertical por un lapso no menor a 1 hora[23].

### Equipos e Instrumentación

- Termómetro certificado
- Termohigrómetro certificado
- Baño Termostático

#### 2.2.3 Análisis

- Documentación Inicial: En este paso se anotan todos los parámetros de las condiciones ambientales y otras disposiciones generales para validar que el procedimiento sea válido.
- Instalación: Se elabora o se inicia el punto de referencia física para poder empezar la calibración. Una vez el punto de referencia llega a la temperatura deseada se coloca el termómetro patrón y el termómetro a calibrar en el punto de referencia y se espera a la estabilización de las temperaturas.
- Captura de datos: Se documenta la temperatura enseñada en ambos termómetros cada minuto por 10 minutos. Al finalizar se documenta la temperatura y la humedad del ambiente.
- Calculo del Error: Se determina el error del termómetro a calibrar con respecto al termómetro patrón. Un error aceptable es no mayor a  $1^{\circ}\text{C}$ .

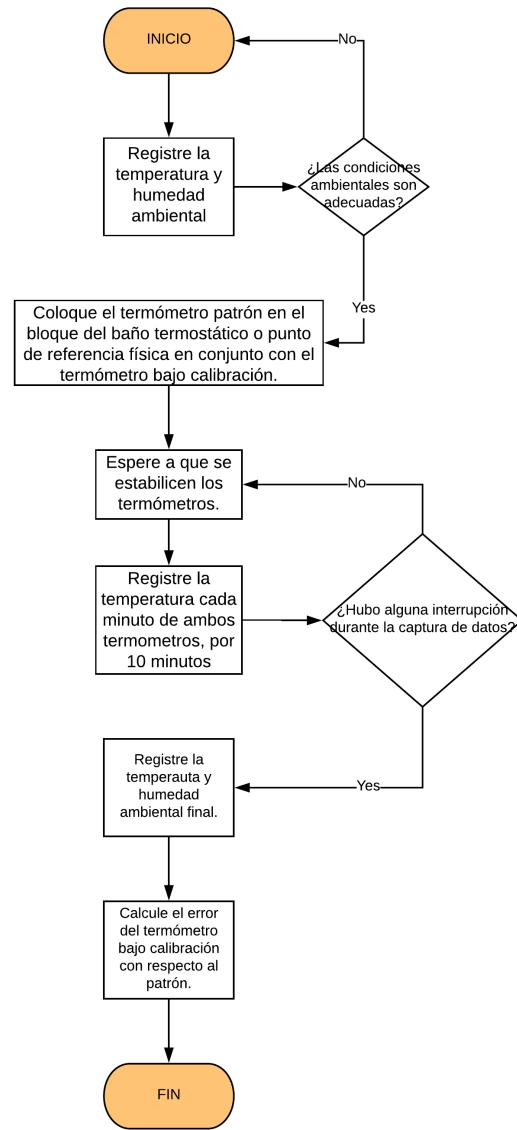


Figura. 2.4: Diagrama de Flujo del proceso operativo SIGCSA-PO-14

# Capítulo 3

## Diseño y Desarrollo del Prototipo

El presente capítulo se describe los pasos a seguir para la elaboración del prototipo de dispositivo de medición de temperatura. Para el desarrollo se tomarán en consideración aquellas tecnologías que cumplen con las características necesaria y/o aquellas que ofrezcan un valor agregado al proyecto. El principal componente del prototipo es la placa Arduino la cual brinda componentes adicionales como un regulador de voltaje y un convertidor serial a USB, muy útil al momento de programar el microcontrolador. Otras de las razones por la cual utilizamos Arduino son[6]:

- Económico: Las placas Arduino son relativamente económicas en comparación con otras plataformas de microcontroladores. La versión menos costosa del módulo Arduino se puede ensamblar a mano, e incluso los módulos Arduino premontados cuestan menos de \$50.
- Multiplataforma: El software Arduino (IDE) se ejecuta en sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux. La mayoría de los sistemas de microcontroladores están limitados a Windows.
- Ambiente de Programación Sencilla: El software Arduino (IDE) es fácil de usar para principiantes, pero lo suficientemente flexible como para que los usuarios avanzados puedan aprovecharlo también. Para los maestros, está convenientemente basado en el entorno de programación de Procesamiento, por lo que los estudiantes que aprenden a programar en ese entorno estarán familiarizados con el funcionamiento del IDE de Arduino, adicional el lenguaje de programación es muy parecido a C++.
- Software Extensible: El software Arduino se publica como herramientas de código abierto, disponibles para la extensión por programadores experimentados. El lenguaje puede expandirse a través de bibliotecas C++, y las

personas que quieran comprender los detalles técnicos pueden dar el salto de Arduino al lenguaje de programación AVR C en el que se basa. Del mismo modo, puede agregar código AVR-C directamente en sus programas Arduino si así lo desea.

- **Hardware Extensible:** Los planes de las placas Arduino se publican bajo una licencia de Creative Commons, por lo que los diseñadores de circuitos experimentados pueden hacer su propia versión del módulo, ampliarlo y mejorarlo. Incluso los usuarios relativamente inexpertos pueden construir la versión del módulo para comprender cómo funciona y ahorrar dinero.

Una vez que se haya probado todos los módulos individualmente para corroborar su funcionamiento. Se desarrolló un solo firmware para poder interarticular con todos los módulos a la vez.

Por último, se diseño un esquemático y una placa; se soldaron los componentes pasivos, módulos y placa Arduino y se diseñó e imprimió en una impresora 3D el armazón del prototipo.

## 3.1 Prototipo del Circuito

Antes de empezar a elaborar el prototipo, hay que asegurarse que se han seleccionado los componentes correctos, deben ser fáciles de integrar con la placa Arduino y tener un consumo de corriente moderado o mínimo; la alimentación del arquetipo es gracias a una batería de polímero de litio recargable. El circuito debe ser capaz de manipular componentes pasivos, módulos, sensores y una pantalla simultáneamente.

### 3.1.1 Selección de Componentes

Al momento de seleccionar los componentes se tomó en cuenta factores como dimensión, flexibilidad de integración y costo. Los elementos utilizados para la construcción del modelo son:

- **Arduino nano (Versión 3.0):** Utiliza el microcontrolador ATMEGA328P, el cual es el mismo al Arduino Uno, ver figura 1.5, por lo que la documentación es muy amplia para este tipo de placa. Es compacto y puede ser utilizado fácilmente en un breadboard o soldado a una placa, ver figura 1.6. Brinda

una memoria de 32KB suficiente para un código amplio, 14 pines digitales, menos 2 pines que son utilizados para transmisión(TX) y recepción (RX), y 8 pines análogos, 6 pueden ser utilizados como digitales, brindando un total de 18 pines programables para actuar como salidas o entradas de información.

- DS18B20: Como se ha mencionado previamente en el marco teórico este trabajo, el sensor viene en una forma de sonda, ver figura 1.18. Es muy versátil y tiene una resolución y error de medición aceptable para mediciones industriales y se puede encontrar en longitudes de hasta 1 metro. Su costo es mínimo, aproximadamente de 3 dólares por sensor.
- LCD TFT 2.8" ILI9341: A pesar de tener la menor taza de consumo de corriente entre todas las piezas de su categoría. Ofrece una gran tamaño para poder visualizar de manera eficiente la información. Puede ser alimentada por la salida de 5V de un Arduino nano y cuenta con características para ser utilizada como una pantalla táctil. El LCD es el elemento que brinda mayor costo a nuestro prototipo, pero es uno de los más importantes.
- Modulo nRF24L01+: Cuenta con capacidades de comunicación a través de radiofrecuencia, es sencillo de comunicar con cualquier placa Arduino y posee una tasa de consumo de corriente mínima. El nRF24L01+ nos permitió comunicar múltiples Arduino entre sí para poder enviar la información de los sensores de temperatura.
- Modulo Bluetooth (HC-05): Pieza que utiliza la tecnología bluetooth para transmisión de información de manera inalámbrica. No es necesario utilizarlo en todos los prototipos; ya que, la información es enviada a través de radiofrecuencia. Sin embargo, un solo arquetipo es el encargado de enviar la información de todos los demás al teléfono inteligente y ahí su importancia en este proyecto.

Entre los componentes pasivos utilizados son:

- Capacitores Electrolíticos de 10uF
- Capacitores de Cerámica de 1nF
- Resistencias de 200, 10K, 100K, 200L y 4.7K ohmios

Los capacitores se implementaron para brindar energía eléctrica estable a los componentes, las resistencias para comunicar los distintos componentes como pantalla LCD, sensor y módulos con el Arduino. Por último, se utilizó un interruptor para

brindar alimentación de la fuente de poder a nuestro prototipo y una entrada Jack de 3.5 mm.

Ahora se tiene claro porque elegimos ciertos componentes, se comienza a probar cada uno de ellos de manera individual.

### 3.1.2 Pruebas Individuales de Componentes con Arduino

Todas las pruebas fueron realizadas utilizando un Arduino nano; ya que permite un manejo sencillo con un breadboard y será el que utilizaremos en el prototipo final. Se empezó con el sensor de temperatura DS18B20.

#### Arduino y DS18B20

Si se lee detenidamente el datasheet del DS18B20 uno se percata que es más complejo que un simple termopar para medir la temperatura. Cuenta en su forma de sonda con distintos circuitos integrados que permiten la fácil integración con Arduino. El DS18B20 utiliza tres alambres. Uno para la alimentación de 5V, otro para tierra y uno de información o data. Este último es conectado a través de una resistencia de 4.7K ohmios en paralelo con una alimentación de 5V y cualquier pin digital de Arduino.

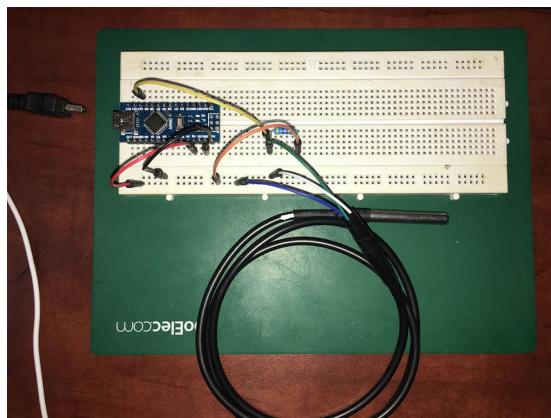


Figura. 3.1: Conexión Sencilla entre Arduino Nano y Sensor de Temperatura DS18B20

En la figura 3.1 se seleccionó el pin digital 10 para enviar la información y se ve como el sensor fue conectado a la salida de 5V del Arduino y su respectivo GND,

adicional se ve una resistencia de 4.7K entre el cable de DATA del sensor y una conexión al pin 10.

Ahora utilizando el software platformio, el entorno de desarrollo que se utilizó para programar la placa Arduino, se escribió un código de prueba. Para ellos se necesitaron dos librerías: OneWire [29] y DallasTemperature [30]. El código de prueba sería el siguiente:

```
#include <Arduino.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

#define ONE_WIRE_BUS 10

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

void setup(){
Serial.begin(9600);
sensors.begin();
}

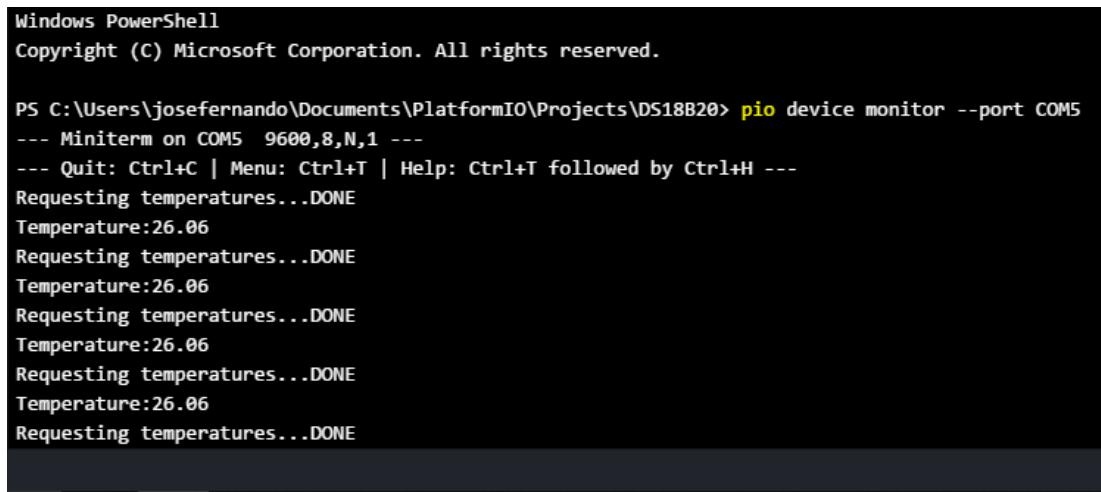
void loop(){
Serial.print("Requesting temperatures... ");
sensors.requestTemperatures();
Serial.println("DONE");
Serial.print("Temperature: ");
Serial.println(sensors.getTempCByIndex(0));
delay(1000);
}
```

Código. 3.1: Código Ejemplo para DS18B20

El código anterior puede ser encontrado como uno de los ejemplos que trae la librería DallasTemperature[30] bajo el nombre "Simple.pde" y puede ser escrito por cualquier editor de texto. El código básicamente es crear una instancia de la clase OneWire y esa instancia colocarla como argumento dentro del objeto "sensors". En la función setup (se ejecuta una sola vez). Se inicializa el puerto serial a 9600 baudios y se inicializa el objeto "sensors" de clase DallasTemperatures. En la función loop, se ejecuta toda la función, desde el inicio hasta el final, una y otra vez; hasta que se apague el microcontrolador. Se imprime en la terminal de la computadora y se ejecuta la función "requestTemperatures" que llama todos

los posibles DS18B20 que se encuentren en el mismo bus. Por último, se imprime en la terminal de la computadora el resultado de la función "getTempCByIndex" donde si está conectado un DS18B20 retorna la temperatura captura en grados Celsius; en caso tal de no encontrarse ningún DS18B20 en el circuito, el valor retornado es "-127" constante de definida en la librería DallasTemperature.

Una vez se subió el código a nuestro Arduino, se debe validar que el sensor funcione correctamente, pero ¿cómo? Conectado el Arduino a una computadora se utiliza el puerto serial del entorno de desarrollo. Si se utiliza el IDE oficial de Arduino, basta con hacer clic en la barra superior la opción "herramientas" y seleccionar "Monitor Serial". Como se implementó Platformio como IDE, basta con seleccionar en la barra de herramientas "Platformio", la opción "Serial Monitor". Esencialmente lo que hace esa opción es escribir en la terminal de comandos "pio device monitor --port COM5" y con eso es posible comunicarnos con la placa Arduino a través de un puerto Serial. En la figura 3.2, se visualiza el resultado del código 3.1, en ejecución por el microcontrolador.



```
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. All rights reserved.

PS C:\Users\josefernando\Documents\PlatformIO\Projects\DS18B20> pio device monitor --port COM5
--- Miniterm on COM5 9600,8,N,1 ---
--- Quit: Ctrl+C | Menu: Ctrl+T | Help: Ctrl+T followed by Ctrl+H ---
Requesting temperatures...DONE
Temperature:26.06
Requesting temperatures...DONE
Temperature:26.06
Requesting temperatures...DONE
Temperature:26.06
Requesting temperatures...DONE
Temperature:26.06
Requesting temperatures...DONE
```

Figura. 3.2: Terminal de Windows visualizando temperatura capturada por sensor DS18B20, a través de comunicación serial.

Se comprobó como capturar mediciones de temperatura en tiempo real. Sin embargo, no es práctico para el usuario final tener que cargar una computadora, conectar el Arduino y abrir una terminal. Aquí es se necesita la pantalla LCD ILI9348.

## Arduino y Pantalla LCD ILI9341

Luego de hacer la investigación pertinente encontró una guía para utilizar la pantalla LCD con el Arduino [31]. En ella se detalla que la pantalla LCD tolera 5V; sin embargo, el controlador ILI9341 no. Por lo tanto la guía recomienda utilizar resistencias de 10K en serie con el Arduino para establecer una comunicación satisfactoria.

El controlador de la pantalla utiliza el bus SPI del Arduino, SPI por sus siglas en inglés es Serial Peripheral Interface, el cual es un interfaz de bus comúnmente utilizado para enviar información entre microcontroladores, sensores, tarjetas SD y otros dispositivos. Por lo que las conexiones del LCD están definidas hacia los pines digitales 13, 12 y 11 para poder comunicarse con el Arduino.

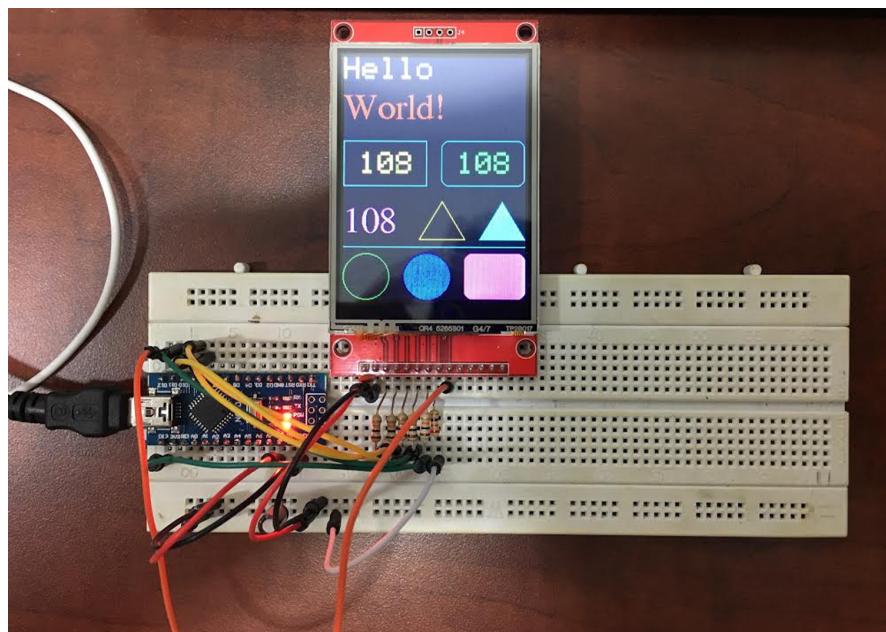


Figura. 3.3: Conexión entre Arduino y LCD ILI9341, utilizando resistencias de 10K en serie.

Cabe a destacar que el circuito de la figura 3.3, utiliza dos componentes pasivos adicionales a las resistencias. Estos son dos capacitores, uno electrolítico de 10 uF, ayuda a filtrar frecuencias bajas y otro de cerámica de 1nF el cual ayuda a filtrar altas frecuencias. El conjunto de ambos brinda una fuente de poder estable a el elemento.

La pantalla cuando es conectada al Arduino solamente despliega la luz de fondo de color blanco. Para programar los pixeles se utilizarón dos librerías: Adafruit\_ILI9341[33] y Adafruit-GFX-Library[32] ambos de los mismos desarrolladores de Adafruit; Adafruit es una compañía de hardware de código abierto y es uno de los principales contribuidores del proyecto Arduino. Se utilizó uno de los códigos ejemplos que vienen con las librerías para verificar el funcionamiento del componente como en la figura 3.3

```
#include <Arduino.h>
#include "SPI.h"
#include "Adafruit_GFX.h"
#include "Adafruit_ILI9341.h"

#define TFT_DC 9
#define TFT_CS 10
#define TFT_RST 8
#define TFT_MISO 12
#define TFT_MOSI 11
#define TFT_CLK 13

Adafruit_ILI9341 tft = Adafruit_ILI9341(
TFT_CS,
TFT_DC,
TFT_MOSI,
TFT_CLK,
TFT_RST,
TFT_MISO);

#include <Fonts/FreeSerif24pt7b.h>

int Variable1;

void setup(){
    tft.begin();
    tft.fillScreen(0x0000);
    tft.setTextWrap(false);
```

```
tft.setCursor(0, 0);
tft.setTextColor(0xFFFF);
tft.setTextSize(4);
tft.println("Hello");

tft.setFont(&FreeSerif24pt7b );
tft.setTextSize(0);

tft.setCursor(0, 80);
tft.setTextColor(0xF800);
tft.println("World!");

tft.setFont();

tft.drawRect(0, 110, 110, 60, 0x07FF);
tft.drawRoundRect(129, 110, 110, 60, 10, 0x07FF);
tft.drawTriangle(100,240, 130,190, 160,240, 0xFFE0);
tft.fillTriangle(179,240, 209,190, 239,240, 0x07FF);
tft.drawLine(0, 250, 239, 250, 0x07FF);
tft.drawCircle(30, 289, 30, 0x07E0);
tft.fillCircle(110, 289, 30, 0x001F);
tft.fillRoundRect(160, 259, 80, 60, 10, 0xF81B);

}

void loop(){

Variable1++;
if(Variable1 > 150)
{
Variable1 = 0;
}

char string[10];

dtostrf(Variable1, 3, 0, string);

tft.setCursor(21, 125);
tft.setTextColor(0xFFE0, 0x0000);
tft.println(Variable1);

if(Variable1 < 10)
{
```

```

tft.fillRect(44, 124, 24, 34, 0x0000);
}
if(Variabile1 < 100)
{
    tft.fillRect(69, 124, 24, 34, 0x0000);
}

tft.setCursor(150, 125);
tft.setTextColor(0x07E0, 0x0000);
tft.setTextSize(4);
tft.println(string);

tft.fillRect(0, 198, 75, 34, 0x0000);

tft.setFont(&FreeSerif24pt7b );
tft.setTextSize(0);

tft.setCursor(0, 230);
tft.setTextColor(0xF81F);
tft.println(Variabile1);

tft.setFont();
}

```

Código 3.2: Código Ejemplo para pantalla LCD ILI9341

En el código 3.2 todas las funciones hacen referencia a la instancia de la clase "Adafruit\_ILI9341". Con ella se puede pintar pixel por pixel la pantalla utilizando esta clase; sin embargo, ya hay funciones para realizar figuras geométricas como: "drawLine", "drawCircle", "drawTriangle" y "drawRect". Las funciones principales son la de "fillscreen" la cual rellena la pantalla de un solo color y "println" el cual permite imprimir en la pantalla LCD como si fuese una terminal. En el ejemplo para seleccionar los colores del texto se utilizaron números hexadecimales; pero, la librería cuenta con constantes para los colores más comunes.

Los componentes como el sensor de temperatura DS18B20 y la pantalla LCD ILI9341, son suficiente para realizar un termómetro. El valor agregado del proyecto es la capacidad de poder comunicarse prototipos entre si de manera simultánea, con el fin que uno de ellos sea el que envié la información de las mediciones de

temperatura de todos los equipos conectados a la aplicación en Android. Esta comunicación debe ser inalámbrica y el módulo de transmisión de radiofrecuencia es el encargado de dicha tarea.

## Arduino y Modulo nRF24L01+

Durante el desarrollo del proyecto se llegó a la siguiente pregunta ¿Cómo enviar de manera inalámbrica los datos capturados de temperatura de cada uno de los prototipos a mi teléfono? Llegamos a 3 opciones: bluetooth, wi-fi y radiofrecuencia.

1. Bluetooth: Rápidamente se descartó utilizar Bluetooth, este estándar de transmisión de información inalámbrica requiere en la mayoría de sus versiones una comunicación exclusivamente de dos dispositivos. Un dispositivo actuando como maestro y el otro como esclavo. Descartando automáticamente la idea es conectar múltiples modelos con un teléfono.
2. Wi-fi: Los teléfonos tienen antenas de Wi-Fi incorporadas y se puede agregar módulos como el ESP8266, que en realidad es un microcontrolador con capacidades inalámbricas. Sin embargo, estos módulos tienen un consumo moderado a alto de energía, el cual una placa Arduino no puede satisfacer de manera consistente y disminuiría el tiempo de operación del prototipo.
3. RadioFrecuencia: Es muy parecido a utilizar un módulo Wi-Fi, es más, se encuentran en la misma banda de 2.4 GHz. La ventaja de utilizar esta tecnología es que su consumo de energía es mínimo, por lo que puede ser conectado a un Arduino sin problemas. Otra y quizás la más importante es que los módulos nRF24L01+ cuentan con una característica llamada "MultiCeiver", esta característica permite a un solo modulo actuando como receptor comunicarse con hasta 6 otros módulos actuando como transmisión de manera paralela. La desventaja es que la mayoría de los smartphones no cuentan con un transceptor compatible con radio frecuencia. Teniendo en cuenta esta limitante se designó utilizar esta tecnología para la comunicación entre los prototipos solamente.

Todos los arquetipos contarían con un chip de radio frecuencia nRF24L01+; pero solo uno sería el encargado de enviar toda la información a el teléfono.

El módulo nRF24L01+ requirió de la alimentación del pin de salida 3.3V de la placa Arduino. Adicional se necesitó dos pines digitales para que el Arduino asigne si el módulo funcionara como transmisión o recepción. Por último, este elemento

utilizaba el mismo bus que la pantalla LCD ILI9341, la interfaz de bus que se menciona es SPI y por defecto se encuentra en los pines 13, 11 y 12 de nuestro Arduino.

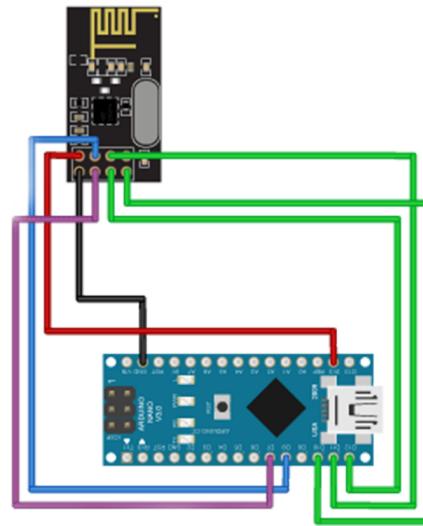


Figura. 3.4: Ejemplo de cómo conectar el módulo nRF24L01+ con un Arduino nano.

Para programar este módulo con Arduino fue necesario el uso de dos librerías: RF24[34] y el SPI este último es una de las librerías por defecto que trae Arduino. Dentro de las librerías se encontró un código ejemplo llamado "GettingStarted.ino", es un ejemplo básico de cómo enviar información de un módulo a otro.

```
#include <Arduino.h>

#include <DigitalIO.h>
#include <SPI.h>
#include "RF24.h"

bool radioNumber = 1;

RF24 radio(4,5);

byte addresses[][6] = {"1Node", "2Node"};

bool role = 0;
```

```

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    Serial.println(F("RF24/examples/GettingStarted"));
    Serial.println(
        F("***_PRESS_ 'T'_ to _begin _transmitting _to
        the _other _node" ));

    radio.begin();
    radio.setPALevel(RF24_PA_MAX);

    if(radioNumber){
        radio.openWritingPipe(addresses[1]);
        radio.openReadingPipe(1, addresses[0]);
    } else{
        radio.openWritingPipe(addresses[0]);
        radio.openReadingPipe(1, addresses[1]);
    }

    radio.startListening();
}

void loop() {
    if (role == 1) {
        radio.stopListening();

        Serial.println(F("Now _ sending"));

        unsigned long start_time = micros();
        if (!radio.write( &start_time, sizeof(unsigned long))){
            Serial.println(F(" failed"));
        }

        radio.startListening();

        unsigned long started_waiting_at = micros();
        boolean timeout = false;

        while ( ! radio.available() ){
            if (micros() - started_waiting_at > 200000 ){
                timeout = true;
            }
        }
    }
}

```

```

        break;
    }
}

if ( timeout ){
    Serial.println(F("Failed , response timed out."));
} else{
    unsigned long got_time;
    radio.read( &got_time, sizeof(unsigned long) );
    unsigned long end_time = micros();

    Serial.print(F("Sent "));
    Serial.print(start_time);
    Serial.print(F(", Got response"));
    Serial.print(got_time);
    Serial.print(F(", Round-trip delay"));
    Serial.print(end_time-start_time);
    Serial.println(F(" microseconds"));

    delay(1000);
}

if ( role == 0 ){
    unsigned long got_time;

    if( radio.available()){

        while ( radio.available()){
            radio.read( &got_time, sizeof(unsigned long) );
        }

        radio.stopListening();
        radio.write( &got_time, sizeof(unsigned long) );
        radio.startListening();
        Serial.print(F("Sent response"));
        Serial.println(got_time);
    }
}

if ( Serial.available() ){
char c = toupper(Serial.read());
if ( c == 'T' && role == 0 ){

```

```

Serial.println(
F("/**/_CHANGING_TO_TRANSMIT_ROLE_—
—PRESS_ 'R '_TO_SWITCH_BACK" ));
role = 1;

} else
if ( c == 'R' && role == 1 ){
Serial.println(F("/**/_CHANGING_TO_RECEIVE_ROLE_—
—PRESS_ 'T '_TO_SWITCH_BACK" ));
role = 0;
radio.startListening();
}
}

}

```

Código. 3.3: Código Ejemplo para módulo nRF24L01+

El código 4.3 permite controlar el módulo nRF24L01+ a través del puerto serial de una computadora. En el código se define el radioNumber, un módulo debe ser 0 y el otro 1, una instancia de la clase RF24 cuyos argumentos son los dos pines digitales del Arduino. Un arreglo de tipo byte que básicamente es la dirección que se le asigna a cada módulo y una variable de rol.

Al iniciar el programa se abre el puerto serial con 115200 baudios, esto permite a el Arduino a enviar más caracteres por el puerto serial a que si usáramos 9600.

Se inicia la instancia radio y utilizamos la función "setPAlevel" donde se indica el amplificador de poder del módulo, se utiliza como argumento "RF24\_PA\_MAX" el cual es el valor más alto que acepta el módulo. Seguido de una sentencia if, donde dependiendo del Arduino que se esté usando se abre una "tubería de comunicación" con el otro Arduino a través del módulo, una "tubería" se usa para enviar información y otro para recibir.

La función loop cuenta de dos partes. Una son las sentencias que indican el rol del Arduino, al inicio ambos Arduinos inician con el rol 0. Si un Arduino tiene en la variable "role" el valor 0, se encuentra en el modo de receptor donde espera un mensaje del otro módulo para enviar una respuesta. En caso contrario y la variable "role" tiene el valor 1, entonces el módulo envía un mensaje al otro módulo y espera la respuesta del mensaje enviado. Esto permite una comunicación bilateral y da más control al Arduino de cómo manejar la información.

En la segunda parte el Arduino está a la espera de recibir a través del puerto serial, terminal de una computadora, los valores 'T' o 'R'. En caso tal que el usuario

escriba 't' o 'T', el Arduino le envía un mensaje al usuario que ha cambiado a modo de transmisión o sea el "role" ahora tiene un valor de 1. Si el usuario escribe 'r' o 'R' entonces nuevamente se envía un mensaje para notificar al usuario y se asigna el valor de "role" a 0. En caso de que el usuario ingrese cualquier otra cosa no pasa nada. La función "loop" se ejecutará una y otra vez, mientras que el Arduino tenga una fuente de poder.

```
C:\Users\josefernando
λ pio device monitor --baud 115200 --port COM5
*****
Obsolete PIO Core v3.5.3 is used (previous was 3.6.0a3)
Please remove multiple PIO Cores from a system:
http://docs.platformio.org/page/faq.html#multiple-pio-cores-in-a-system
*****
Minicom on COM5: 115200,8,N,1 ...
... QUIT: Ctrl+C | Menu: Ctrl+F | Help: Ctrl+H ...
RF24/examples/GettingStarted
*** PRESS 'T' to begin transmitting to the other node
*** CHANGING TO TRANSMIT ROLE -- PRESS 'R' TO SWITCH BACK
Now sending
Sent 759464, Got response 7559464, Round-trip delay 2080 microseconds
Now sending
Sent 9569544, Got response 8565744, Round-trip delay 2084 microseconds
Now sending
Sent 9569532, Got response 9569532, Round-trip delay 2040 microseconds
Now sending
Sent 10573276, Got response 10573276, Round-trip delay 2040 microseconds
Now sending
Sent 11577108, Got response 11577108, Round-trip delay 2080 microseconds
Now sending
Sent 12580988, Got response 12580988, Round-trip delay 2048 microseconds
Now sending
Sent 13584888, Got response 13584888, Round-trip delay 2040 microseconds
Now sending
Sent 14588632, Got response 14588632, Round-trip delay 2040 microseconds
Now sending
Sent 15592472, Got response 15592472, Round-trip delay 2076 microseconds

C:\Users\josefernando
λ pio device monitor --baud 115200 --port COM11
*****
Obsolete PIO Core v3.5.3 is used (previous was 3.6.0a3)
Please remove multiple PIO Cores from a system:
http://docs.platformio.org/page/faq.html#multiple-pio-cores-in-a-system
*****
-- Minicom on COM11: 115200,8,N,1 ...
... QUIT: Ctrl+C | Menu: Ctrl+F | Help: Ctrl+H ...
RF24/examples/GettingStarted
*** PRESS 'T' to begin transmitting to the other node
Sent response 759464
Sent response 8565744
Sent response 9569532
Sent response 10573276
Sent response 11577108
Sent response 12580988
Sent response 13584888
Sent response 14588632
Sent response 15592472
```

Figura. 3.5: Resultado del código 4.3, dos Arduino comunicándose de manera bilateral utilizando los módulos nRF24L01+.

El módulo nRF24L01+ brinda gran valor para al proyecto por su poco precio; sin embargo, la característica que falta es enviar la información de todos los sensores a nuestro teléfono. Aquí es donde se necesita el módulo bluetooth HC-05.

## Módulo Bluetooth HC-05

El módulo bluetooth HC-05 es un clásico en los circuitos de Arduino. Hoy en día todavía se sigue utilizando ya que las versiones de bluetooth son retro compatibles. El HC-05 utiliza la versión de bluetooth 2.0 y hay vasta documentación del módulo en cuestión en la internet. Hay que tomar en cuenta que para trabajar con este módulo hay dos cosas: la pieza necesita una alimentación entre 3.6 a 6 V para funcionar y sus pines de comunicación RXD y TXD lastimosamente no toleran una lógica de 5V; por lo que, hay que aplicar un divisor de voltaje con resistencias. Se utilizó resistencias de 100K ohmios y 200K ohmios para convertir los 5V del Arduino a 3.3V, esto es solo necesario para transmitir del Arduino al HC-05. Para trasmisir del modulo al Arduino no es necesario de convertir de 3.3V a 5V. La conexión del HC-05 con el Arduino sería así:

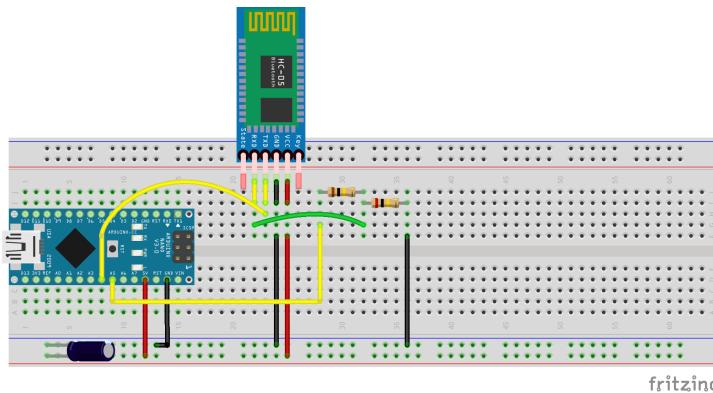


Figura. 3.6: Conexión de Arduino y HC-05

Se utilizó los pines A4 y A5, estos pueden ser pines digitales también. Adicional un capacitor de 10 uF para brindar una fuente de poder estable.

Ahora para programar el Arduino para comunicarse con el módulo se utilizó la librería "SoftwareSerial", es una de las librerías por defecto de Arduino, ella permitió utilizar pines digitales como puertos seriales adicionales y comunicar la placa Arduino con el HC-05. El código desarrollado es el siguiente.

```
#include <Arduino.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial BTserial(18, 19); // RX / TX

String json ="\r\n\"S1\":\"24.56\" ,\r\n\"S2\":\"28.10\"\r\n\r\n"; 

void setup() {
Serial.begin(9600);
BTserial.begin(9600);
}

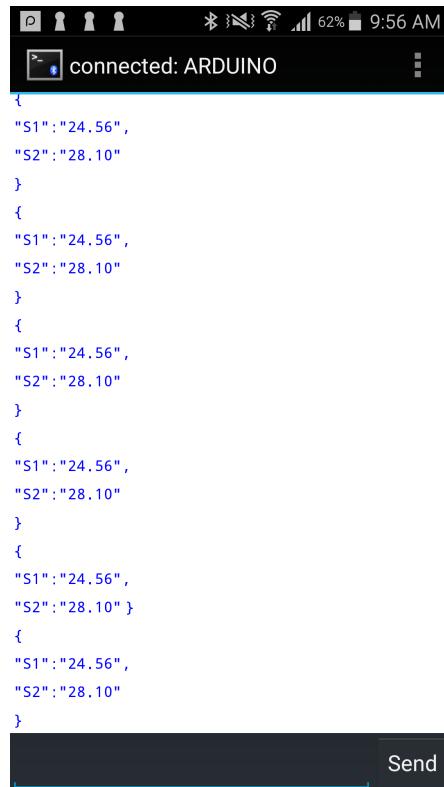
void loop() {
BTserial.println(json);
Serial.println("Sent..");
delay(1000);
}
```

Código. 3.4: Código Ejemplo para módulo HC-05

En el código ejemplo 3.4 se crea una instancia de la clase SoftwareSerial. Esta clase actúa más como una interfaz y crea una comunicación serial en los pines selec-

cionados. Siendo el primer parámetro el pin de recepción y el segundo parámetro el pin de transmisión. Se creó una variable tipo "string" el cual simula un texto en formato JSON. En la función "setup" se inicia la comunicación con el puerto serial por defecto del Arduino "Serial" a través de los pines 18 y 19 por la instancia "BTSerial". En la función "loop" se imprime la variable JSON utilizando "BTSerial", donde el HC-05 imprime el valor de la variable JSON. Se imprime por el puerto serial por defecto solamente para validar que el Arduino está funcionando y por último se ejecuta la función "delay", detiene la ejecución del código por el tiempo que se encuentra en el parámetro de la función, la unidad de la función "delay" es milisegundos.

Para validar que la información se está enviando por bluetooth. Se utilizó teléfono de desarrollo, el teléfono utilizado fue el Samsung Galaxy S5. Se descarga la aplicación "Bluetooth Terminal"[37] del Play Store de Android. Esta aplicación es una aplicación de terminal y puede realizar transacciones entre el teléfono y el dispositivo bluetooth[37], en este caso el HC-05.



```

P 🔑 🕒 🕒 🕒
Bluetooth Terminal 62% 9:56 AM
connected: ARDUINO
⋮

{
  "S1": "24.56",
  "S2": "28.10"
}

Send

```

Figura. 3.7: Resultado del código ejemplo 4.4, utilizando la aplicación "Bluetooth Terminal" en Android.

Una vez validado como programar, conectar y manipular correctamente los com-

ponentes necesarios para la elaboración del prototipo. Es momento de integrarlos para el desarrollo de un firmware (código) para el manejo de todos los componentes de manera simultánea por un Arduino. Por lo que es momento de realizar un circuito tentativo o esquemático del arquetipo.

## Circuito Tentativo

El circuito tentativo del dispositivo es una combinación de todos los componentes seleccionados en un solo circuito. El elemento principal es el Arduino Nano y es donde subiremos el firmware. El Esquemático del prototipo es el siguiente:

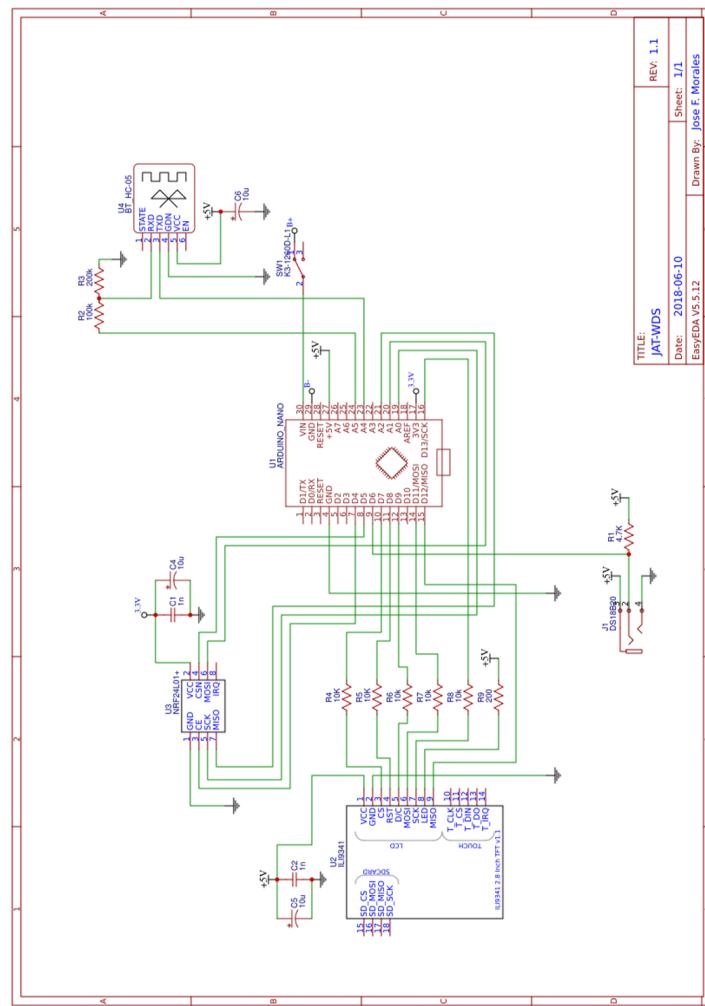


Figura. 3.8: Versión 1.1 del Circuito del Prototipo de Medición de Temperatura.

## 3.2 Desarrollo de Firmware

El firmware o soporte lógico inalterable es un programa informático que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo. Está fuertemente integrado con la electrónica del dispositivo, es el software que tiene directa interacción con el hardware, siendo así el encargado de controlarlo para ejecutar correctamente las instrucciones externas.[39]

Para el desarrollo del firmware del prototipo se utilizarán las librerías previamente descritas en las pruebas individuales de los componentes con Arduino. Dando como el resultado el firmware en su primera versión.

```
#include <Arduino.h>

/*RF Libraries*/
#include <DigitalIO.h>
#include <SPI.h>
#include "RF24.h"

/*Temp Sensor Libraries*/
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

/*Bluetooth Library*/
#include <SoftwareSerial.h>

/*ILI9341 Library*/
#include <Adafruit_ILI9341.h>

/*Constants Temp Sensor*/
const int ONE_WIRE_BUS = 6;

/*Constants RF*/
const int radioID = 3;
const int Group1 = 76;
const int Group2 = 115;

/*Constants ILI9341*/
#define TFT_DC 9
#define TFT_CS 7
#define TFT_RST 8
#define TFT_MISO 12
#define TFT_MOSI 11
#define TFT_CLK 13
```

```

/*RF CONFIG*/
RF24 Radio(4,5);
byte addresses[][6] = {"1Node", "2Node", "3Node", "4Node",
"5Node", "6Node", "7Node", "8Node", "9Node"};

/*Temp Sensor CONFIG*/
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

/*Bluetooth CONFIG*/
SoftwareSerial BTserial(18, 19); // RX / TX

/*ILI9341 CONFIG*/
Adafruit_ILI9341 tft = Adafruit_ILI9341(TFT_CS, TFT_DC,
TFT_MOSI, TFT_CLK, TFT_RST, TFT_MISO);

/*Global Variables*/
struct temperatureSensors{
float s1 = -127.00;
float s2 = -127.00;
float s3 = -127.00;
float s4 = -127.00;
float s5 = -127.00;
float s6 = -127.00;
float s7 = -127.00;
float s8 = -127.00;
float s9 = -127.00;
} values;

struct NodeResponse{
int nodeID;
float value;
} RFnode, package;

float sensortemp;
float previoustemp = -150.00;
float maxtemp = -2000.00;
float mintemp = 2000.00;
float errortemp = -127.00;

String BTjson;

/*Functions*/
void pipesSetup(){

```

```
Radio.openWritingPipe(addresses[0]);
Serial.println("JAT-"+String(radioID)+":pipes\open");

}

void ReceiveRFData(){

int currentRadioID;

Radio.setChannel(Group1);
delay(50);

for(currentRadioID = 1; currentRadioID < 4; currentRadioID++){

Radio.openReadingPipe(currentRadioID, addresses[0]);
delay(100);

if(Radio.available()){

Radio.read(&RFnode, sizeof(RFnode));
switch(RFnode.nodeID){

case 2:
values.s2 = RFnode.value;
break;
case 3:
values.s3 = RFnode.value;
break;
case 4:
values.s4 = RFnode.value;
break;
case 5:
values.s5 = RFnode.value;
break;
default:
Serial.println("RFnode.value_error");
break;
}

}

}

}

void SendRFData(NodeResponse package){

Radio.write(&package, sizeof(package));
```

```

Radio.txStandBy();
Serial.println("JAT-"+String(radioID)+" : PackageSend");
}

NodeResponse makepackage( float value){
package.nodeID = radioID;
package.value = value;

return package;
}

void screenprint( String text , int color , int x , int y , int size ){
tft.setCursor(x,y);
tft.setTextSize(size);
tft.setTextColor(color);
tft.println(text);
}

void startscreen(){
tft.begin();
tft.setRotation(0);
tft.fillScreen(ILI9341_BLACK);

/*Base GUI*/
tft.drawFastHLine(0,75, 240, ILI9341_WHITE);
screenprint("Unit:", ILI9341_DARKGREY, 10, 90, 2);
tft.drawCircle(80,90,3, ILI9341_CYAN);
screenprint("C", ILI9341_CYAN, 90, 90, 2);
tft.drawFastVLine(120, 75, 40, ILI9341_WHITE);
screenprint("ID:", ILI9341_DARKGREY, 130, 90, 2);
screenprint("S"+String(radioID), ILI9341_CYAN, 175, 90, 2);
tft.drawFastHLine(0,115, 240, ILI9341_WHITE);
screenprint("TEMPERATURE", ILI9341_DARKGREY, 20, 130, 3);
screenprint("----", ILI9341_WHITE, 50, 180, 4);
tft.drawFastHLine(0,240, 240, ILI9341_WHITE);
screenprint("MAX", ILI9341_RED, 37, 260, 2);
screenprint("----", ILI9341_WHITE, 22, 290, 2);
tft.drawFastVLine(120,240,80, ILI9341_WHITE);
screenprint("MIN", ILI9341_BLUE, 173, 260, 2);
screenprint("----", ILI9341_WHITE, 158, 290, 2);

}

void updatescreen(){

```

```

if (sensortemp == errortemp) {

if (previoustemp != errortemp){
    previoustemp = sensortemp;

    tft.fillRect(50,175,150,40,ILI9341_BLACK);
    screenprint("ERROR", ILI9341_WHITE,57,180,4);

}
}

else {

if (sensortemp != previoustemp) {
    previoustemp = sensortemp;

    tft.fillRect(50,175,150,40,ILI9341_BLACK);
    screenprint(String(sensortemp), ILI9341_WHITE,57,180,4);
}

if(sensortemp > maxtemp){
    maxtemp = sensortemp;

    tft.fillRect(8,280,90,28,ILI9341_BLACK);
    screenprint(String(sensortemp), ILI9341_WHITE,15,290,2);
}

if(sensortemp < mintemp){
    mintemp = sensortemp;

    tft.fillRect(145,280,90,28,ILI9341_BLACK);
    screenprint(String(sensortemp), ILI9341_WHITE,152,290,2);
}

}

}

void updateBTjson(){

BTjson = "{\"S1\":\""+String(values.s1)+"
\" ,\"S2\":\""+String(values.s2)+"
\" ,\"S3\":\""+String(values.s3)+"
\" ,\"S4\":\""+String(values.s4)+"
\" ,\"S5\":\""+String(values.s5)+"
"
```

```

    " \", \"S6 \":\\" +String( values .s6 )+
    " \", \"S7 \":\\" +String( values .s7 )+
    " \", \"S8 \":\\" +String( values .s8 )+
    " \", \"S9 \":\\" +String( values .s9 )+
    "\\" }" ;

}

/*MCU Functions*/
void setup() {

Serial . begin (9600);
sensors . begin ();
Radio . begin ();
Radio . setPALevel(RF24_PA_HIGH);
Radio . setDataRate(RF24_250KBPS);

if( radioID == 1){

BTserial . begin (9600);
Radio . startListening ();

}
else if( radioID >1 && radioID < 6){

Radio . setChannel(Group1);
Radio . stopListening ();
pipesSetup ();

}
else {

Serial . println ("*****radioID_error*****");

}

startscreen ();

}

void loop() {

sensors . requestTemperatures ();
sensortemp = sensors . getTempCByIndex (0);
Serial . println ("JAT—" +String( radioID )+ " " +String( sensortemp ));
```

```

if( radioID == 1){

values.s1 = sensortemp;
ReceiveRFData();
updateBTjson();
Serial.println(BTjson);
BTserial.println(BTjson);

}

else if(radioID > 1 && radioID < 6){

RFnode = makepackage( sensortemp );
SendRFData(RFnode);

}

else{

Serial.println("*****radioID_error*****");

}

updatescreen();

}

```

Código. 3.5: Firmware de nuestro prototipo en su versión 1.0

El firmware del dispositivo consta de las siguientes funciones:

- pipesSetup: Abre una tubería de comunicación de escritura hacia el prototipo con id 0 y hace una impresión en el puerto serial para indicar que la tubería esta funcionando correctamente.
- ReceiveRFData: Solo es ejecutado por el arquetipo con id 0. Configura el canal de radiofrecuencia a utilizar y luego se ingresa a un ciclo "for" en donde se abre una tubería de comunicación de lectura para escuchar el mensaje de cada uno de los dispositivos adicionales. Si hay un mensaje disponible entonces se guarda en memoria con su respectiva identificación.
- SendRFData: Es ejecutado por todos los prototipos excepto el de id 0. Se usa la función "Radio.write" para enviar el mensaje al arquetipo con id 0 y luego se ordena al modulo de radiofrecuencia a un estado de espera. Por último se imprime en el puerto serial para indicar que se envió el mensaje.

- makepackage: Se encarga de guardar el id del dispositivo y la temperatura capturada en el sensor en una variable de struct.
- screenprint: Simplifica imprimir un texto en la pantalla ILI9341.
- startscreen: Define la interfaz de usuario base de la pantalla LCD.
- updatescreen: Se encarga de actualizar los valores de temperatura en la pantalla del arquetipo.
- updateBTjson: Actualiza los valores de todos los sensores antes de ser enviados por bluetooth.

Anteriormente se ha comentado que los microcontroladores Arduino requieren en su programación dos funciones principales: "setup" y "loop".

La función setup se ejecuta una sola vez y en ella definimos si el prototipo enviará información o si recibirá información de los demás. Después de eso se inicia la pantalla LCD.

La función loop se ejecutará después de la función setup, de manera indefinida. En ella se obtiene el valor del sensor de temperatura y dependiendo de su id, el arquetipo enviará a través de bluetooth información a la aplicación. Por último se actualiza la pantalla del dispositivo.

Ahora ¿Qué ocurre con los valores enviados por bluetooth? Se sabe que llegan a una aplicación Android; pero ¿Cómo son procesados esos datos? Para responder esta pregunta es necesario saber más sobre la aplicación Android.

### 3.3 Desarrollo de Aplicación en Android

El desarrollo de la aplicación en Android no requiere de un software especializado como es en el caso de iOS. Solamente es necesario una computadora con un sistema operativo: Windows, Mac Os o Linux. El entorno de desarrollo que se utilizó es Android Studio; ya que, es soportado oficialmente por Google y recibe actualizaciones habitualmente. Adicional no es indispensable más si es recomendable utilizar un dispositivo de prueba con la versión de Android deseada. Android Studio cuenta con un emulador con capacidad de emular la mayoría de los teléfonos Android en el mercado; sin embargo, dependiendo de qué tan reciente sea el dispositivo a emular, de la misma manera utilizará más recursos del computador.

El objetivo de la aplicación es el siguiente: establecer una comunicación bluetooth con el prototipo y dependiendo de los parámetros asignados por el usuario final. Capturar las mediciones de temperatura respetando los parámetros seleccionados por el usuario y guardando los resultados en una base de datos local para ser consultados después.

Nuestra aplicación requiere esencialmente de 3 elementos:

- La interfaz
- Los Servicios del segundo plano
- La base de datos

Como es necesario primero diseñar la interfaz para poder insertar datos en la aplicación se empezó por ahí. Cabe a destacar que la compañía SIGCSA nos ha dado el permiso de utilizar los logos y colores oficiales de la compañía para el desarrollo de la aplicación.

### 3.3.1 Interfaz de la Aplicación

Al inicio de la aplicación se muestra una animación con el logo y el eslogan de la compañía. El tiempo de duración de esta animación es de 2 segundos y se ejecutara siempre y cuando la aplicación no entre en el segundo plano del sistema operativo. La imagen de la animación es la siguiente:



Figura. 3.9: Animación de inicio de la aplicación; también conocido como "Splash Screen"

Transcurridos los 2 segundos de la animación automáticamente es reemplazado por la actividad principal.

## Actividad Principal

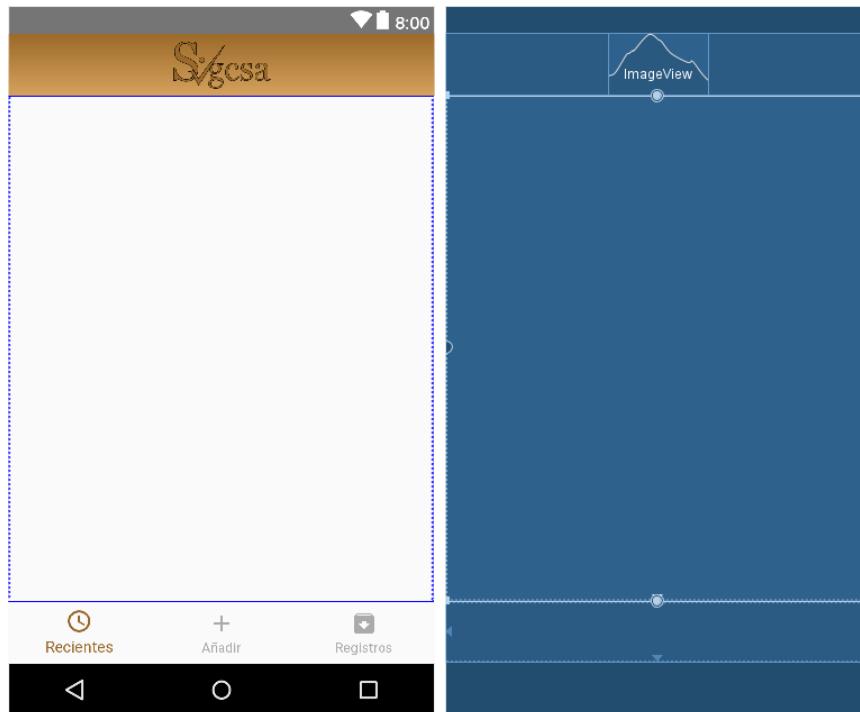


Figura. 3.10: Interfaz de la actividad principal

Pero ¿Qué es una actividad? y ¿Por qué es la actividad principal? Según la documentación oficial de Android una actividad se define como: un componente de aplicación que proporciona una pantalla con la que los usuarios pueden interactuar para hacer algo, como marcar el teléfono, tomar una foto, enviar un correo electrónico o ver un mapa. Una actividad puede iniciar otras actividades, incluidas actividades que viven en aplicaciones separadas.[40]

Se ha llamado la actividad principal porque es donde el usuario final interactúa con el resto de los componentes de la aplicación tales como menús, actividades, fragmentos y servicios.

En la imagen 3.10 se aprecia los 3 componentes de la actividad principal. En la parte superior se encuentra el "toolbar", su objetivo es el de mostrar información relativa a la actividad donde se encuentra; por lo que, se decidió utilizar el logo de la compañía SIGCSA para enfatizar que es la actividad principal.

En la parte inferior se encuentra una tendencia en la navegación de la aplicación móviles hoy en día. En Android es llamado "BottomNavigationView", como su

nombre lo indica es el encargado del manejo de las distintas fragmentos o subinterfaces utilizadas en una aplicación móvil. Es una cinta con el color de fondo de la aplicación en ella se encuentran botones que incluyen el texto y una pequeña imagen. Al seleccionar uno de estos botones la interfaz cambia con la excepción del "toolbar" y el "BottomNavigationView"; adicional el botón seleccionado incrementa ligeramente su tamaño y toma un color distinto al resto de los botones para indicar la interfaz activa en ese momento.

El ultimo componente de la interfaz de la actividad principal no es visible para el usuario; sin embargo, se puede ver el borde azul en la imagen 3.10. Este componente es un "layout", en él es donde se pueden colocar otros componentes como botones, texto y más; actúa realmente como un contenedor. En la actividad principal se encuentra vacío debido a que al iniciar la actividad se debe reemplazar este "layout" por una subinterfaz o fragmento. Por ende este componente es donde son expuestos los fragmentos seleccionados por el "BottomNavigationView" y se seleccionó el que el fragmento por defecto al iniciar esta actividad es el fragmento reciente.

## Fragmento Recientes

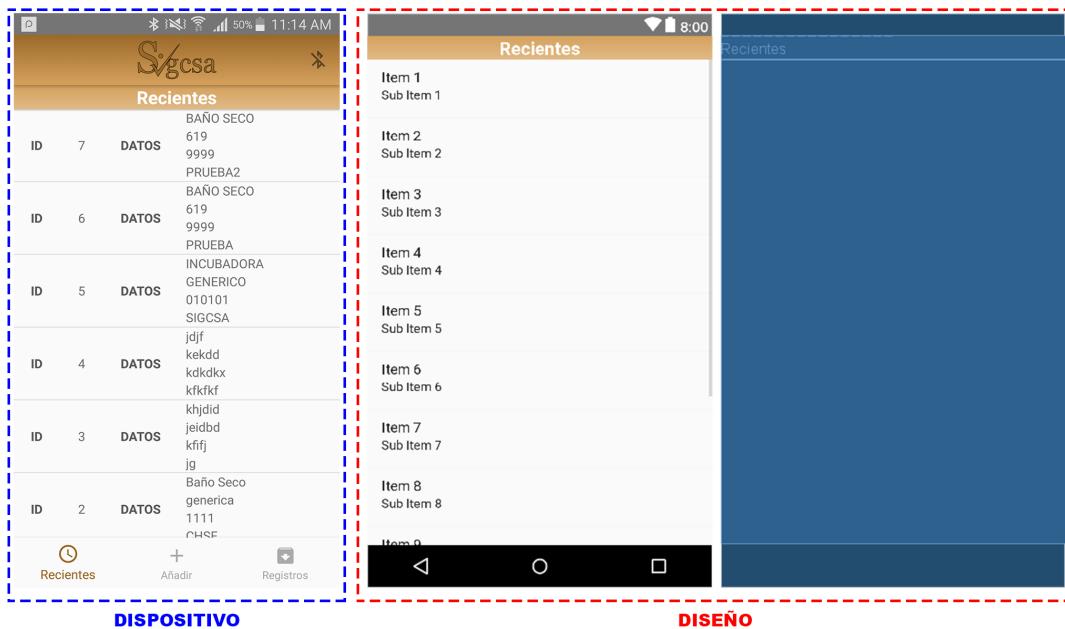


Figura. 3.11: Interfaz del Fragmento Recientes en la aplicación y durante el diseño

Al iniciar la aplicación, se inicia la actividad principal y el valor programado por defecto del "BottonNavegationView" es "Recientes"; por lo que, se procede a visualizar el fragmento reciente en la actividad principal. Un fragmento define una parte distinta del comportamiento de una actividad, incluida la interfaz de usuario asociada. Tiene su propio ciclo de vida que es similar al de la actividad y puede existir junto con otros fragmentos que están integrados en la actividad. Mientras se está ejecutando una actividad, puede agregar y eliminar fragmentos e incluir cada fragmento en una pila posterior administrada por la actividad, lo que permite al usuario navegar hacia atrás a través de los estados de los fragmentos, sin abandonar la actividad[40]. Está compuesto solamente por 3 componentes.

El componente principal es el "layout" que contiene los otros dos elementos que hacen la interfaz del usuario. Recordemos que es importante que los elementos de un fragmento se encuentren dentro de un "layout" ya que es más sencillo importar un layout a la actividad principal que todos los componentes por separado. El segundo componente es un "textview" su único objetivo es el de mostrar texto en la aplicación; sin embargo, puede ser utilizado para indicar al usuario partes de la interfaz. El "textview" despliega el texto "Recientes" y tiene un fondo similar al "toolbar" de la aplicación, esto es para brindar uniformidad en los colores de la aplicación.

El último elemento es un "ListView" es un componente especial porque es posible agregar elementos de forma dinámica como una lista, se puede definir la interfaz de sus elementos y cada elemento de la lista puede actuar como un botón para iniciar otra actividad. Es un elemento muy versátil e indispensable cuando trabajamos con bases de datos o cuando es necesario ordenar información importante al usuario.

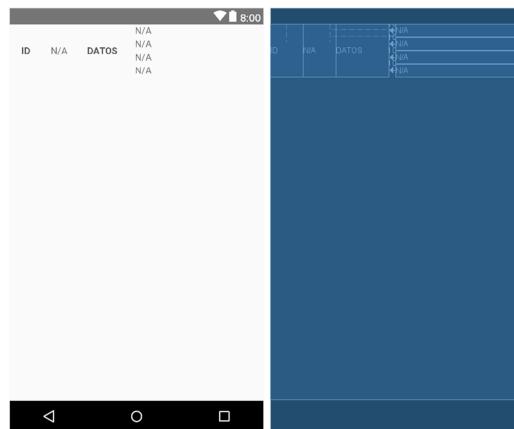


Figura. 3.12: Diseño de interfaz para "ListView" del fragmento recientes y registros

El objetivo de este fragmento es el de mostrar las mediciones realizadas recientemente. Específicamente las ultimas 10 mediciones realizadas en la aplicación. Mas adelante se verá en detalle a lo que pasa cuando se selecciona una de las mediciones mostradas en el "ListView". No obstante, primero hay que ingresar datos al fragmento recientes.

## Fragmento Añadir

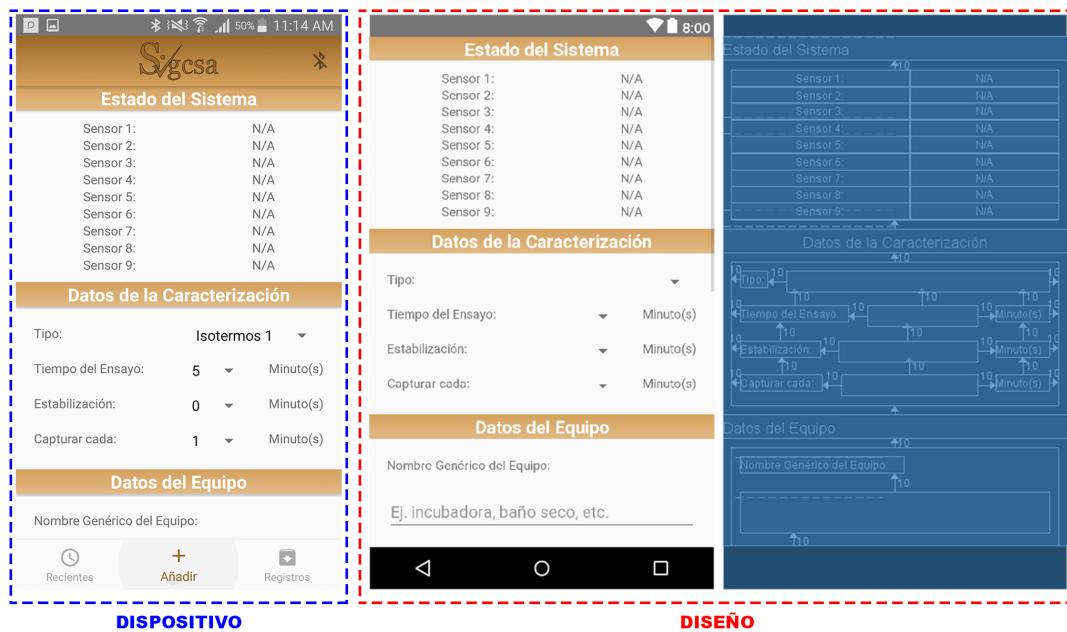


Figura. 3.13: Interfaz del Fragmento Añadir en la aplicación y durante el diseño, parte 1

Fácilmente el fragmento añadir es la interfaz más compleja de este proyecto. El "Layout" utilizado para esta interfaz es un "ScrollView" es un contenedor con características de desplazamiento vertical. El "ScrollView" es utilizado en todos los elementos de la interfaz que no caben en una pantalla promedio de un teléfono. Dentro del "ScrollView" se encuentra un "Layout" específicamente un "RelativeLayout" el cual permite un manejo eficiente de los elementos que conforman la interfaz del usuario.

El fragmento añadir se divide en 3 secciones. Al inicio el "Estado del Sistema", seguido de "Datos de la Caracterización" y "Datos del Equipo". Estas secciones son divididas por un simple texto con fondo; con el objetivo de mantener la aplicación fluida al usuario.

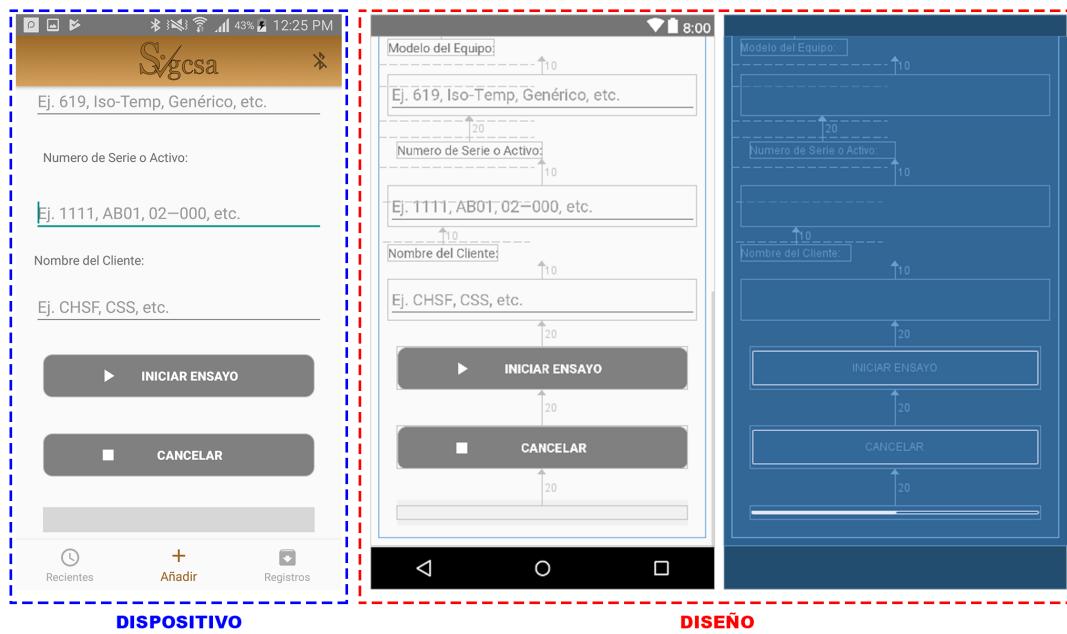


Figura. 3.14: Interfaz del Fragmento Añadir en la aplicación y durante el diseño, parte 2

La sección "Estado del Sistema" contiene los textos que visualizaran las temperaturas de los prototipos; ver imagen 3.13, una vez sea establecida la comunicación por bluetooth. A la izquierda es una guía del número de sonda o prototipo y a la derecha se encuentra el texto "N/A"; sin embargo, este valor cambiará a la temperatura actual obtenida por su respectivo prototipo y en caso tal de no recibir una lectura se mantendrá en el texto "N/A".

La sección "Datos de la Caracterización" contiene los parámetros que definirá el usuario para determinar las características de la medición o ensayo. En la imagen 3.13 podemos observar que esta sección consta de 4 casillas donde el usuario puede elegir opciones predeterminadas.

En las opciones de tipo hay 3 opciones: Isotermos 1, Isotermos 2 y Calibración con Patrón. Según el capítulo 3 donde se analizó los procesos a automatizar podemos notar que los medios Isotermos 1 necesitan de 9 termómetros; mientras que, Isotermos 2 solamente de 4 termómetros. Al saber esto se implementó una interfaz dinámica; la cual dependiendo del tipo de ensayo que se seleccione, muestre únicamente la cantidad de dispositivos necesarios.



Figura. 3.15: Dependiendo de la opción seleccionada, se ajustan los textos en la sección de "Estado del Sistema"

Entre los otros parámetros de la sección "Datos de la Caracterización" se encuentran las casillas para "tiempo del ensayo" el cual determinará por cuanto tiempo se tomará las medidas de temperatura donde el mínimo son 5 minutos y el máximo es de 60 minutos o una hora. "Estabilización" es el tiempo previo que seleccionara el usuario final; en muchas ocasiones personal de campo esperan que la temperatura en un medio isotermo se estabilice antes de proceder a capturar las medidas. Por último "Capturar cada" se explica por sí misma, es el intervalo de tiempo en que se tomaran las medidas de temperatura.

Previamente se mencionó que esta interfaz contiene más componentes que las demás; por lo que, no todos los componentes pueden ser apreciados en la pantalla de un teléfono promedio. Se debe deslizar el fragmento para poder observar los elementos faltantes. Una vez realizado esto la interfaz quedara como la imagen 3.14.

La última sección "Datos del Equipo" cuenta con campos para ingresar información del equipo a realizar el ensayo de caracterización. Datos como nombre, modelo, serie y cliente. Adicional contamos con dos botones, uno para iniciar el servicio para el registro de mediciones y otro para cancelar dicho servicio. Por último hay un "progressbar" el cual se irá completando a medida que vaya avanzando el ensayo.

## Fragmento Registros

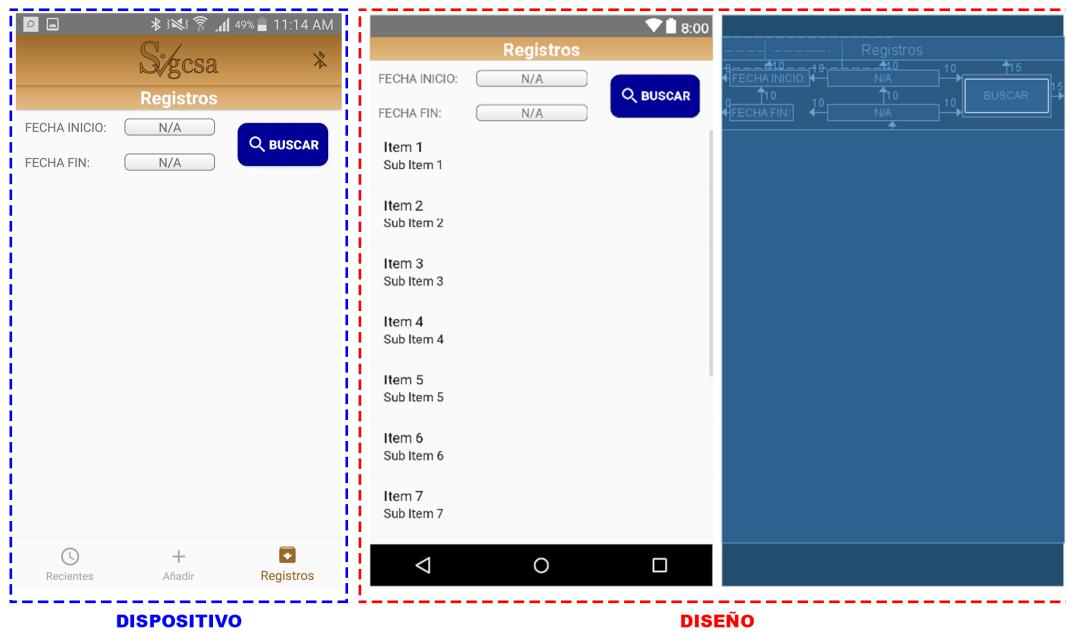


Figura. 3.16: Interfaz y diseño del fragmento registros



Figura. 3.17: Cuadro de selección de fechas y resultados del fragmento registros dependiendo de la fecha

El fragmento registros es una extensión del fragmento recientes, la única diferencia es que se puede definir las fechas de las mediciones (ensayos) que hemos realizado en la aplicación.

Cuenta con textos que indican los botones para seleccionar fecha de inicio y fecha fin, al seleccionar uno de los botones se abre un cuadro con una interfaz amigable, ver imagen 3.17, para seleccionar la fecha deseada. Un botón de buscar el cual buscara las mediciones en la base de datos utilizando como parámetros las fechas seleccionadas. De encontrar resultados los despliega en un "ListView" del fragmento en cuestión. El comportamiento del "ListView" del fragmento registros es igual al del fragmento recientes.

Estos tres fragmentos componen la actividad principal. El fragmento que visualiza el usuario después de la animación inicial y también que es donde se consulta la información de los ensayos realizados recientes. El fragmento donde se ejecutarán las operación y el que busca en detalle en la base datos. Pero aún no sabe dónde se establecerá comunicación con el prototipo.

## Actividad Bluetooth

La actividad bluetooth es la encargada de visualizar los equipos bluetooth disponibles. Establece comunicación con el arquetipo; ya que, es la encargada de llamar al servicio bluetooth de la aplicación; la cual retroalimenta la actividad principal.

En las imágenes 3.13, 3.14, 3.15, 3.16 y 3.17 se observa que en la esquina superior derecha de la aplicación un pequeño ícono de color gris con un símbolo de bluetooth. Si se selecciona este ícono se llama a la actividad bluetooth. En ella se visualiza los dispositivos bluetooth disponibles. Está compuesta por un "toolbar" con el texto "Conexiones Bluetooth" y un botón para regresar a la actividad principal. Un texto con fondo que indica los equipos, un "ListView" en el cual se desplegarán los dispositivos disponibles. Por último un botón para actualizar el "ListView" en caso de actualizar la lista.



Figura. 3.18: Interfaz y diseño de la actividad bluetooth

La última tarea o función de que el usuario puede realizar en la aplicación es el de consultar la información capturada. La actividad detalle es la encargada de demostrar la información capturada en los ensayos y las mediciones de los prototipos. En la sección de fragmento recientes y registros se mencionó que el elemento "ListView" tiene muchas características y que una de ellas era la de simular un botón por cada renglón de información desplegada al usuario. La actividad detalle es ejecutada al seleccionar una de las opciones de los "ListView".

## Actividad Detalle

En las imágenes 3.11 y 3.17 se observa los "ListView" donde se despliegan información de los ensayos realizados en la aplicación. Cada opción de ambas listas cuenta con información del ensayo que se encuentra en la base de datos de la aplicación. Al seleccionar una de las opciones se desplegará la actividad detalle.

En la Imagen 3.19 se aprecia que la información y componentes de la interfaz se encuentran distribuidos de manera similar al del fragmento añadir.



Figura. 3.19: Interfaz y diseño de la actividad detalle

Al inicio de la interfaz de esta actividad se encuentra el "toolbar" o barra de navegación con el texto "Informe Final" y un botón para regresar a la actividad principal. Seguido un texto con un fondo del color de la aplicación con el texto "Ensayo" junto con su respectivo ID en la base de datos. En la primera sección se indica al usuario si el ensayo fue "COMPLETADO" en caso tal que no haber ningún problema durante la captura de la información y en caso contrario que el usuario haya presionado el botón cancelar el texto será "CANCELADO". Luego datos esenciales como la fecha de ejecución del ensayo, hora de inicio del ensayo y hora de finalización del ensayo.

Luego sigue información de los parámetros seleccionados y escritos por el usuario para el ensayo. Por último se encuentra un botón con el texto "Sonda 1". La cantidad botones dependerá del tipo de ensayo que se ha realizado. De la misma manera como es dinámico el texto del "Estado del Sistema" en el fragmento añadir. Estos botones son especiales ya que al presionarlos se inicia la actividad detalle sonda.

## Actividad Detalle Sonda



Figura. 3.20: Interfaz y diseño de la actividad detalle

La actividad detalle sonda es donde se muestran las mediciones de temperaturas capturadas por la sonda de un prototipo. Pero ¿Por qué una actividad o una interfaz para cada sonda? en Android por convención se debe mantener la aplicación fluida para una buena experiencia del usuario. En el peor de los casos si el usuario selecciona un tipo de caracterización "Isotermostos 1" donde se tomó las mediciones de 9 sondas y se seleccionó capturar cada minuto tenemos un total de 60 mediciones por 9 sondas. Esto puede afectar el rendimiento de la aplicación al renderizar esa gran cantidad de texto en menos de 1 segundo.

Otra de las razones es para mantener mejor organizada la información y una interfaz más amigable. La interfaz de la actividad detalle sonda consta de un "toolbar" con un texto indicando su respectiva sonda y un botón para regresar a la actividad detalle. Seguido de un texto con un fondo del color de la aplicación indicando la escala de temperatura utilizada en el ensayo por la sonda. Seguido de una tabla indicando el número de medida, el tiempo en que se tomó esa medida y la medida de temperatura capturada. La tabla es un "ListView" y es deslizable. Seguido un texto con un fondo de color de aplicación con el texto "ESTADÍSTICAS"; por último se muestran 3 textos indicando valores estadísticos con respecto a la sonda. Valores como promedio de temperatura y valor máximo y mínimo de temperatura.

Teniendo en cuenta el conocimiento de todas las interfaces y las funciones de sus componentes en ellas es necesario definir como realizar ciertas tareas o funciones de la aplicación.

### 3.3.2 Funciones de la Aplicación

Las funciones o tareas de una aplicación son los problemas que resuelve una aplicación. Por ejemplo: se fue la luz y necesitas una linterna para ver en la oscuridad. ¿Cuál es el problema? Nosotros los humanos no somos capaces de ver en la oscuridad. Una solución a este problema es descargar una aplicación que pueda encender la linterna de tu teléfono cuyo resultado es el de poder ver en la oscuridad; por lo tanto problema solucionado. Teniendo en cuenta la analogía anterior la aplicación por más simple e intuitiva que sea la interfaz debe resolver el problema en este proyecto. Ahora recordando el problema de este proyecto, sección 1.2. ¿Cuál es? Un recurso de SIGCSA se encuentra por 50 minutos capturando medidas de temperatura. Por ende las funciones implementadas en esta aplicación buscan solucionar lo anterior.

### Establecer Conexión con el Prototipo

El primer paso es abrir la aplicación y seleccionar el botón con un ícono de bluetooth de color gris en la esquina superior derecha, se desplegará la actividad bluetooth. El segundo paso es seleccionar el dispositivo de la lista. En caso tal de no aparecer podemos pulsar el botón actualizar y si ni aun así no aparece, se debe acceder a las opciones del teléfono. Una vez seleccionado se enviará un mensaje con el texto "Conexión Exitosa", se regresará a la actividad principal específicamente en el fragmento añadir y el ícono bluetooth cambiara a un gancho y en la sección "Estado del Sistema" se muestran valores de temperatura en tiempo real. Si los valores no cambian del texto "N/A" se debe revisar que los prototipos estén leyendo correctamente la temperatura.

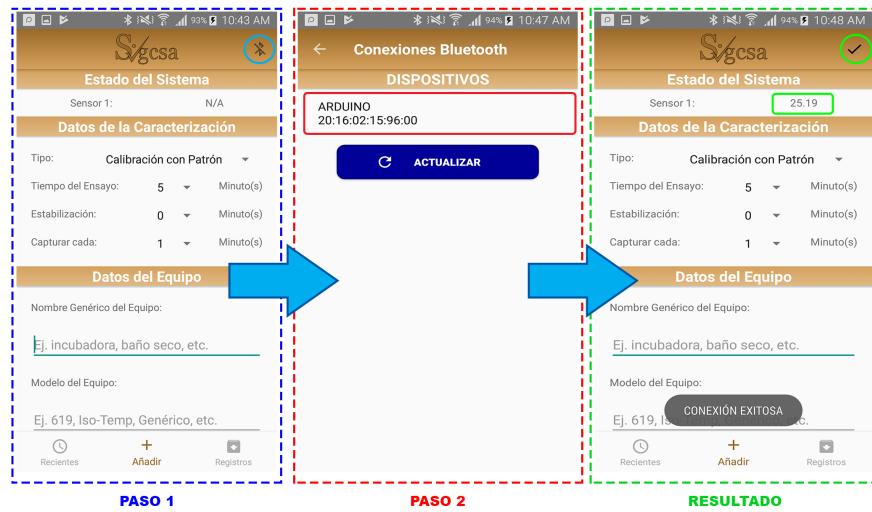


Figura. 3.21: Pasos para establecer conexión con el prototipo

Si se realizó la conexión con el prototipo y la conexión se pierde se enviará un mensaje al usuario indicando lo sucedido.



Figura. 3.22: Mensaje enviado al usuario por perdida de conexión con el prototipo

Una vez establecida una conexión con el arquetipo se puede agregar un nuevo ensayo o medición.

## Agregar Nuevas Mediciones

Primero hay que ubicarse en el fragmento añadir, menú inferior de la actividad principal botón "Añadir", la aplicación debe verse como en la imagen 3.14. se selecciona el tipo de ensayo, el tiempo del mismo, el tiempo de estabilización y el tiempo de captura. Luego se encuentran campos de texto para ingresar los datos del equipo a realizar el ensayo, estos campos son de texto libre. Si se llenaron todos los campos de texto y hay una comunicación activa con el dispositivo, el botón "INICIAR ENSAYO" se habilitará y cambiará a un color verde. Si se llenarán los campos de texto; pero, no hay una conexión activa con el prototipo o viceversa, el botón "INICIAR ENSAYO" no se habilitará.



Figura. 3.23: Validación Antes de Iniciar un Nuevo Ensayo

Una vez pulsado el botón "INICIAR ENSAYO", se deshabilitará el botón en cuestión y se habilitará el botón "CANCELAR". Además los parámetros de la medición se deshabilitarán para evitar cambios. Lo más importante es que inicia el servicio registros de mediciones el cual es el encargado de capturar los valores de los prototipos e insertarlos en la base de datos de la aplicación siguiendo los parámetros establecidos al inicio.



Figura. 3.24: Proceso una vez pulsado el botón "INICIAR ENSAYO"

Si el botón "CANCELAR" es pulsado es enviado un mensaje al servicio registros de mediciones para detener el proceso. Los valores como campos de texto y selecciones se vuelven a habilitar y el "progressbar" es reiniciado. Pulsado el botón "INICIAR SERVICIO" automáticamente se graba una fila en la base de datos. Si el servicio finaliza correctamente los valores de los campos de texto se limpian y queda el ingresa en la base de datos como "COMPLETADO".

Otro punto importante es que como el servicio registro de mediciones y servicio bluetooth de la aplicación se ejecutan en segundo plano esto quiere decir que mientras la aplicación no sea borrada de memoria. Se puede ir a otra aplicación como por ejemplo: WhatsApp, Correo, YouTube, etc. y el programa se seguirá ejecutando. Para uno se ejecutará según desee el usuario 5 minutos o una hora; mientras que, el otro se ejecuta hasta que se pierda conexión del prototipo o que se des habilite el bluetooth del teléfono.

Una vez ejecutado un ensayo hay que asegurarse que la base de datos se haya actualizado correctamente; para poder consultar las mediciones de temperatura después.

## Consultar una Medición Realizada Recientemente

Para consultar una medición realizada recientemente basta solo con ubicarse en la actividad principal y seleccionar el botón "Recientes". Cada vez que se regrese al fragmento recientes, se consulta a la base de datos de la aplicación y se retornan los últimas 10 mediciones o ensayos realizados. La aplicación debe verse como en la imagen 3.11 donde se encuentra una lista de mediciones cada una con su respectiva información y número de registro (ID). Al seleccionar un elemento de la lista se desplegará más información de la medición como en la imagen 3.19. En ella se puede acceder a las mediciones de temperatura de cada sonda de manera individual con sus respectivas características como en la imagen 3.20.



Figura. 3.25: Proceso para consultar temperatura de una respectiva sonda en un ensayo

Siempre es posible regresar al paso anterior utilizando el botón en la esquina superior izquierda o presionando la tecla de regreso del teléfono. Por último como se consulta un ensayo en un intervalo de fechas predeterminadas.

## Consultar una Medición Realizada en una Fecha Específica

Para consultar una medición o ensayo de una fecha específica o en un intervalo de fecha solamente hay que ubicarse en el fragmento registros, actividad principal seleccionar botón registros. La aplicación debe verse como en la imagen 3.16. Se selecciona uno de los campos con el texto "N/A" y se eligen las fechas deseadas, uno es para la fecha inicio la otra es para la fecha fin y se presiona el botón buscar. De encontrarse resultados se desplegarán en un formato de lista idéntico al formato del fragmento recientes y el proceso para consultar la información es igual al proceso anterior.



Figura. 3.26: Proceso para consultar temperatura de una respectiva sonda en un ensayo en un intervalo de fechas

Se tiene conocimiento de las interfaces que se encuentran en la aplicación y como utilizarlas; sin embargo, no se sabe la parte técnica. Cuando se presionan ciertos botones se hacen llamadas a servicios que se ejecutarán en el segundo plano pero ¿Cómo funcionan estos servicios?

### 3.3.3 Servicios en Segundo Plano

Según la documentación oficial de Android un servicio es un punto de entrada de propósito general para mantener una aplicación ejecutándose en segundo plano por todo tipo de razones. Es un código que no se ejecuta en la pantalla principal para realizar operaciones de larga duración o para hacer trabajos en procesos remotos. Un servicio no proporciona una interfaz de usuario. Por ejemplo, un servicio puede reproducir música en el fondo mientras el usuario está en una aplicación diferente, o puede obtener datos a través de la red sin bloquear la interacción del usuario con una actividad. Otro componente, como una actividad, puede iniciar el servicio y permitir que se ejecute o se vincule con él para interactuar con él. En realidad, hay dos servicios semánticos muy distintos que le dicen al sistema cómo administrar una aplicación: los servicios iniciados le dicen al sistema que los mantenga funcionando hasta que se complete su trabajo. Esto podría ser para sincronizar algunos datos en segundo plano o reproducir música incluso después de que el usuario abandone la aplicación.[40]

Mencionado anteriormente la aplicación cuenta con dos servicios que se ejecutan en el segundo plano. Uno para mantener una comunicación bluetooth entre el prototipo y la aplicación; mientras que el otro para capturar las medidas de temperatura del prototipo.

### Servicio Bluetooth

Cuando se desarrolla una aplicación en Android; ya se encuentra disponible un paquete genérico para utilizar la antena bluetooth de la mayoría de los teléfonos. Este paquete "android.bluetooth" contiene clases para ciertas tareas individuales para el manejo de la antena. Las clases utilizadas del paquete "android.bluetooth" son:

- BluetoothAdapter
- BluetoothDevice
- BluetoothSocket

Las clases anteriormente mencionadas contienen funciones para obtener información de un dispositivo bluetooth que se encuentra conectado a el teléfono. Otra función importante es que permite instanciar objetos con información del dispositivo al que se está conectado, objetos con información de la antena e información del "socket" si hay una conexión activa.

Un socket es un objeto de software que actúa como un punto final que establece un enlace bidireccional de comunicación de red entre un lado del servidor y un programa del lado del cliente.[41]

En Java, lenguaje utilizado en el desarrollo de aplicaciones en Android, los socket representan la comunicación entre los programas del cliente y del servidor.[41]

Teniendo claro lo necesario para desarrollar el servicio, se desarrollaron 3 clases que se comunican entre sí.

- BTAsynk: Es la clase que se encargara de establecer una comunicación con el dispositivo bluetooth deseado. Se encarga de guardar información de la conexión en memoria y valida si la conexión es exitosa.
- BTsocketHandler: Es una clase publica pero sus atributos y métodos son estáticos. Esto significa que los valores asignados y retornados de esta clase son compartidas en todas las instancias de ella. Esto es importante porque garantiza que no hallan fugas de memoria en la aplicación. En ella se guarda la información obtenida por BTAsynk para ser utilizadas después.
- BTservice: Una vez BTAsynk ha establecido una conexión correctamente, esta clase hace llamados a atributos de BTsocketHandler para validar que se esta conectado al equipo bluetooth y envía esa información del segundo plano al primer plano de la aplicación. Esto es gracias a que BTservice hereda atributos y métodos de la clase IntentService.

Según la documentación oficial de Android la clase IntentService es una clase base para servicios que manejan solicitudes asíncronas (expresadas como Intents) ha pedido. Los clientes envían solicitudes a través de llamadas Context.startService (Intent); el servicio se inicia según sea necesario, maneja cada intención a su vez utilizando un hilo de trabajo, y se detiene cuando se queda sin trabajo.[42]

Este patrón de "procesador de cola de trabajo" se usa comúnmente para descargar tareas del hilo principal de una aplicación. La clase IntentService existe para simplificar este patrón y cuidar la mecánica de la aplicación. [42]

Por ende la clase BTAsynk es la encargada de establecer una comunicación bluetooth con el arquetipo. Si la conexión es exitosa entonces BTAsynk envía informa-

ción del dispositivo y socket activo a la clase BTSocketHandler y por último inicia la clase BTService. La clase BTService entra en un ciclo while donde transformará las medidas de temperatura enviadas por el prototipo a un objeto JSON y el objeto JSON es enviado a la clase BTsocketHandler. Adicional durante este ciclo BTService estará enviando un mensaje a la actividad principal indicando que la conexión esta activa. En la actividad principal mientras BTService se encuentre enviando el mensaje, el icono del botón bluetooth será un gancho como en la imagen 4.24. Cuando el mensaje ya no sea recibido entonces enviará la notificación al usuario que la conexión con el equipo se ha caído como en la imagen 4.22. Los códigos para las clases anteriormente mencionadas se encuentran en el Anexo 2.

## Servicio de Registro de Temperatura

El Servicio de Registro de Temperatura es el encargado de convertir el objeto JSON de la clase BTSocketHandler a consultas de SQL para guardarlas en la base de datos SQLite de nuestro dispositivo.

SQLite es una librería en proceso que implementa un motor de base de datos SQL transaccional independiente, sin servidor y de configuración cero. El código es de dominio público y, por lo tanto, es gratuito para cualquier uso, comercial o privado. Es la base de datos más implementada del mundo con más aplicaciones de las que podemos contar, incluidos varios proyectos de alto perfil. Es un motor de base de datos SQL incorporado. A diferencia de la mayoría de las otras bases de datos SQL, SQLite no tiene un proceso de servidor por separado. El lee y escribe directamente en archivos de disco ordinarios. Una base de datos SQL completa con múltiples tablas, índices, disparadores y vistas, está contenida en un solo archivo de disco.[43]

Anteriormente se había mencionado que la clase BTSocketHandler es estática para que sus instancias compartan la misma información. Esto es esencial debido a que para realizar inserciones en la base de datos en tiempo real es necesario que el servicio bluetooth y el servicio registro de temperatura se encuentren trabajando simultáneamente en el segundo plano, sin afectar el rendimiento de la aplicación y la clase BTSocketHandler actuando como un puente entre ambos servicios.

En Android no hay clases para crear o manejar una base de datos; sin embargo, el paquete "android.database" brinda las clases necesarias para desarrollar un solo código que se encargue del manejo de la base de datos de la aplicación. Vamos a necesitar del paquete "android.database" las siguientes clases:

- android.database.Cursor

- android.database.sqlite.SQLiteDatabase
- android.database.sqlite.SQLiteOpenHelper

Con estas clases se desarrolló una clase para crear la base de datos y realizar las diferentes consultas e inserciones a la base de datos. El Código de esta clase llamada "DatabaseHelper" se encuentra en el Anexo 3.

Para iniciar el servicio basta con presionar el botón "INICIAR ENSAYO" del fragmento añadir. Automáticamente el fragmento añadir envía los datos de su interfaz como los campos de textos y los parámetros seleccionados por el usuario. Luego el servicio obtiene esos valores y se crea una instancia de la clase "DatabaseHelper" la cual si el fichero de la base de datos no se ha creado la crea automáticamente.

Los valores del fragmento añadir son ordenados para realizar la primera inserción en la base de datos. Si esta primera inserción es válida entonces se pregunta el valor del tiempo de estabilización seleccionado en el fragmento añadir. Si el valor es diferente de 0 entonces se utiliza el comando "SystemClock.sleep" para detener la ejecución del servicio por el tiempo que se solicitó.

Luego dependiendo del tiempo de tipo de ensayo (Isotermo 1, Isotermo 2 o Calibración con Patrón) se selecciona la tabla y los valores a insertar. Una vez seleccionados el servicio entra en un ciclo for donde se llama a el objeto JSON de la clase BTsocketHandler para realizar las inserciones correspondientes, el ciclo for se ejecutará por el tiempo que estipulo el usuario y cada vez que se realice un ciclo se envía el porcentaje del ensayo hasta el momento al "progressbar" del fragmento añadir.

Por último se valida que el usuario no presiono el botón cancelar y se actualiza la primera inserción realizada en el servicio.

Ambos servicios interactúan entre sí para crear validaciones al usuario y poder actualizar la base de datos correctamente. Sin embargo es necesario saber la estructura de la base de datos; ya que, no solamente es utilizada por los servicios sino también por el usuario al momento de consultar la información capturada.

### 3.3.4 Base de Datos SQLite

La base de datos SQLite definida en la sección es donde se guardan todas las medidas de temperatura realizadas por el prototipo. El hecho de ser un fichero en el teléfono lo hace versátil y eficiente para una base de datos local.

Por base de datos local hacemos entender que la información se mantendrá en la memoria del teléfono que se esté utilizando. SQLite se basa en una base de datos SQL; por lo que, implementó una base de datos relacional.

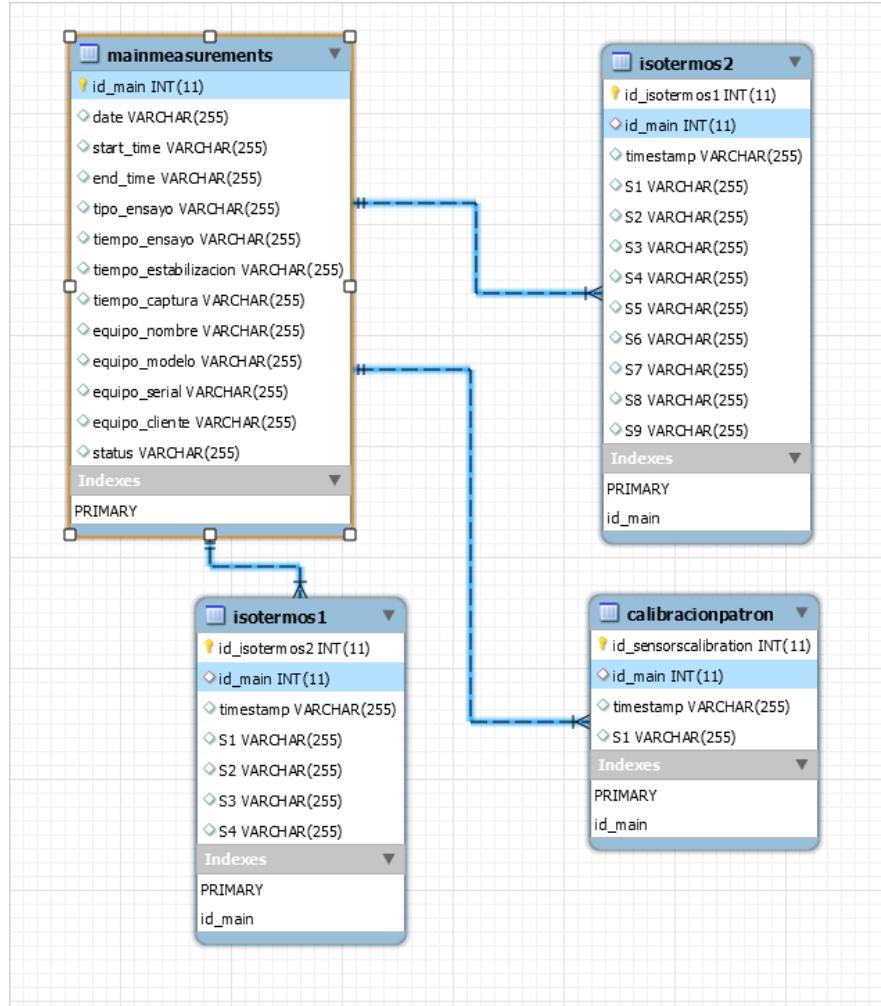


Figura. 3.27: Estructura de la Base de Datos

La tabla principal es "mainmeasurements" donde se toman los datos del equipo y parámetros del ensayo. Mientras que las otras tablas con los nombres de los tipos de ensayo son donde se guardan las medidas de temperatura. Estas tablas están relacionadas a la tabla principal, pero no entre ellas.

Hasta el momento ha cubierto el desarrollo del firmware del dispositivo, el código que maneja el prototipo. La aplicación en Android la cual guarda la información de temperaturas. El último punto por cubrir es el armazón del arquetipo. Hasta ahora solo se ha visto la placa del circuito. Pero primero se diseño un modelo tridimensional y luego se imprimió utilizando una impresora 3D.

## 3.4 Diseño Estético del Prototipo

El diseño estético del prototipo es el diseño externo o carcasa que cubrirá o encapsulará lo que es la placa y pantalla LCD. Luego se procedió a utilizar una impresora 3D para poder hacer el diseño un objeto tangible. El proceso constó de iteraciones de diseño e impresión, una y otra vez hasta conseguir el objeto deseado.

### 3.4.1 Dimensiones del Prototipo

Las medidas del prototipo son las siguientes:

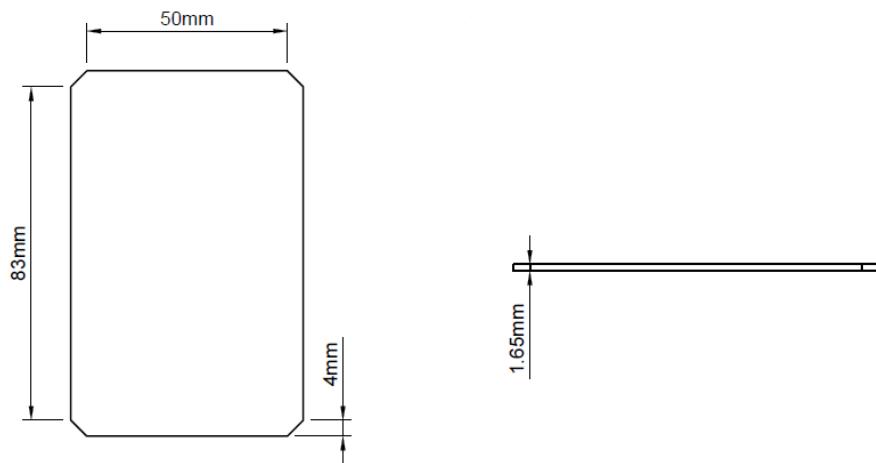


Figura. 3.28: Dibujo y dimensiones de la placa o circuito impreso

Las dimensiones de la placa es lo mas importante a la hora de hacer el armazón. En ella se encuentra el Arduino con sus respectivos módulos y componentes como resistencias, capacidores, interruptor, entrada jack de 3.5 mm y las conexiones con el LCD. La pantalla viene en su propia placa; lo que requiere saber sus dimensiones.

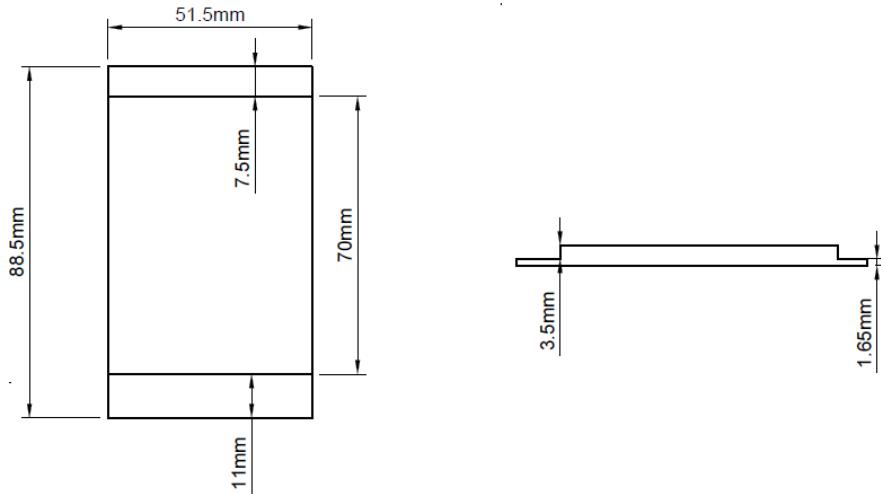


Figura. 3.29: Dibujo y dimensiones de la pantalla LCD y su placa

Siendo la primera iteración de nuestro prototipo se decidió tener una placa para el circuito impreso y otra placa con el LCD. Esto es para que actúe como una pieza modular del resto. La conexión de la pantalla con el circuito sera a través de pines. Estos pines le dan una altura al dispositivo. El Armazón por lo tanto debe ser en base a lo siguiente:

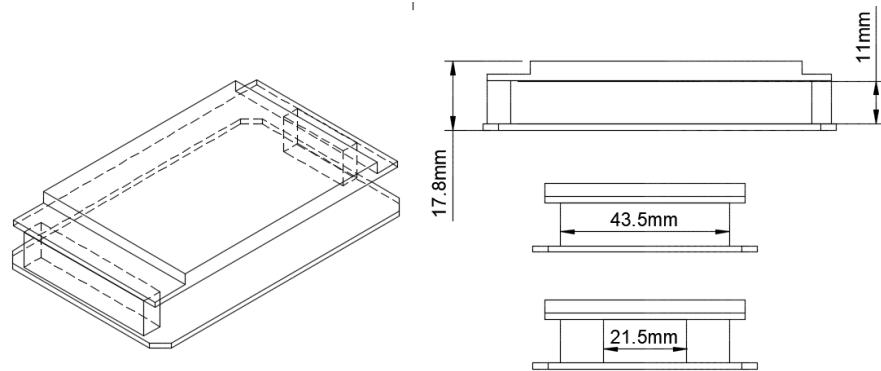


Figura. 3.30: Prototipo ensamblado, base para el diseño del armazón

Ya teniendo encuentra las dimensiones, imagen 4.30. Se procede al bosquejo.

### 3.4.2 Diseño Tridimensional del Armazón

Para el Diseño del armazón se tuvo que crear un modelo digital de las medidas del dispositivo, específicamente como el de la figura 4.30. En el programa fusion 360 este fue el resultado.

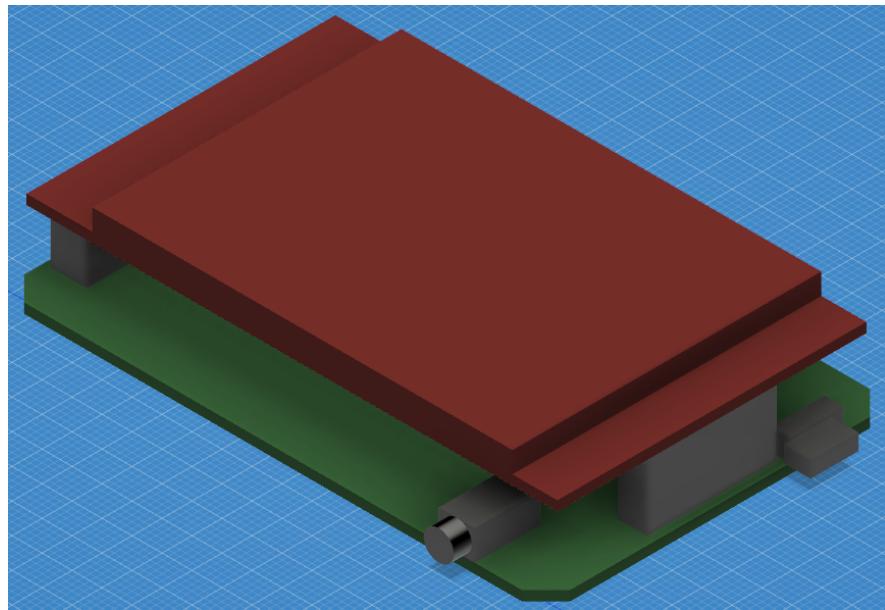


Figura. 3.31: Diseño Digital del prototipo (pantalla y circuito impreso)

En la imagen 4.31 se puede apreciar el diseño de la pantalla de color rojo, el circuito impreso o placa en verde y podemos observar ciertos elementos de color negro. Dos de ellos sobresalen de la placa del prototipo; el cilíndrico vendría siendo la conexión del sensor de temperatura, jack de 3.5 mm y uno rectangular el cual sería el switch para encender o apagar el prototipo. Esto es muy importante que se encuentre en el modelo debido a que el armazón estará compuesto de dos moldes.

Un molde superior que cubrirá la pantalla y uno inferior que cubrirá el resto del prototipo. Ambos deben encapsular el arquetipo, tener las mismas dimensiones y debe contar con un mecanismo para que no se separen en caso de una caída por el usuario.

#### Molde Superior

El molde superior es la presentación del prototipo. Si se observa las imágenes 4.29 y 4.31, la pantalla LCD no es completamente plana. Posee ciertas dimensiones

de altura que se deben tomar en cuenta.

Una regla general es que los modelos del armazón deben contar con un borde de menos de 2mm. Esto es para brindarle una base sólida y una protección a los componentes. Lo primero que debió hacer es dibujos en plano del molde y todas sus partes.

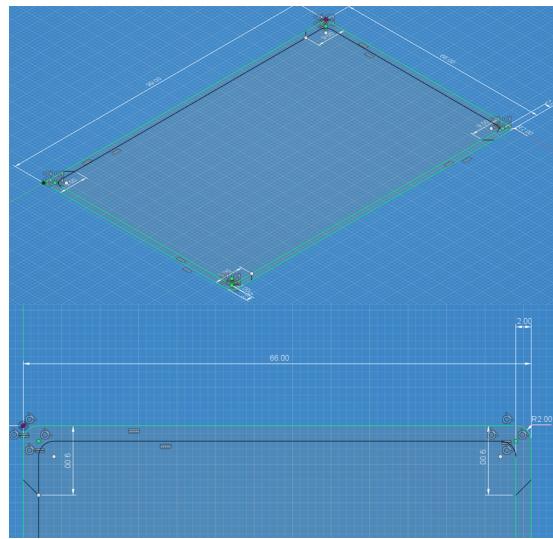


Figura. 3.32: Dibujo del Area del Molde Superior

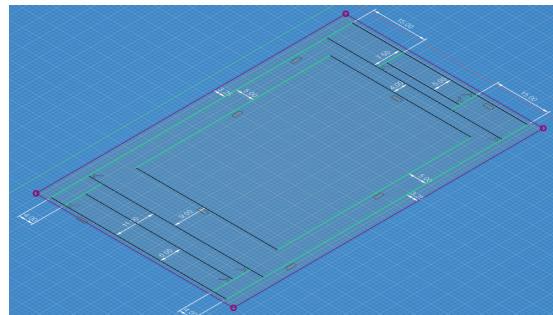


Figura. 3.33: Dibujo detallado de la pantalla LCD

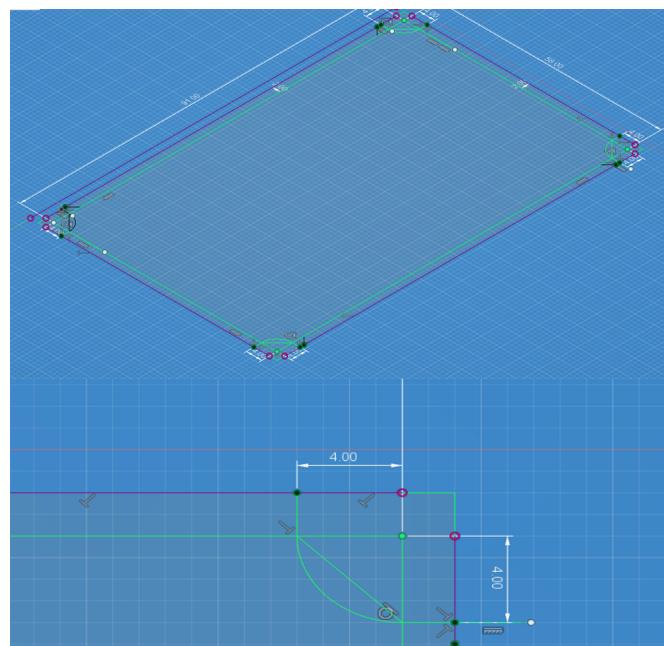


Figura. 3.34: Dibujo del Área y bordes del circuito impreso o placa

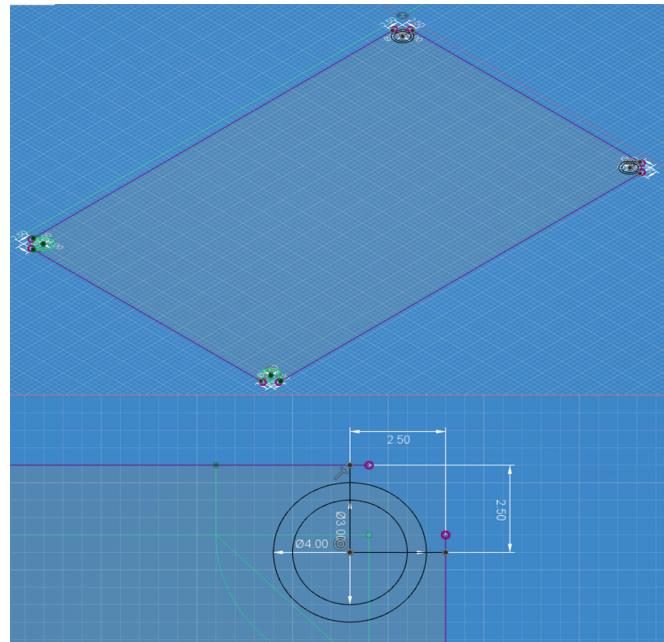


Figura. 3.35: Dibujo de circunferencias para el uso de tornillos en el molde

Ahora que se tiene definido los dibujos se procede a diseñar la parte superior.

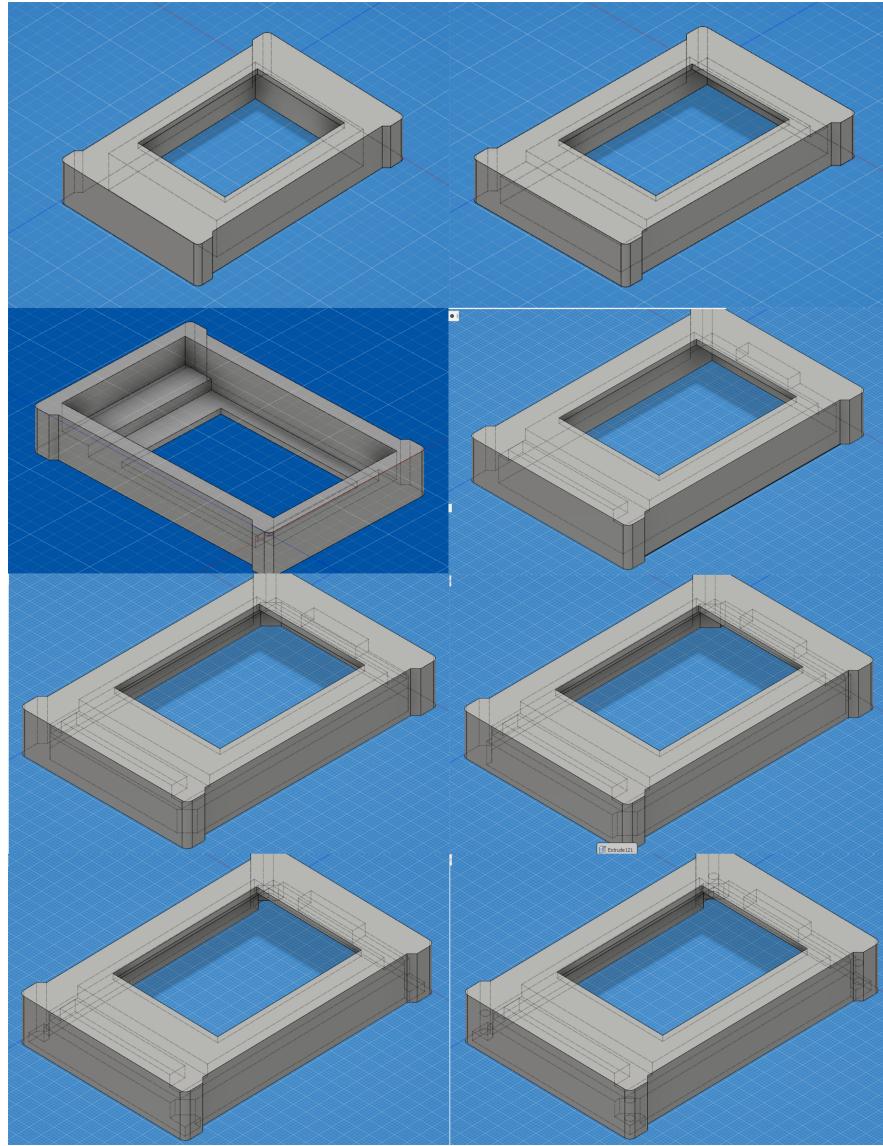


Figura. 3.36: Proceso del Diseño del Molde Superior Parte 1

En la figura 4.36 se puede ver los pasos en fusion 360. El diseño del molde superior empieza extrudiendo del dibujo de la figura 4.32; se subió el dibujo unos 17 mm y se creó el orificio donde se vera el LCD. A partir de allí se modeló la entrada para la pantalla y el espacio para la placa del prototipo. Una vez hecho eso en las esquinas se dejó un espacio diagonal; específicamente como en la figura 4.34, estos espacios tienen 3 mm de diferencia con el resto, esto es para insertar la otra pieza. Adicional se agregan los orificios donde se modeló la entrada de tornillos.

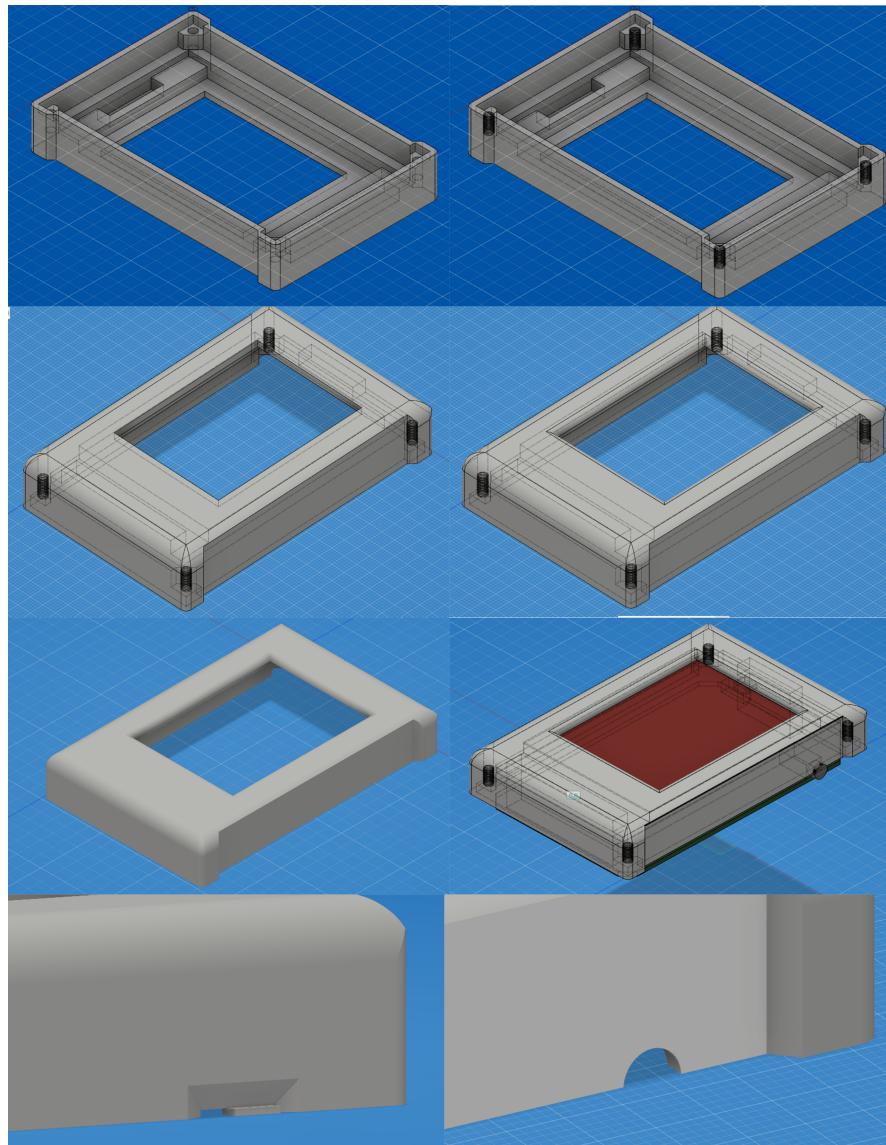


Figura. 3.37: Proceso del Diseño del Molde Superior Parte 1

En la figura 4.37 al inicio se aprecio todo lo que se hizo en la figura 4.36. Seguido se modelan las entradas para tornillos en los orificios de las esquinas. Los tornillos son de calibre M3. Realizado eso se suavizaron los bordes frontales para darle un aspecto mas profesional y por ultimo se cortaron los espacios para la entrada del sensor de temperatura y el interruptor de la batería. El resultado final es el siguiente.

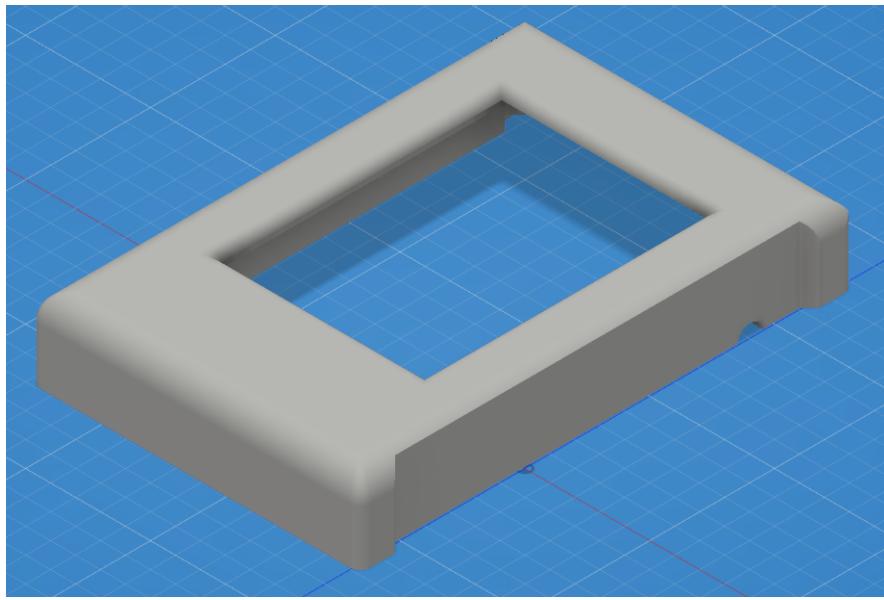


Figura. 3.38: Diseño del molde superior finalizado

Finalizado el diseño del molde superior procedemos a diseñar el molde inferior.

## Molde Inferior

El molde inferior es donde se encuentra la batería del prototipo y debe unirse a la pieza superior y cuenta con un espacio para que los tornillos entren. El molde se basó en los dibujos utilizados por el superior.

El molde inferior tiene una particularidad y es que tiene un espacio para un modulo de carga de la batería por lo que es necesario un corte para la entrada de micro-usb.

Observando la imagen 4.38 hay un corte de una circunferencia por donde se conectará el sensor de temperatura. El corte es a la mitad de la circunferencia para una inserción del dispositivo al armazón mas sencilla. Adicional hay un espacio en la parte superior del esqueleto para el interruptor de encendido del prototipo que también se encuentra a la mitad. En ambos cortes tuvo presente a el molde inferior. Para mantener la placa sin contacto directo con la batería y tener los cortes necesarios para las entradas del arquetipo se colocarón pequeños brazos para que la placa tenga donde sostenerse.

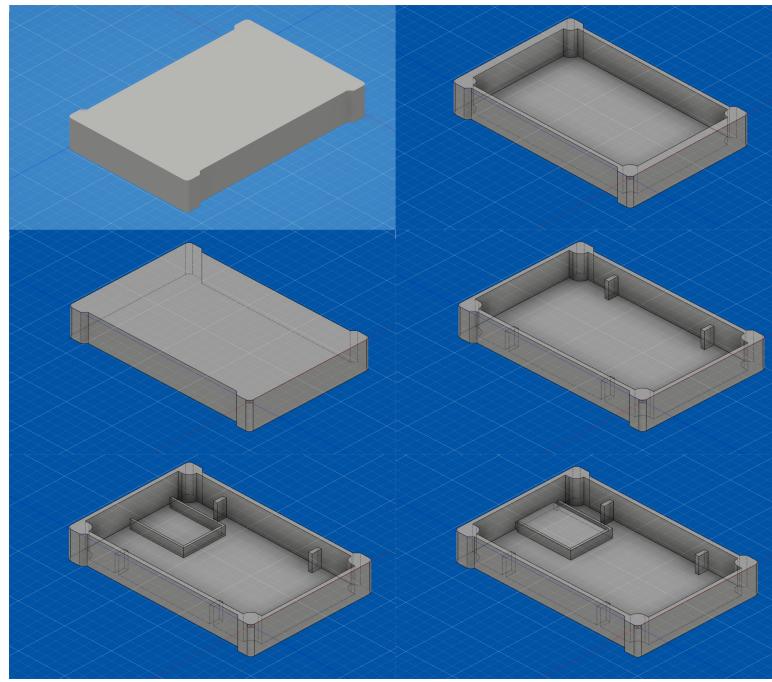


Figura. 3.39: Proceso del diseño del molde inferior parte 1

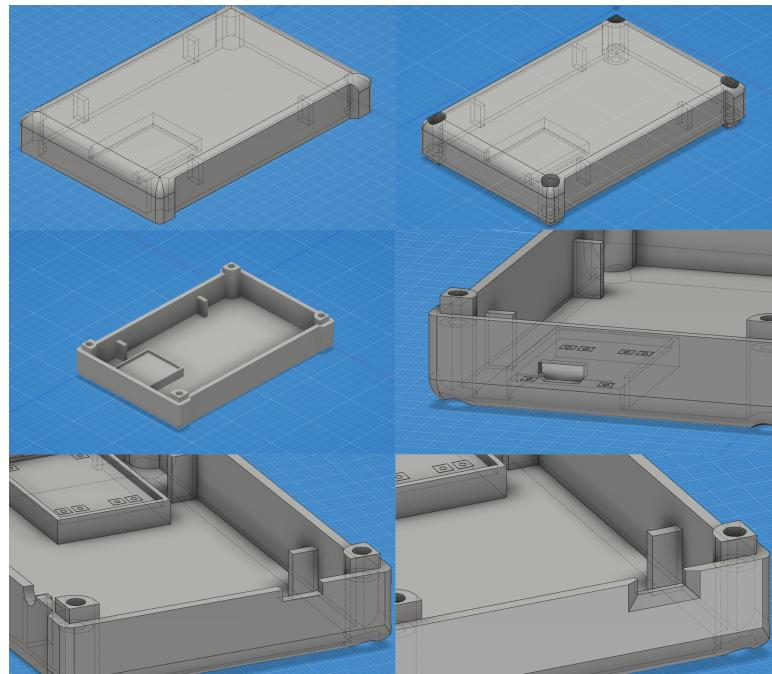


Figura. 3.40: Proceso del diseño del molde inferior parte 2

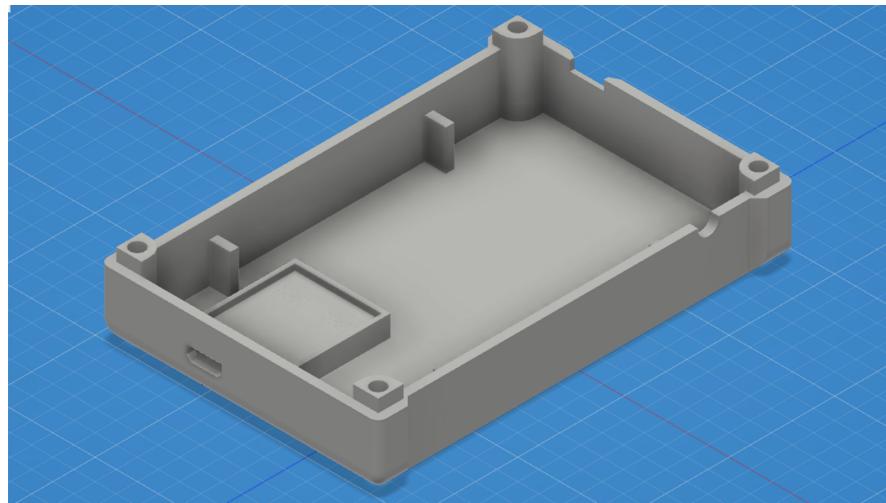


Figura. 3.41: Diseño del molde inferior finalizado

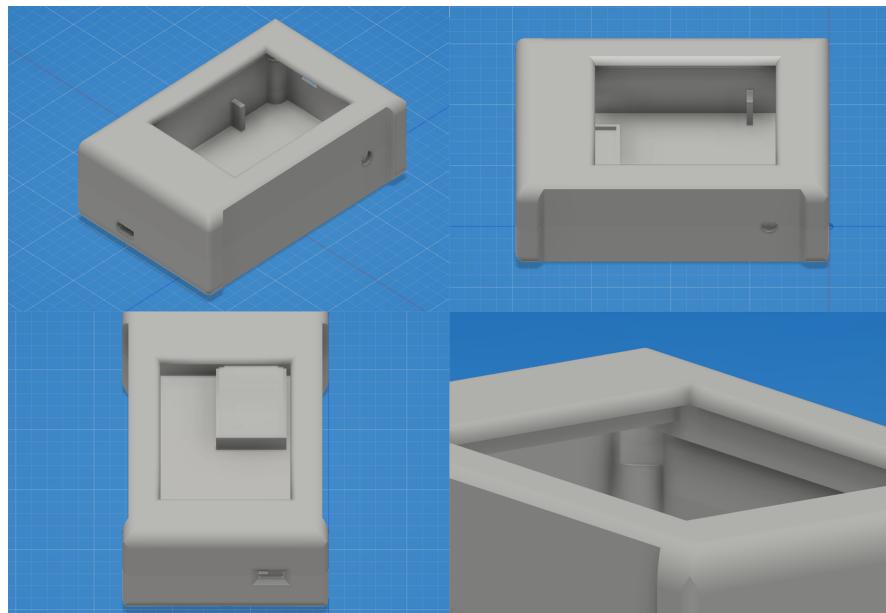


Figura. 3.42: Diseño del final del armazón

Una vez diseñado el molde superior e inferior se procedió a la impresión 3D de los mismos y el ensamblaje final.

### 3.4.3 Ensamblaje Final

Para realizar el ensamblaje final del dispositivos debió imprimir los moldes previamente diseñados. La impresora 3D que se utilizó para la impresión del diseño tridimensional es la de la figura 2.22. El resultado de las impresiones son las siguientes:

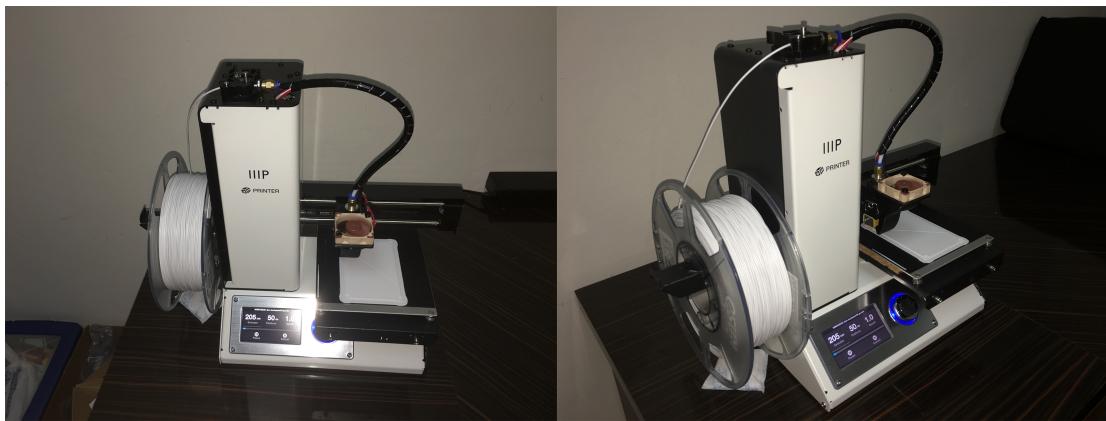


Figura. 3.43: Impresora 3D en el proceso de impresión del armazón

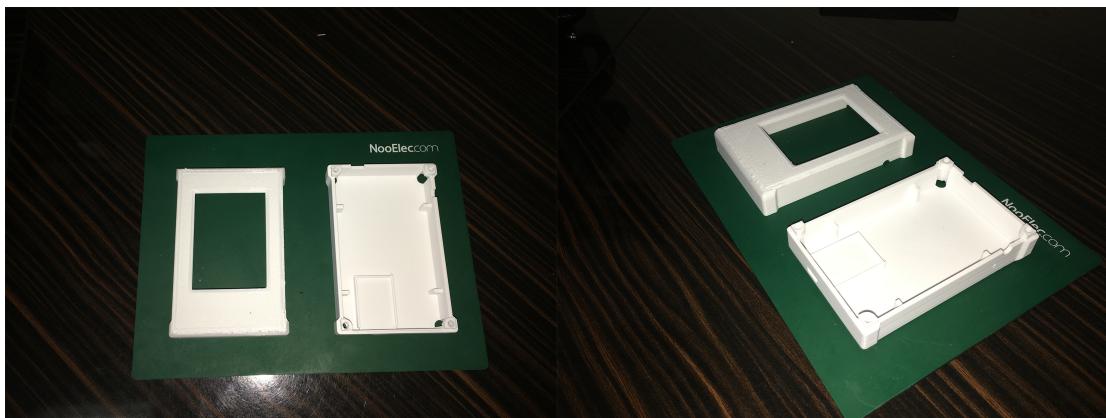


Figura. 3.44: Armazón del prototipo hecho por una impresora 3D

El armazón una vez impreso se inicia a soldar los componentes en la placa o circuito impreso del prototipo.

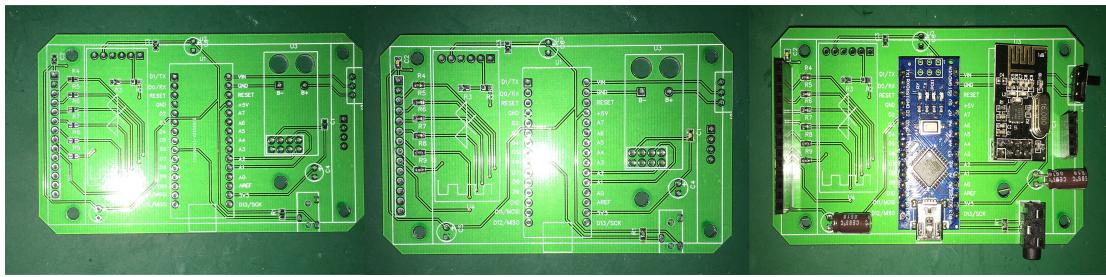


Figura. 3.45: Circuito Impreso Antes y Despues de soldar sus componentes

Por ultimo queda colocar la bateria y su circuito en el molde inferior, luego a la placa del dispositivo, después la pantalla LCD y al final colocamos el molde superior.

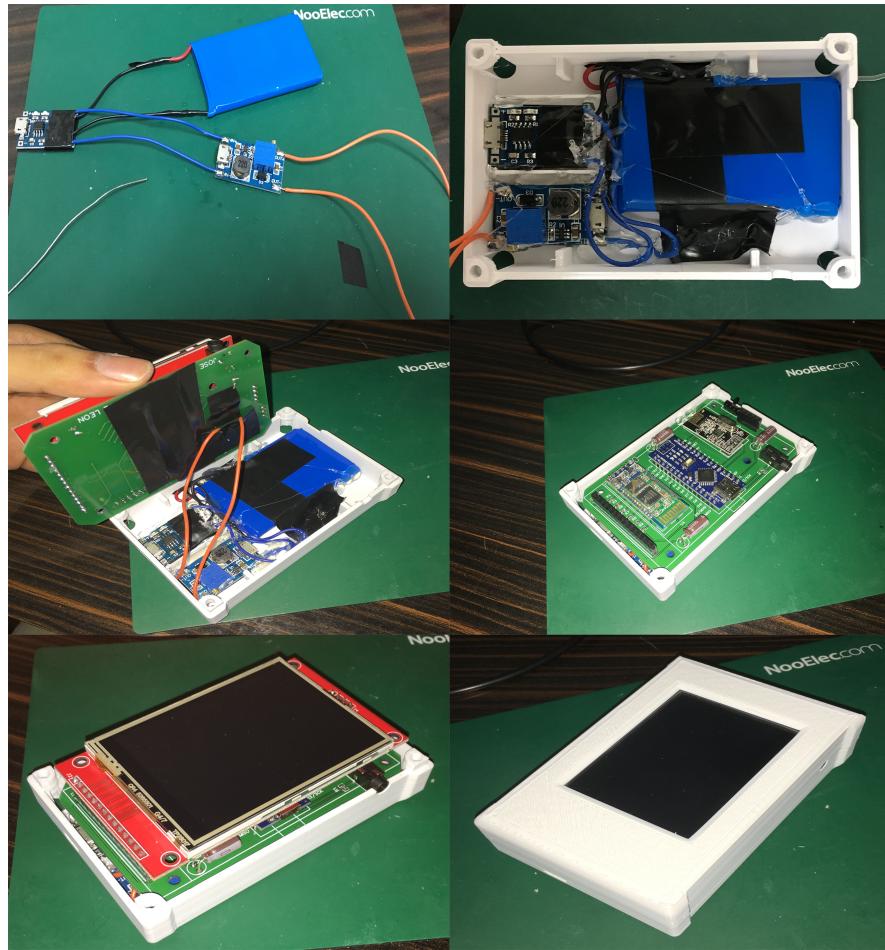


Figura. 3.46: Proceso del ensamblaje del prototipo de medición de temperatura

El resultado de unir todas las piezas sería el siguiente:



Figura. 3.47: Prototipo de medición de temperatura completo en su versión 1.0

Ahora que se terminó la elaboración del prototipo deseado, se tomo en cuenta al momento de seleccionar los componentes elegimos el sensor de temperatura DS18B20 por su margen de error y su bajo costo. Ahora las preguntas son las siguientes: ¿El prototipo cumple con los estándares de la compañía SIGCSA? y ¿Cuánto es el costo de la elaboración de un prototipo de estos? para ellos hicieron análisis de las mediciones de temperatura para establecer conclusiones en la sección de resultados.

# Capítulo 4

## Evaluación y Resultados

Luego de haber validado que el prototipo funcione correctamente se procede a iniciar con la etapa de evaluación del prototipo. Para validar si cumplimos con los estándares de la compañía SIGCSA se realizarán calibraciones a los siguientes dispositivos: 9 sensores o sondas del prototipo y 9 termómetros que actualmente utiliza la compañía para sus calibraciones en campo. Se utilizará el procedimiento operativo SIGCSA-PO-14 para la calibración para ello utilizaremos un termómetro patrón como referencia y la temperatura de nominal será indicada por un bloque de baño seco, para ambos equipos ver imagen 1.25. Las temperaturas seleccionadas para las calibraciones serán: -10.00 C, 0.00 C, 10.00 C, 30.00 C y 50.00 C. En el Anexo 4 se pueden ver los detalles de las pruebas. En la próxima sección se indican los resultados de las pruebas realizadas.

### 4.1 Resultados

En esta sección se procederá a realizar un análisis de los resultados obtenidos de las calibraciones. Las calibraciones fueron ejecutadas por personal de la división de operaciones de SIGCSA. Los aspectos tomados en consideración para dichas calibraciones son las siguientes: Las calibraciones serán de un sensor de nuestro prototipo y un termómetro de campo de SIGCSA, ambos tomarán como referencia al termómetro patrón. Se realizarán 5 pruebas en distintas temperaturas y se tomarán 10 minutos para que todos los dispositivos se estabilicen, luego para la calibración se capturará el valor indicando por todos los dispositivos cada minuto 10 veces. Una vez realizada las 5 pruebas se procede a cambiar el sensor para nuestro prototipo y un termómetro de campo diferente y nuevamente se realizan las mismas 5 pruebas con las mismas temperaturas. Se evaluarán 9 sensores, 5

pruebas cada uno, por lo que se realizaron un total de 45 pruebas. A continuación se presentan dichos resultados:

#### 4.1.1 Resultados obtenidos por el prototipo a -10.00 C

Sensores	Promedio T.JAT	Promedio T.Patrón	Promedio T.SIGCSA
1	-9.81	-9.711	-9.462
2	-9.69	-9.719	-9.811
3	-9.817	-9.727	-9.818
4	-9.512	-9.704	-9.778
5	-9.88	-9.729	-9.826
6	-9.72	-9.726	-9.481
7	-10	-9.718	-9.856
8	-9.94	-9.745	-9.83
9	-10	-9.707	-9.705

Figura. 4.1: Tabla de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a -10.00 C

Los resultados de las pruebas son alentadores, en donde tomamos las 10 mediciones capturadas por el termómetro patrón, termómetro de campo de SIGCSA y nuestro prototipo, luego se procede a calcular sus respectivos promedios, ver figura 4.1. Con estos valores podemos realizar la siguiente gráfica:

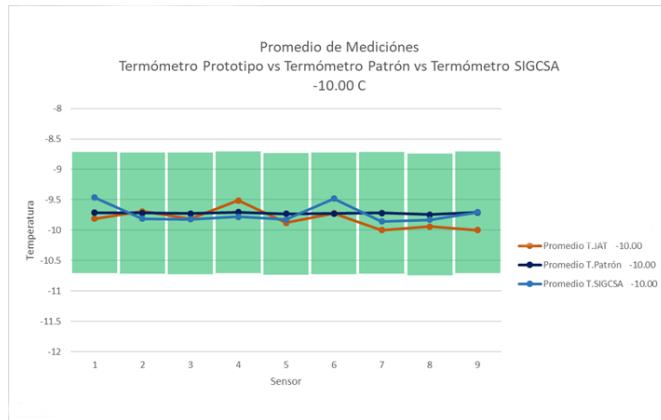


Figura. 4.2: Gráfica de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a -10.00 C

En la figura 4.2, podemos apreciar la línea del termómetro patrón con un color azul oscuro. Los termómetros de campo de SIGCSA con una línea azul claro y los sensores de nuestro prototipo en naranja oscuro. Como hemos utilizado el mismo termómetro patrón se pude notar que su línea es más uniforme. Las barras

verdes representan el área en donde el termómetro de campo de SIGCSA y nuestro el sensor del prototipo se debe encontrar para cumplir con los estándares de la compañía. Tanto nuestro prototipo como el termómetro de campo cumplen. Se realizó el mismo procedimiento pero esta vez la temperatura a 0.00 C

#### 4.1.2 Resultados obtenidos por el prototipo a 0.00 C

Sensores	Promedio T.JAT	Promedio T.Patrón	Promedio T.SIGCSA
1	0.06	0.205	0.467
2	0.244	0.186	0.109
3	0.081	0.178	0.096
4	0.25	0.208	0.13
5	0.012	0.19	0.132
6	0.067	0.16	0.498
7	-0.102	0.158	0.033
8	-0.048	0.16	0.1
9	-0.13	0.151	0.137

Figura. 4.3: Tabla de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a 0.00 C

Los resultados obtenidos por las calibraciones, ver Anexo 4 , son utilizados para calcular la temperatura promedio del termómetro patrón, los nueve termómetros de campo de SIGCSA y los sensores de temperatura del prototipo, ver figura 4.3 y con estos valores podemos realizar la siguiente gráfica:

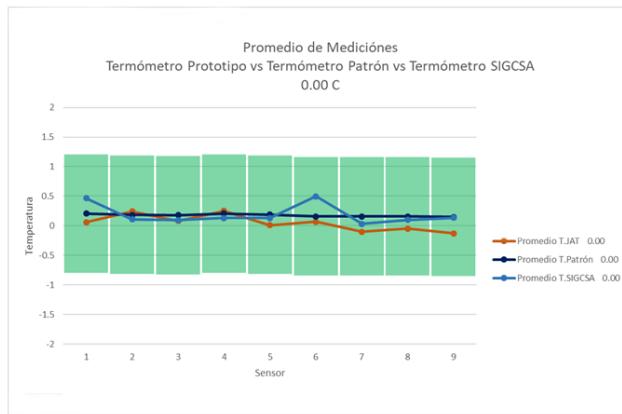


Figura. 4.4: Grafica de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a 0.00 C

Nuevamente los sensores del prototipo y los termómetros de campo de SIGCSA se encuentran en el rango aceptable para la compañía. Pero si comparamos la figura

4.4 y 4.2 podemos observar que ciertos sensores del prototipo y termómetros de campo, el error de ellos se empieza a ampliar con respecto al termómetro patrón. A continuación los resultados a 10.00 grados Celsius.

#### 4.1.3 Resultados obtenidos por el prototipo a 10.00 C

Sensores	Promedio T.JAT 10.00	Promedio T.Patrón 10.00	Promedio T.SIGCSA 10.00
1	9.94	10.112	10.083
2	10.166	10.125	10.245
3	10.06	10.132	10.025
4	10.13	10.147	9.971
5	9.958	10.15	9.745
6	10	10.145	10.387
7	9.88	10.104	9.924
8	9.94	10.12	10.248
9	9.81	10.118	9.857

Figura. 4.5: Tabla de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a 10.00 C

Los resultados obtenidos por las calibraciones, ver Anexo 4 , son utilizados para calcular la temperatura promedio del termómetro patrón, los nueve termómetros de campo de SIGCSA y los sensores de temperatura del prototipo, ver figura 4.5 y con estos valores podemos realizar la siguiente gráfica:

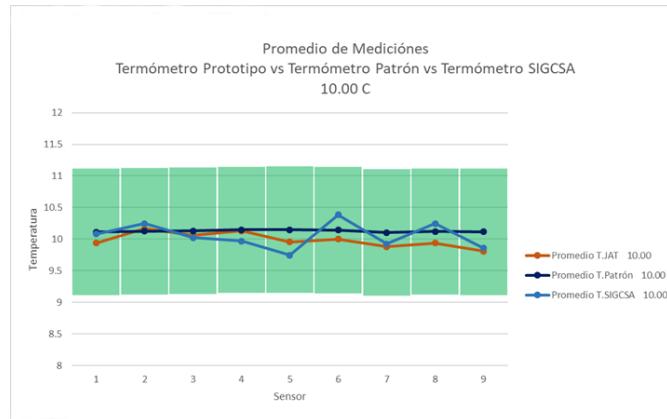


Figura. 4.6: Grafico de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a 10.00 C

Nuevamente tanto el prototipo como los termómetros de campo de SIGCSA se encuentran en el rango de aceptación de la compañía. Sin embargo si comparamos la figura 4.2 y la 4.6 podemos observar que a medida que la temperatura va

subiendo los termómetros de campo de SIGCSA comienzan a perder exactitud con respecto al termómetro patrón. El más pronunciado de todos es el termómetro de campo numero 5, el cual se encontraba muy cerca del termómetro patrón en -10.00 grados Celsius pero ahora se alejado considerablemente de la medición del termómetro patrón. Ahora seguimos con los resultados obtenidos a 30.00 grados Celsius.

#### 4.1.4 Resultados obtenidos por el prototipo a 30.00 C

Sensores	Promedio T.JAT	Promedio T.Patrón	Promedio T.SIGCSA
1	29.81	30.09	29.357
2	30.13	30.1	30.59
3	29.994	30.085	29.867
4	29.952	30.09	29.672
5	29.859	30.089	28.757
6	29.904	30.1	30.122
7	29.824	30.088	29.772
8	29.94	30.094	30.522
9	29.786	30.088	29.257

Figura. 4.7: Tabla de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a 30.00 C

Los resultados obtenidos por las calibraciones, ver Anexo 4 , son utilizados para calcular la temperatura promedio del termómetro patrón, los nueve termómetros de campo de SIGCSA y los sensores de temperatura del prototipo, ver figura 4.7 y con estos valores podemos realizar la siguiente gráfica:

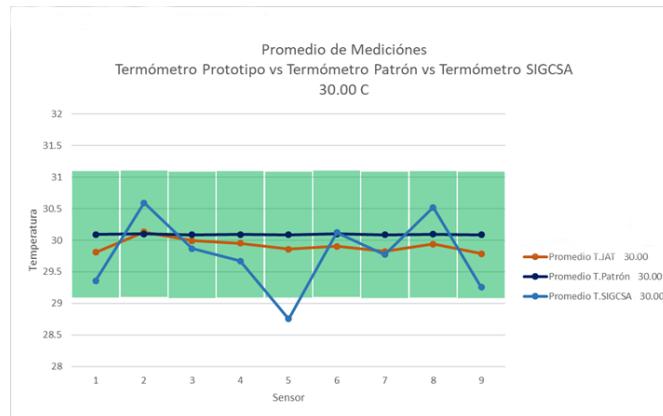


Figura. 4.8: Grafica de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a 30.00 C

La figura 4.8 en la gráfica el termómetro de campo de SIGCSA, el numero 5 a

salido del error permitido con respecto al patrón. Adicional los termómetros 1, 2, 8 y 9 también se encuentran con un error mayor de 0.5 grados con respecto al patrón. Esto indica que los termómetros de campo comenzarán a indicar valores de temperatura inexactos a medida que sube la temperatura del medio isotermo a calibrar. Sin embargo los sensores del prototipo aún mantienen las mismas lecturas con respecto al patrón. A continuación son los resultados a una temperatura de 50.00 grados Celsius.

#### 4.1.5 Resultados obtenidos por el prototipo a 50.00 C

Sensores	Promedio T.JAT	Promedio T.Patrón	Promedio T.SIGCSA
	50.00	50.00	50.00
1	49.762	50.062	48.558
2	50.024	50.086	50.895
3	49.988	50.066	49.659
4	49.88	50.07	49.387
5	49.786	50.097	47.593
6	49.78	50.112	49.916
7	49.839	50.08	49.578
8	49.897	50.128	50.801
9	49.839	50.094	48.608

Figura. 4.9: Tabla de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a 30.00 C

Los resultados obtenidos por las calibraciones, ver Anexo 4 , son utilizados para calcular la temperatura promedio del termómetro patrón, los nueve termómetros de campo de SIGCSA y los sensores de temperatura del prototipo, ver figura 4.9 y con estos valores podemos realizar la siguiente gráfica:

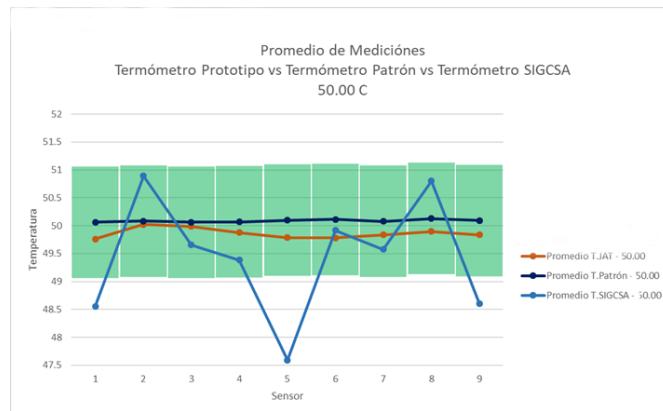


Figura. 4.10: Grafica de Promedios de Temperaturas de prototipo y termómetros a 30.00 C

En la última gráfica, figura 4.10. Dos de los termómetros de campo previamente mencionados salen del error máximo permitido (1 y 9) y el termómetro de campo 6 se aleja cada vez más del patrón. Los termómetros de campo 2 y 8 se encuentran muy cercanos del error máximo. Los sensores de temperatura del prototipo aún siguen manteniendo un margen de error aceptable; sin embargo, ya a esta temperatura podemos encontrar un aumento del error de medición con respecto al patrón específicamente en el sensor 1 y 5.

## 4.2 Conclusiones

Con la desarrollo de nuestro prototipo y las pruebas realizadas se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El prototipo cumple con los estándares de la compañía SIGCSA.
- Los sensores de temperatura utilizados en el prototipo fueron comparados con termómetros de campo de SIGCSA, los cuales ya tienen un año de uso. Por lo que es necesario nuevamente pruebas de los sensores del prototipo en un plazo de un año.
- Los componentes seleccionados cumplen sus funciones en el prototipo con la excepción del modulo de radiofrecuencia. Para la comunicación entre prototipos hace falta realizar pruebas con otras piezas similares y mejorar el firmware.
- El esquemático del prototipo integró correctamente, en un solo circuito, todos los componentes en una sola placa.
- La aplicación móvil en android cumple con capturar las medidas de temperatura de múltiples prototipos de manera simultanea en una interfaz amigable y con validaciones para no corromper la base de datos.
- El desarrollo de los servicios de segundo plano fue la parte mas compleja dentro del desarrollo de la aplicación. Los servicios en la aplicación tienen que interactuar entre si, deben compartir el mismo bloque de memoria para las capturas de temperatura, no pueden afectar la fluidez de la aplicación y tienen que manejar excepciones y validaciones que haga el usuario o el prototipo en tiempo real.
- La impresión 3D específicamente las impresoras 3D FDM es una tecnología que a pesar de ser accesible en términos económicos. Hoy todavía no es de confianza, se requiere de múltiples impresiones para obtener el modelo deseado debido a variables como temperatura ambiental, motores calibrados y la posición del modelo a la hora de imprimir afectan el resultado final.
- El prototipo puede operar de manera continua con una alimentación a través de USB y por 3 horas utilizando la batería interna.

### 4.3 Recomendaciones

- Mejorar el sistema de comunicación de radiofrecuencia; considerar utilizar otros módulos de radiofrecuencia.
- Mejorar la eficiencia de la batería o considerar utilizar una batería más grande para obtener por lo menos 8 horas de operación del prototipo.
- Por recomendación del personal de la empresa sería bueno que la base de datos de la aplicación se pueda sincronizar con su base de datos.
- El estudio de la programación multihilo sería excelente para futuros estudiantes, porque es utilizada en las aplicaciones móviles de iOS y Android. Se aprende a manejar correctamente los recursos del sistema; ya que, requiere una buena lógica de programación.
- Para las materias de diseño tridimensional o animaciones digitales en 3D se debería considerar utilizar software de Autodesk (AutoCAD y Fusion360). La adquisición de licencias es gratuita con el correo de la universidad y el ambiente de Autodesk es utilizado en el campo laboral hoy en día. Para renderizar animaciones no es necesaria una máquina potente; gracias a sus servicios en la nube y se tiene amplia documentación en inglés y español.
- Se debe de reflexionar en las materias impartidas en la carrera de Licenciatura en Ingeniería en Sistemas y Computación. Amplio conocimiento las áreas de electrónica, programación web y móvil, ayudaría bastante al desarrollo de nuevos dispositivos IOT (Internet de las cosas); ya que es un mercado en expansión a nivel mundial.

# Referencias

- [1] Soluciones Integrales en Gestión de Calidad S.A. (2018). Nosotros.  
<http://www.sigcsapanama.com/nosotros/>
- [2] Teléfono inteligente.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Tel%C3%A9fono\\_inteligente](https://es.wikipedia.org/wiki/Tel%C3%A9fono_inteligente)
- [3] Sistemas Operativos Android.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas\\_Operativos\\_Android](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_Operativos_Android)
- [4] Ramírez, I. Historia y evolución de Android: cómo un sistema operativo para cámaras digitales acabó conquistando los móviles.  
<https://www.xatakandroid.com/sistema-operativo/historia-y-evolucion-de-android-como-un-sistema-operativo-para-camaras-digitales-acabo-conquistando-los-moviles>
- [5] Android Lollipop. [https://es.wikipedia.org/wiki/Android\\_Lollipop](https://es.wikipedia.org/wiki/Android_Lollipop).
- [6] Arduino - Introduction. <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- [7] Horowitz, P. and Hill, W. (2015). The art of electronics. 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- [8] Wiki.eprolabs.com. Bluetooth Module HC-05.  
[https://wiki.eprolabs.com/index.php?title=Bluetooth\\_Module\\_HC-05](https://wiki.eprolabs.com/index.php?title=Bluetooth_Module_HC-05)
- [9] Nordic Semiconductor. DATASHEET nRF24L01+ Single Chip 2.4GHz Transceiver Product Specification v1.0.
- [10] Aprendiendo Arduino. Sensores y Actuadores.  
<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/12/18/sensores-y-actuadores/>
- [11] Sensor. <https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>

- [12] DATASHEET DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. 4th rev. <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
- [13] DATASHEET DHT11 Humidity & Temperature Sensor. <https://www.mouser.com/ds/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>
- [14] Es.wikipedia.org. Termómetro. <https://es.wikipedia.org/wiki/Term%C3%B3metro>
- [15] Valverde Ponce, R. IMPRESORAS 3D: Marco teórico, modelos de desarrollo y campos de aplicación. Universidad Castilla-La Mancha.
- [16] Silva Cid del Prado, A., Urriza Arellano, B., Muro López, M. and Bandala Malpica, S. (2016). Metodología de la impresión tridimensional: Modelado de Deposición Fundida (FDM). Tecnológico de Monterrey.
- [17] whiteclouds 3D printing. Digital Light Processing (DLP). <http://ss.whiteclouds.com/3dpedia-index/digital-light-processing-dlp>
- [18] Us.flukecal.com. Learn About Calibration Basics | What Is Calibration | by Fluke. <https://us.flukecal.com/literature/about-calibration>.
- [19] Us.flukecal.com. Temperature Calibration Equipment | Fluke. <https://us.flukecal.com/products/temperature-calibration>.
- [20] International Organization for Standardization. (2015). Sistemas de gestión de calidad: fundamentos y vocabulario (ISO 9000). <https://www.iso.org/standard/45481.html>
- [21] International Organization for Standardization. (2005). Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de prueba y calibración (ISO 17025). <https://www.iso.org/standard/39883.html>
- [22] Soluciones Integrales en Gestión de Calidad, S.A. (Junio 2017). Procedimiento para Caracterización de Medios Isotermos (SIGCSA-PO-25)
- [23] Soluciones Integrales en Gestión de Calidad, S.A. (Junio 2017). Procedimiento para Calibración de Termómetro (SIGCSA-PO-14)
- [24] Pantalla de cristal líquido. [https://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla\\_de\\_cristal\\_l%C3%ADquido](https://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_de_cristal_l%C3%ADquido)
- [25] XIAMEN AMOTEC DISPLAY CO.,LTD .DATASHEET - SPECIFICATION OF LCD MODULE, ADM1602K-NSW-FBS. (2008).
- [26] Components101.com. Nokia 5110 LCD Pinout, Features, Uses Tips & Datasheet. <https://components101.com/nokia-5110-lcd>

- [27] Phillips Semiconductors. (1999). DATASHEET - PCD8544 48 × 84 pixels matrix LCD controller/driver.
- [28] ILI TECHNOLOGY CORP (ILITEK). DATASHEET a-Si TFT LCD Single Chip Driver 240RGBx320 Resolution and 262K color.
- [29] GitHub. PaulStoffregen/OneWire. <https://github.com/PaulStoffregen/OneWire>
- .
- [30] GitHub. milesburton/Arduino-Temperature-Control-Library. <https://github.com/milesburton/Arduino-Temperature-Control-Library>.
- [31] educ8s. Nick Koumaris. <http://educ8s.tv/arduino-2-8-ili9341-tutorial/>
- [32] GitHub. adafruit/Adafruit-GFX-Library. <https://github.com/adafruit/Adafruit-GFX-Library>
- [33] GitHub. adafruit/Adafruit\_ILI9341. [https://github.com/adafruit/Adafruit\\_ILI9341](https://github.com/adafruit/Adafruit_ILI9341).
- [34] GitHub. nRF24. <https://github.com/nRF24/RF24>.
- [35] GitHub. greiman. <https://github.com/greiman/DigitalIO>
- [36] Tmrh20.github.io. Optimized High Speed NRF24L01+ Driver Class Documentation: Arduino. <https://tmrh20.github.io/RF24/Arduino.html>
- [37] Play.google.com. <https://play.google.com/store/apps/details?id=Qwerty.BluetoothTerminal>
- [38] J.M.S. Pearce, Emeritus Consultant Neurologist (2002). A brief history of the clinical thermometer
- [39] Es.wikipedia.org. Firmware. <https://es.wikipedia.org/wiki/Firmware>
- [40] Android Developers. (2018). android.app | Android Developers. <https://developer.android.com/reference/android/app/package-summary>
- [41] Techopedia.com. What is Socket? - Definition from Techopedia. <https://www.techopedia.com/definition/16208/socket>
- [42] Android Developers. (2018). android.app | Android Developers. <https://developer.android.com/reference/android/app/IntentService>
- [43] Sqlite.org. About SQLite. <https://www.sqlite.org/about.html> [Accessed 3 Aug. 2018].

## Anexo 1

NORMA  
INTERNACIONAL  
Traducción oficial  
Official translation  
Traduction officielle

ISO  
9000

---

---

---

**Sistemas de gestión de la calidad —  
Fundamentos y vocabulario**

*Quality management systems — Fundamentals and  
vocabulary*

*Systèmes de management de la qualité — Principes essentiels  
et vocabulaire*

*Системы менеджмента качества — Основные положения  
и словарь*

Publicado por la Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza, como traducción oficial en español avalada por el *Translation Management Group*, que ha certificado la conformidad en relación con las versiones inglesa y francesa.



Número de referencia ISO  
9000:2015 (traducción  
oficial)

© ISO 2015



## **1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta Norma Internacional describe los conceptos y los principios fundamentales de la gestión de la calidad que son universalmente aplicables a:

- las organizaciones que buscan el éxito sostenido por medio de la implementación de un sistema de gestión de la calidad;
- los clientes que buscan la confianza en la capacidad de una organización para proporcionar regularmente productos y servicios conformes a sus requisitos;
- las organizaciones que buscan la confianza en su cadena de suministro en que sus requisitos para los productos y servicios se cumplirán;
- las organizaciones y las partes interesadas que buscan mejorar la comunicación mediante el entendimiento común del vocabulario utilizado en la gestión de la calidad;
- las organizaciones que realizan evaluaciones de la conformidad frente a los requisitos de la Norma ISO 9001;
- los proveedores de formación, evaluación o asesoramiento en gestión de la calidad;
- quienes desarrollan normas relacionadas.

Esta Norma Internacional especifica los términos y definiciones que se aplican a todas las normas de gestión de la calidad y de sistemas de gestión de la calidad desarrolladas por el Comité Técnico ISO/TC 176.

## **2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD**

### **2.1 Generalidades**

Los conceptos y los principios de la gestión de la calidad descritos en esta Norma Internacional proporcionan a la organización la capacidad de cumplir los retos presentados por un entorno que es profundamente diferente al de décadas recientes. El contexto en el que trabaja una organización actualmente se caracteriza por el cambio acelerado, la globalización de los mercados, los recursos limitados y la aparición del conocimiento como un recurso principal. El impacto de la calidad se extiende más allá de la satisfacción del cliente puede tener además un impacto directo en la reputación de la organización.

La sociedad está más formada y demanda más, lo que hace a las partes interesadas más influyentes progresivamente. Esta Norma Internacional proporciona una manera de pensar más amplia en relación con la organización, proporcionando conceptos y principios fundamentales para utilizar en el desarrollo de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC).

Todos los conceptos, principios y sus interrelaciones deberían verse como un conjunto y no aislados unos de otros. Un concepto o principio individual no es más importante que otro. En cada momento es crítico encontrar un balance correcto en su aplicación.

### **2.2 Conceptos fundamentales**

#### **2.2.1 Calidad**

Una organización orientada a la calidad promueve una cultura que da como resultado comportamientos, actitudes, actividades y procesos para proporcionar valor mediante el cumplimiento de las necesidades y expectativas de los clientes y otras partes interesadas pertinentes.

La calidad de los productos y servicios de una organización está determinada por la capacidad para satisfacer a los clientes, y por el impacto previsto y el no previsto sobre las partes interesadas pertinentes.

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

La calidad de los productos y servicios incluye no solo su función y desempeño previstos, sino también su valor percibido y el beneficio para el cliente.

### **2.2.2 Sistemas de gestión de la calidad**

Un SGC comprende actividades mediante las que la organización identifica sus objetivos y determina los procesos y recursos requeridos para lograr los resultados deseados.

El SGC gestiona los procesos que interactúan y los recursos que se requieren para proporcionar valor y lograr los resultados para las partes interesadas pertinentes.

EL SGC posibilita a la alta dirección optimizar el uso de los recursos considerando las consecuencias de sus decisiones a largo y corto plazo.

Un SGC proporciona los medios para identificar las acciones para abordar las consecuencias previstas y no previstas en la provisión de productos y servicios.

### **2.2.3 Contexto de una organización**

Comprender el contexto de una organización es un proceso. Este proceso determina los factores que influyen en el propósito, objetivos y sostenibilidad de la organización. Considera factores internos tales como los valores, cultura, conocimiento y desempeño de la organización. También considera factores externos tales como entornos legales, tecnológicos, de competitividad, de mercados, culturales, sociales y económicos.

La visión, misión, políticas y objetivos son ejemplos de las formas en las cuales pueden expresar los propósitos de la organización.

### **2.2.4 Partes interesadas.**

El concepto de partes interesadas se extiende más allá del enfoque únicamente al cliente. Es importante considerar todas las partes interesadas pertinentes.

Parte del proceso para la comprensión del contexto de la organización es identificar sus partes interesadas. Las partes interesadas pertinentes son aquellas que generan riesgo significativo para la sostenibilidad de la organización si sus necesidades y expectativas no se cumplen. Las organizaciones definen qué resultados son necesarios para proporcionar a aquellas partes interesadas pertinentes para reducir dicho riesgo.

Las organizaciones atraen, consiguen y conservan el apoyo de las partes interesadas pertinentes de las que dependen para su éxito.

### **2.2.5 Apoyo**

#### **2.2.5.1 Generalidades**

El apoyo de la alta dirección al SGC y al compromiso de las personas permite

- la provisión de los recursos humanos y otros recursos adecuados.
- el seguimiento de los procesos y resultados.
- la determinación y evaluación de los riesgos y las oportunidades, y
- la implementación de acciones apropiadas.

La adquisición, el despliegue, el mantenimiento, la mejora y la disposición final responsable de los recursos apoyan a la organización en el logro de sus objetivos.

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

### **2.2.5.2 Personas**

Las personas son recursos esenciales para la organización. El desempeño de la organización depende de cómo se comporten las personas dentro del sistema en el que trabajan.

En una organización, las personas se comprometen y alinean a través del entendimiento común de la política de la calidad y los resultados deseados por la organización.

### **2.2.5.3 Competencia**

Un SGC es más efectivo cuando todos los empleados entienden y aplican las habilidades, formación, educación y experiencia necesarias para desempeñar sus roles y responsabilidades. Es responsabilidad de la alta dirección proporcionar las oportunidades a las personas para desarrollar estas competencias necesarias.

### **2.2.5.4 Toma de conciencia**

La toma de conciencia se logra cuando las personas entienden sus responsabilidades y cómo sus acciones contribuyen al logro de los objetivos de la organización.

### **2.2.5.5 Comunicación**

La comunicación interna planificada y eficaz (es decir, en toda la organización) y la externa (es decir, con las partes interesadas pertinentes) fomenta el compromiso de las personas y aumenta la comprensión de:

- el contexto de la organización;
- las necesidades y expectativas de los consumidores y otras partes interesadas pertinentes;
- el SGC.

## **2.3 Principios de la gestión de la calidad**

### **2.3.1 Enfoque al cliente**

#### **2.3.1.1 Declaración**

El enfoque principal de la gestión de la calidad es cumplir con los requisitos del cliente y tratar de exceder las expectativas del cliente.

#### **2.3.1.2 Base racional**

El éxito sostenido se alcanza cuando una organización atrae y conserva la confianza de los clientes y de otras partes interesadas pertinentes. Cada aspecto de la interacción del cliente proporciona una oportunidad de crear más valor para el cliente. Entender las necesidades actuales y futuras de los clientes y de otras partes interesadas contribuye al éxito sostenido de la organización.

#### **2.3.1.3 Beneficios clave**

Algunos beneficios clave potenciales son:

- incremento del valor para el cliente;
- incremento de la satisfacción del cliente;
- mejora de la fidelización del cliente;
- incremento de la repetición del negocio;
- incremento de la reputación de la organización;
- ampliación de la base de clientes;
- incremento de las ganancias y la cuota de mercado.

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

### **2.3.1.4 Acciones posibles**

Las acciones posibles incluyen:

- reconocer a los clientes directos e indirectos como aquellos que reciben valor de la organización;
- entender las necesidades y expectativas actuales y futuras de los clientes;
- relacionar los objetivos de la organización con las necesidades y expectativas del cliente;
- comunicar las necesidades y expectativas del cliente a través de la organización;
- planificar, diseñar, desarrollar, producir, entregar y dar soporte a los productos y servicios para cumplir las necesidades y expectativas del cliente;
- medir y realizar el seguimiento de la satisfacción del cliente y tomar las acciones adecuadas;
- determinar y tomar acciones sobre las necesidades y expectativas apropiadas de las partes interesadas pertinentes que puedan afectar a la satisfacción del cliente;
- gestionar de manera activa las relaciones con los clientes para lograr el éxito sostenido.

### **2.3.2 Liderazgo**

#### **2.3.2.1 Declaración**

Los líderes en todos los niveles establecen la unidad de propósito y la dirección y crean condiciones en las que las personas se implican en el logro de los objetivos de la calidad de la organización.

#### **2.3.2.2 Base racional**

La creación de la unidad de propósito y la dirección y gestión de las personas permiten a una organización alinear sus estrategias, políticas, procesos y recursos para lograr sus objetivos.

#### **2.3.2.3 Beneficios clave**

Algunos beneficios clave potenciales son

- aumento de la eficacia y eficiencia al cumplir los objetivos de la calidad de la organización;
- mejora en la coordinación de los procesos de la organización;
- mejora en la comunicación entre los niveles y funciones de la organización;
- desarrollo y mejora de la capacidad de la organización y de sus personas para entregar los resultados deseados.

#### **2.3.2.4 Acciones posibles**

Las acciones posibles incluyen:

- comunicar en toda la organización la misión, la visión, la estrategia, las políticas y los procesos de la organización;
- crear y mantener los valores compartidos, la imparcialidad y los modelos éticos para el comportamiento en todos los niveles de la organización;
- establecer una cultura de la confianza y la integridad.
- fomentar un compromiso con la calidad en toda la organización.
- asegurarse de que los líderes en todos los niveles son ejemplos positivos para las personas de la organización;
- proporcionar a las personas los recursos, la formación y la autoridad requerida para actuar con responsabilidad y obligación de rendir cuentas;
- inspirar, fomentar y reconocer la contribución de las personas.

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

### **2.3.3 Compromiso de las personas**

#### **2.3.3.1 Declaración**

Las personas competentes, empoderadas y comprometidas en toda la organización son esenciales para aumentar la capacidad de la organización para generar y proporcionar valor.

#### **2.3.3.2 Base racional**

Para gestionar una organización de manera eficaz y eficiente es importante respetar e implicar activamente a todas las personas en todos los niveles. El reconocimiento el empoderamiento y la mejora de la competencia facilitan el compromiso de las personas en el logro de los objetivos de la calidad de la organización.

#### **2.3.3.3 Beneficios clave**

Algunos beneficios clave potenciales son:

- mejora de la comprensión de los objetivos de la calidad de la organización por parte de las personas de la organización y aumento de la motivación para lograrlos;
- aumento de la participación activa de las personas en las actividades de mejora;
- aumento en el desarrollo, iniciativa y creatividad de las personas;
- aumento de la satisfacción de las personas;
- aumento de la confianza y colaboración en toda la organización;
- aumento de la atención a los valores compartidos y a la cultura en toda la organización.

#### **2.3.3.4 Acciones posibles**

Las acciones posibles incluyen:

- comunicarse con las personas para promover la comprensión de la importancia de su contribución individual;
- promover la colaboración en toda la organización;
- facilitar el diálogo abierto y que se compartan los conocimientos y la experiencia;
- empoderar a las personas para determinar las restricciones que afectan al desempeño y para tomar iniciativas sin temor;
- reconocer y agradecer la contribución, el aprendizaje y la mejora de las personas posibilitar la autoevaluación del desempeño frente a los objetivos personales;
- realizar encuestas para evaluar la satisfacción de las personas, comunicar los resultados y tomar las acciones adecuadas.

### **2.3.4 Enfoque a procesos**

#### **2.3.4.1 Declaración**

Se alcanzan resultados coherentes y previsibles de manera mas eficaz y eficiente cuando las actividades se entienden y gestionan como procesos interrelacionados que funcionan como un sistema coherente.

#### **2.3.4.2 Base racional**

El SGC consta de procesos interrelacionados. Entender cómo este sistema produce los resultados permite a una organización optimizar el sistema y su desempeño.

#### **2.3.4.3 Beneficios clave**

Algunos beneficios clave potenciales son:

- aumento de la capacidad de centrar los esfuerzos en los procesos clave las oportunidades de mejora;

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

- resultados coherentes y previsibles mediante un sistema de procesos alineados;
- optimización del desempeño mediante la gestión eficaz del proceso, el uso eficiente de los recursos y la reducción de las barreras interdisciplinarias;
- posibilidad de que la organización proporcione confianza a las partes interesadas en lo relativo a su coherencia, eficacia y eficiencia.

### **2.3.4.4. Acciones posibles**

Las acciones posibles incluyen:

- definir los objetivos del sistema y de los procesos necesarios para lograrlos;
- establecer la autoridad, la responsabilidad y la obligación de rendir cuentas para la gestión de los procesos;
- entender las capacidades de la organización y determinar las restricciones de recursos antes de actuar;
- determinar las interdependencias del proceso y analizar el efecto de las modificaciones a los procesos individuales sobre el sistema como un todo.
- gestionar los procesos y sus interrelaciones como un sistema para lograr los objetivos de la calidad de la organización de una manera eficaz y eficiente.
- asegurarse de que la información necesaria está disponible para operar y mejorar los procesos y para realizar el seguimiento, analizar y evaluar el desempeño del sistema global;
- gestionar los riesgos que pueden afectar a las salidas de los procesos y a los resultados globales del SGC.

### **2.3.5 Mejora**

#### **2.3.5.1 Declaración**

Las organizaciones con éxito tienen un enfoque continuo hacia la mejora.

#### **2.3.5.2 Base racional**

La mejora es esencial para que una organización mantenga los niveles actuales de desempeño, reaccione a los cambios en sus condiciones internas y externas y cree nuevas oportunidades.

#### **2.3.5.3 Beneficios clave**

Algunos beneficios clave potenciales son:

- mejora del desempeño del proceso, de las capacidades de la organización y de la satisfacción del cliente;
- mejora del enfoque en la investigación y la determinación de la causa raíz seguido de la prevención y las acciones correctivas;
- aumento de la capacidad de anticiparse y reaccionar a los riesgos y oportunidades internas y externas;
- mayor atención tanto a la mejora progresiva como a la mejora abrupta;
- mejor uso del aprendizaje para la mejora;
- aumento de la promoción de la innovación.

#### **2.3.5.4 Acciones posibles**

Las acciones posibles incluyen:

- promover el establecimiento de objetivos de mejora en todos los niveles de la organización;
- educar y formar a las personas en todos los niveles sobre cómo aplicar las herramientas básicas y las metodologías para lograr los objetivos de mejora;
- asegurarse de que las personas son competentes para promover y completar los proyectos de mejora exitosamente;
- desarrollar y desplegar procesos para implementar los proyectos de mejora en toda la organización;

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

- realizar seguimiento, revisar y auditar la planificación, la implementación la- finalización y los resultados de los proyectos de mejora;
- integrar las consideraciones de la mejora en el desarrollo de productos, servicios y procesos nuevos o modificados;
- reconocer y admitir la mejora.

### **2.3.6 Toma de decisiones basada en la evidencia**

#### **2.3.6.1 Declaración**

Las decisiones basadas en el análisis y la evaluación de datos e información tienen mayor probabilidad de producir los resultados deseados.

#### **2.3.6.2 Base racional**

La toma de decisiones puede ser un proceso complejo, y siempre implica cierta incertidumbre. Con frecuencia implica múltiples tipos y fuentes de entradas, así como su interpretación que puede ser subjetiva. Es importante entender las relaciones de causa y efecto y las consecuencias potenciales no previstas. El análisis de los hechos, las evidencias y los datos conduce a una mayor objetividad y confianza en la toma de decisiones.

#### **2.3.6.3 Beneficios clave**

Algunos beneficios clave potenciales son:

- mejora de los procesos de toma de decisiones;
- mejora de la evaluación del desempeño del proceso y de la capacidad de lograr los objetivos;
- mejora de la eficacia y eficiencia operativas;
- aumento de la capacidad de revisar, cuestionar y cambiar las opiniones y las decisiones;
- aumento de la capacidad de demostrar la eficacia de las decisiones previas.

#### **2.3.6.4 Acciones posibles**

Las acciones posibles incluyen:

- determinar, medir y hacer el seguimiento de los indicadores clave para demostrar el desempeño de la organización;
- poner a disposición de las personas pertinentes todos los datos necesarios;
- asegurarse de que los datos y la información son suficientemente precisos, y seguros;
- analizar y evaluar los datos y la información utilizando métodos adecuados;
- asegurarse de que las personas son competentes para analizar y evaluar los datos según sea necesario;
- tomar decisiones y tomar acciones basadas en la evidencia, equilibrando la experiencia y la intuición.

### **2.3.7 Gestión de las relaciones**

#### **2.3.7.1 Declaración**

Para el éxito sostenido, las organizaciones gestionan sus relaciones con las partes interesadas pertinentes, tales como los proveedores.

#### **2.3.7.2 Base racional**

Las partes interesadas pertinentes influyen en el desempeño de una organización. Es más probable lograr el éxito sostenido cuando una organización gestiona las relaciones con sus partes interesadas para optimizar el impacto en su desempeño. Es particularmente importante la gestión de las relaciones con la red de proveedores y socios.

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

### **2.3.7.3 Beneficios clave**

Algunos beneficios clave potenciales son:

- aumento del desempeño de la organización y de sus partes interesadas pertinentes respondiendo a las oportunidades y restricciones relacionadas con cada parte interesada;
- entendimiento común de los objetivos y los valores entre las partes interesadas.
- aumento de la capacidad de crear valor para las partes interesadas compartiendo los recursos y la competencia y gestionando los riesgos relativos a la calidad.
- una cadena de suministro bien gestionada que proporciona un flujo estable de productos y servicios.

### **2.3.7.4 Acciones posibles**

Las acciones posibles incluyen:

- determinar las partes interesadas pertinentes (tales como proveedores socios, clientes, inversionistas, empleados y la sociedad en su conjunto) y su relación con la organización;
- determinar y priorizar las relaciones con las partes interesadas que es necesario gestionar.
- establecer relaciones que equilibren las ganancias a corto plazo con las consideraciones a largo plazo.
- reunir y compartir la información, la experiencia y los recursos con las partes interesadas pertinentes.
- medir el desempeño y proporcionar retroalimentación del desempeño a las partes interesadas, cuando sea apropiado, para aumentar las iniciativas de mejora
- establecer actividades de desarrollo y mejora colaborativas con los proveedores los socios y otras partes interesadas;
- fomentar y reconocer las mejoras y los logros de los proveedores y los socios.

## **2.4 Desarrollo del SGC utilizando los conceptos y los principios fundamentales**

### **2.4.1 Modelo del SGC**

#### **2.4.1.1 Generalidades**

Las organizaciones comparten muchas características con los seres humanos como un organismo social vivo y que aprende. Ambos son adaptativos y constan de sistemas, procesos y actividades interactivos. Para adaptar su contexto variable cada uno necesita la capacidad de cambio. Las organizaciones con frecuencia innovan para lograr mejoras significativas. El modelo de SGC de una organización reconoce que no todos los sistemas, procesos y actividades pueden estar predeterminados, por lo tanto necesita ser flexible y adaptable dentro de las complejidades del contexto de la organización.

#### **2.4.1.2 Sistema**

Las organizaciones buscan entender el contexto interno y externo para identificar las necesidades y expectativas de las partes interesadas pertinentes. Esta información se utiliza en el desarrollo del SGC para lograr la sostenibilidad de la organización. Las salidas de un proceso pueden ser las entradas de otro proceso y están interconectados en una red total. Aunque con frecuencia parezca que consta de procesos similares cada organización y su SGC es único.

#### **2.4.1.3 Proceso**

La organización tiene procesos que pueden definirse, medirse y mejorarse. Estos procesos interactúan para proporcionar resultados coherentes con los objetivos de la organización y cruzan límites funcionales. Algunos procesos pueden ser críticos mientras que otros pueden no serlo. Los procesos tienen actividades interrelacionadas con entradas que generan salidas.

#### **2.4.1.4 Actividad**

Las personas colaboran en un proceso para llevar a cabo sus actividades diarias. Algunas actividades

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

están prescritas y dependen de la comprensión de los objetivos de la organización, mientras otras no lo están y reaccionan con estímulos externos para determinar su naturaleza y ejecución.

### **2.4.2 Desarrollo de un SGC**

Un SGC es un sistema dinámico que evoluciona en el tiempo mediante períodos de mejora. Cada organización tiene actividades de gestión de la calidad, planificadas formalmente o no. Esta Norma Internacional proporciona orientación sobre cómo desarrollar un sistema formal para gestionar estas actividades. Es necesario determinar las actividades existentes en la organización y su adecuación relacionadas con el contexto de la organización. Esta Norma Internacional, junto con las Normas ISO 9004 e ISO 9001, puede utilizarse para ayudar a la organización a desarrollar un SGC cohesionado.

Un SGC formal proporciona un marco de referencia para planificar, ejecutar, realizar el seguimiento y mejorar el desempeño de las actividades de gestión de la calidad. El SGC no necesita ser complicado; más bien es necesario que refleje de manera precisa las necesidades de la organización. Al desarrollar el SGC, los conceptos y principios fundamentales dados en esta Norma Internacional pueden proporcionar una valiosa orientación.

La planificación de un SGC no es un suceso singular, sino más bien un proceso continuo. La planificación, evoluciona a medida que la organización aprende y que las circunstancias cambian. Un plan tiene en cuenta todas las actividades de la calidad de la organización y asegura que cubre toda la orientación de esta Norma Internacional y los requisitos de la Norma ISO 9001. El plan se implementa tras aprobarse.

Para una organización es importante realizar un seguimiento y evaluar de manera regular la implementación del plan y el desempeño del SGC. Los indicadores considerados cuidadosamente facilitan estas actividades de seguimiento y evaluación.

La auditoría es un medio de evaluar la eficacia de un SGC, para identificar riesgos y para determinar el cumplimiento de los requisitos. Para que las auditorías sean eficaces necesitan recopilarse evidencias tangibles e intangibles. Se toman acciones para la corrección y mejora basadas en el análisis de la evidencia recopilada. El conocimiento adquirido podría conducir a la innovación, llevando el desempeño del SGC a niveles más altos.

### **2.4.3 Normas de SGC, otros sistemas de gestión y modelos de excelencia**

Los enfoques de un SGC descritos en las normas de SGC desarrolladas en el Comité Técnico ISO/TC 176, en otras normas de sistemas de gestión y en modelos de excelencia de la organización se basan en principios comunes. Permiten a una organización identificar los riesgos y las oportunidades y contiene orientación para la mejora. En el contexto actual muchas cuestiones como la innovación, la ética, la confianza y la reputación podrían considerarse como parámetros dentro del SGC. Las normas relativas a sistemas de gestión (por ejemplo ISO 9001), gestión ambiental (por ejemplo ISO 14001) y gestión energética (por ejemplo ISO 50001), así como otras normas de sistemas de gestión y modelos de excelencia de la organización, han considerado esto.

Las normas de SGC desarrolladas en el Comité Técnico ISO/TC 176 proporcionan un conjunto completo de requisitos y directrices para un SGC. La Norma ISO 9001 especifica los requisitos para un SGC. La Norma ISO 9004 proporciona orientación sobre un amplio rango de objetivos de un SGC para el éxito sostenido y la mejora del desempeño. Directrices para los componentes de un SGC incluyen las Normas ISO 10001, ISO 10002, ISO 10003, ISO 10004, ISO 10008, ISO 10012 e ISO 19011. Directrices para los aspectos técnicos en apoyo de un SGC incluyen las Normas ISO 10005, ISO 10006, ISO 10007, ISO 10014, ISO 10015, ISO 10018 e ISO 10019. Documentos normativos en apoyo de un SGC incluyen los Informes Técnicos ISOTR 10013 e ISO/TR 10017. Los requisitos para un SGC también se proporcionan en normas sectoriales específicas, tales como la Especificación Técnica ISO/TS 16949.

Las diferentes partes de un sistema de gestión de una organización, incluyendo su SGC, pueden integrarse como un sistema de gestión único. Los objetivos, los procesos y los recursos relativos a la calidad, crecimiento, financiamiento, rentabilidad medio ambiente, salud y seguridad ocupacional,

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

energía, seguridad y otros aspectos de la organización pueden lograrse de una forma más eficaz y efectiva y usarse cuando el SGC se integre en otros sistemas de gestión. La organización puede desarrollar una auditoria integrada de su sistema de gestión frente a los requisitos de múltiples Normas Internacionales, tales como las Normas ISO 9001, ISO 14001, ISO/IEC 27001 e ISO 50001.

### NOTA

El manual de ISO "el uso integrado de las normas de sistemas de gestión" puede proporcionar una orientación útil.

## **3 Términos y definiciones**

### **3.1 Términos relativos a la persona o personas**

#### **3.1.1 Alta Dirección**

Persona o grupo de personas que dirige y controla una **organización** (3.2.1) al más alto nivel.

Nota 1 a la entrada: La alta dirección tiene el poder para delegar autoridad y proporcionar recursos dentro de la organización.

Nota 2 a la entrada: Si el alcance del **sistema de gestión** (3.5.3) comprende sólo una parte de una organización entonces la alta dirección se refiere a quienes dirigen y controlan esa parte de la organización.

Nota 3 a la entrada: Este término constituye uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC.

#### **3.1.2 Consultor del sistema de gestión de la calidad**

Persona que ayuda a la **organización** (3.2.1) en la **realización de un sistema de gestión de la calidad** (3.4.3), dando asesoramiento o **información** (3.8.2).

Nota 1 a la entrada: El consultor del sistema de gestión de la calidad puede también ayudar en la realización de parte del **sistema de gestión de la calidad** (3.5.4).

Nota 2 a la entrada: La Norma ISO 10019:2005 proporciona orientación sobre cómo distinguir un consultor de sistema de gestión de la calidad competente de uno que no lo es.

[ORIGEN: ISO 10019:2005, 3.2, modificada]

#### **3.1.3 Participación activa**

Tomar parte en una actividad, evento o situación

#### **3.1.4 Compromiso**

**Participación Activa** (3.1.3) en, y contribución a, las actividades para lograr **objetivos compartidos** (3.7.1)

#### **3.1.5 Autoridad para disponer**

##### **Gestión de la decisión**

##### **Autoridad de decisión**

Persona o grupo de personas a quienes se ha asignado la responsabilidad y la autoridad para tomar decisiones sobre la **configuración** (3.10.6)

Nota 1 a la entrada: Las **partes interesadas** (3.2.3) pertinentes dentro y fuera de la **organización** (3.2.1) deberían estar representadas en la autoridad para disponer.

[ORIGEN: ISO 10007:2003, 3.8, modificada]

#### **3.1.6 Responsable de la resolución de conflictos**

<satisfacción del cliente> persona individual designada por un **proveedor de PRC** (3.2.7) para ayudar a las partes en la resolución de un **conflicto** (3.9.6)

##### **EJEMPLO:**

Empleado, voluntario, personal **contratado** (3.4.7).

[ORIGEN: ISO 10003:2007, 3.7, modificada]

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

### **3.2 Términos relativos a la organización**

#### **3.2.1 Organización**

Persona o grupo de personas que tiene sus propias funciones con responsabilidades, autoridades y relaciones para lograr sus **objetivos** (3.7.1)

Nota 1 a la entrada: El concepto de organización incluye, entre otros, un trabajador independiente, compañía, corporación, firma, empresa, autoridad, sociedad, **asociación** (3.2.8), organización benéfica o institución, o una parte o combinación de éstas, ya estén constituidas o no, públicas o privadas.

Nota 2 a la entrada: Este término constituye uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC. La definición original se ha modificado añadiendo la nota 1 a la entrada.

#### **3.2.2 Contexto de la organización**

Combinación de cuestiones internas y externas que pueden tener un efecto en el enfoque de la **organización** (3.2.1) para el desarrollo y logro de sus **objetivos** (3.7.1)

Nota 1 a la entrada: Los objetivos de la organización pueden estar relacionados con sus **productos** (3.7.6) y **servicios** (3.7.7), inversiones y comportamiento hacia sus **partes interesadas** (3.2.3).

Nota 2 a la entrada: El concepto de contexto de la organización se aplica por igual tanto a organizaciones sin fines de lucro o de servicio público como a aquellas que buscan beneficios con frecuencia.

Nota 3 a la entrada: En inglés, este concepto con frecuencia se denomina mediante otros términos, tales como “entorno empresarial”, “entorno de la organización” o “ecosistema de una organización”.

Nota 4 a la entrada: Entender la infraestructura (3.5.2) puede ayudar a definir el contexto de la organización.

#### **3.2.3 Parte interesada**

Persona u **organización** (3.2.1) que puede afectar, verse afectada o percibirse como afectada por una decisión o actividad

EJEMPLO:

**Clientes** (3.2.4), propietarios, personas de una organización, **proveedores** (3.2.5), banca, legisladores, sindicatos, socios o sociedad en general que puede incluir competidores o grupos de presión con intereses opuestos.

Nota 1 a la entrada: Este término constituye uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC. La definición original se ha modificado añadiendo el ejemplo.

#### **3.2.4 Cliente**

Persona u **organización** (3.2.1) que podría recibir o que recibe un **producto** (3.7.6) o un **servicio** (3.7.7) destinado a esa persona u **organización** o requerido por ella

EJEMPLO:

Consumidor, cliente, usuario final, minorista, receptor de un producto o servicio de un **proceso** (3.4.1) interno, beneficiario y comprador.

Nota 1 a la entrada: Un cliente puede ser interno o externo a la organización.

#### **3.2.5 Proveedor**

**Organización** (3.2.1) que proporciona un **producto** (3.7.6) o un **servicio** (3.7.7)

EJEMPLO:

Productor, distribuidor, minorista o vendedor de un producto, o un servicio.

Nota 1 a la entrada: Un proveedor puede ser interno o externo a la organización.

Nota 2 a la entrada: En una situación contractual, un proveedor puede denominarse a veces “contratista”.

#### **3.2.6 Proveedor externo**

**Proveedor** (3.2.5) que no es parte de la **organización** (3.2.1)

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

### **EJEMPLO:**

Productor, distribuidor, minorista o vendedor de un **producto** (3.7.6), o un **servicio** (3.7.7)

### **3.2.7 Proveedor de PRC**

#### **Proveedor de un proceso de resolución de conflictos**

Persona u **organización** (3.2.1) que provee y opera un **proceso** (3.4.1) de resolución de **conflictos** (3.9.6) externo

Nota 1 a la entrada: Generalmente, un proveedor de PRC es una entidad legal, distinta de la organización o de la persona como individuo y del reclamante. De esta manera, se enfatizan los atributos de independencia y equidad. En algunas situaciones, se establece dentro de la *organización* una unidad separada para tratar las **quejas** (3.9.3) sin resolver.

Nota 2 a la entrada: El proveedor de PRC **contrata** (3.4.7) con las partes para proporcionar la resolución de conflictos, y es responsable del **desempeño** (3.7.8). El proveedor de PRC proporciona **responsables de la resolución de conflictos** (3.1.6). El proveedor de PRC también utiliza personal de apoyo, personal de dirección y otro personal directivo para suministrar recursos financieros, soporte administrativo, asistencia en la elaboración de programaciones, formación, salas de reuniones, supervisión y **funciones** similares.

Nota 3 a la entrada: Los proveedores de PRC pueden adoptar muchas formas incluyendo entidades sin fines de lucro, entidades con fines de lucro y entidades públicas. Además una **asociación** (3.2.8) también puede ser un **proveedor** de PRC.

Nota 4 a la entrada: En la Norma ISO 10003:2007, se utiliza el término “proveedor” en lugar del término proveedor de PRC.  
[ORIGEN: ISO 10003:2007, 3.9 modificada]

### **3.2.8 Asociación**

<satisfacción del cliente> **organización** (3.2.1) formada por organizaciones o personas miembro

[ORIGEN: ISO 10003:2007, 3.1]

### **3.2.9 Función metrológica**

Unidad funcional con responsabilidad administrativa y técnica para definir e implementar el **sistema de gestión de las mediciones** (3.5.7)

[ORIGEN: ISO 10012:2003, 3.6, modificada]

## **3.3 Términos relativos a la actividad**

### **3.3.1 Mejora**

Actividad para mejorar el **desempeño** (3.7.8)

Nota 1 a la entrada: La actividad puede ser recurrente o puntual.

### **3.3.2 Mejora continua**

Actividad recurrente para mejorar el **desempeño** (3.7.8)

Nota 1 a la entrada: El **proceso** (3.4.1) de establecer **objetivos** (3.7.1) y de encontrar oportunidades para la **mejora** (3.3.1) es un **proceso** continuo mediante el uso de **hallazgos de la auditoría** (3.13.9) y de **conclusiones de la auditoría** (3.13.10), del análisis de los **datos** (3.8.1), de las revisiones (3.11.2) por la dirección (3.3.3) u otros medios, y generalmente conduce a una **acción correctiva** (3.12.2) o una **acción preventiva** (3.12.1).

Nota 2 a la entrada: Este término constituye uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC. La definición original se ha modificado añadiendo la nota 1 a la entrada.

### **3.3.3 Gestión**

Actividades coordinadas para dirigir y controlar una **organización** (3.2.1)

Nota 1 a la entrada: La gestión puede incluir el establecimiento de **políticas** (3.5.8) y **objetivos** (3.7.1) y **procesos** (3.4.1) para lograr estos objetivos.

Nota 2 a la entrada: Esta nota no se aplica a la versión española de la Norma.

### **3.3.4 Gestión de la calidad**

**Gestión** (3.3.3) con respecto a la **calidad** (3.6.2)

Nota 1 a la entrada: La gestión de la calidad puede incluir el establecimiento de políticas de la calidad (3.5.9) y los objetivos de la calidad (3.7.2) y los procesos (3.4.1) para lograr estos objetivos de la calidad a través de la planificación de la calidad (3.3.5), el aseguramiento de la calidad (3.3.6), el control de la calidad (3.3.7) y la mejora de la calidad (3.3.8).

## ISO 9000:2015 (traducción oficial)

### 3.3.5 Planificación de la calidad

parte de la **gestión de la calidad** (3.3.4) orientada a establecer los **objetivos de la calidad** (3.7.2) y a la especificación de los **procesos** (3.4.1) operativos necesarios y de los recursos relacionados para lograr los *objetivos de la calidad*

Nota 1 a la entrada: El establecimiento de planes de la calidad (3.8.9) puede ser parte de la planificación de la calidad.

### 3.3.6 Aseguramiento de la calidad

Parte de la **gestión de la calidad** (3.3.4) orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los **requisitos de la calidad** (3.6.5)

### 3.3.7 Control de la calidad

Parte de la **gestión de la calidad** (3.3.4) orientada al cumplimiento de los **requisitos de la calidad** (3.6.5)

### 3.3.8 Mejora de la calidad

Parte de la **gestión de la calidad** (3.3.4) orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los **requisitos de la calidad** (3.6.5)

Nota 1 a la entrada: Los requisitos de la calidad pueden estar relacionados con cualquier aspecto tal como la **eficacia** (3.7.11), la **eficiencia** (3.7.10) o la **trazabilidad** (3.6.13).

### 3.3.9 Gestión de la configuración

Actividades coordinadas para dirigir y controlar la **configuración** (3.10.6)

Nota 1 a la entrada: La gestión de la configuración generalmente se concentra en actividades técnicas y organizativas que establecen y mantienen el control de un **producto** (3.7.6) o **servicio** (3.7.7) y su información sobre configuración del producto (3.6.8) durante todo el ciclo de vida del producto.

[ORIGEN: ISO 10007:2003, 3.6, modificada — La nota 1 a la entrada se ha modificado]

### 3.3.10 Control de cambios

<gestión de la configuración> actividades para controlar las **salidas** (3.7.5) después de la aprobación formal de su **información sobre configuración del producto** (3.6.8)

[ORIGEN: ISO 10007:2003, 3.1, modificada]

### 3.3.11 Actividad

<gestión de proyectos> el menor objeto de trabajo identificado en un **proyecto** (3.4.2)

[ORIGEN: ISO 10006:2003, 3.1, modificada]

### 3.3.12 Gestión de proyectos

Planificación, organización, **seguimiento** (3.11.3), control e informe de todos los aspectos de un **proyecto** (3.4.2) y la motivación de todos aquellos que están involucrados en él para alcanzar los objetivos del proyecto

[ORIGEN: ISO 10006:2003, 3.6]

### 3.3.13 Objeto de la configuración

Objeto (3.6.1) dentro de una configuración (3.10.6) que satisface una función de uso final

[ORIGEN: ISO 10007:2003, 3.5, modificada]

## 3.4 Términos relativos al proceso

### 3.4.1 Proceso

Conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto

Nota 1 a la entrada: Que el “resultado previsto” de un proceso se denomine salida (3.7.5), producto (3.7.6) o servicio (3.7.7) depende del contexto de la referencia.

Nota 2 a la entrada: Las entradas de un proceso son generalmente las salidas de otros procesos y las salidas de un proceso son generalmente las entradas de otros procesos.

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

Nota 3 a la entrada: Dos o más procesos en serie que se interrelacionan e interactúan pueden también considerarse como un proceso.

Nota 4 a la entrada: Los procesos en una organización (3.2.1) generalmente se planifican y se realizan bajo condiciones controladas para agregar valor.

Nota 5 a la entrada: Un proceso en el cual la **conformidad** (3.6.11) de la salida resultante no pueda validarse de manera fácil o económica, con frecuencia se le denomina "proceso especial".

Nota 6 a la entrada: Este término es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC. La definición original se ha modificado para evitar circularidad entre proceso y salida, y las notas 1 a 5 a la entrada se han añadido.

### **3.4.2 Proyecto**

**Proceso** (3.4.1) único, consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y de finalización, llevadas a cabo para lograr un **objetivo** (3.7.1) conforme con **requisitos** (3.6.4) específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos

Nota 1 a la entrada: Un proyecto individual puede formar parte de la estructura de un proyecto mayor y generalmente tiene una fecha de inicio y finalización definida.

Nota 2 a la entrada: En algunos proyectos, los objetivos y el alcance se actualizan y las **características** (3.10.1) del **producto** (3.7.6) o **servicio** (3.7.7) se definen progresivamente según evoluciona el proyecto.

Nota 3 a la entrada: La salida (3.7.5) de un proyecto puede ser una o varias unidades de producto o servicio.

Nota 4 a la entrada: La **organización** (3.2.1) del proyecto normalmente es temporal y se establece para el tiempo de duración del proyecto.

Nota 5 a la entrada: La complejidad de las interacciones existentes entre las actividades del proyecto no está necesariamente relacionadas con la magnitud del proyecto.

[ORIGEN: ISO 10006:2003, 3.5, modificada — Las notas 1 a 3 se han modificado]

### **3.4.3 Realización del sistema de gestión de la calidad**

**Proceso** (3.4.1) de establecimiento, documentación, implementación, mantenimiento y mejora continua de un **sistema de gestión de la calidad** (3.5.4)

[ORIGEN: ISO 10019:2005, 3.1, modificada — Las notas se han eliminado]

### **3.4.4 Adquisición de competencia**

**Proceso** (3.4.1) para alcanzar **competencia** (3.10.4).

[ORIGEN: ISO 10018:2012, 3.2, modificada]

### **3.4.5 Procedimiento**

Forma especificada de llevar a cabo una actividad o un **proceso** (3.4.1)

Nota 1 a la entrada: Los procedimientos pueden estar documentados o no.

### **3.4.6 Contratar externamente**

Establecer un acuerdo mediante el cual una **organización** (3.2.1) externa realiza parte de una función o **proceso** (3.4.1) de una *organización*

Nota 1 a la entrada: Una organización externa está fuera del alcance del **sistema de gestión** (3.5.3), aunque la función o proceso contratado externamente forme parte del alcance.

Nota 2 a la entrada: Este término es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC.

### **3.4.7 Contrato**

Acuerdo vinculante

### **3.4.8 Diseño y desarrollo**

Conjunto de **procesos** (3.4.1) que transforman los **requisitos** (3.6.4) para un **objeto** (3.6.1) en requisitos más detallados para ese objeto

Nota 1 a la entrada: Los requisitos que forman la entrada para el diseño y desarrollo son con frecuencia el resultado de la

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

investigación y pueden expresarse de un modo más amplio, en un sentido más general que el de los requisitos que forman la **salida** (3.7.5) del diseño y desarrollo. Los requisitos se definen generalmente en términos de características (3.10.1). En un **proyecto** (3.4.2) puede haber varias etapas de diseño y desarrollo.

Nota 2 a la entrada: Los términos “diseño”, “desarrollo” y “diseño y desarrollo” a veces se utilizan como sinónimos y en ocasiones se utilizan para definir diferentes etapas del diseño y desarrollo global.

Nota 3 a la entrada: Puede aplicarse un calificativo para indicar la naturaleza de lo que se está diseñando y desarrollando (por ejemplo, diseño y desarrollo de un **producto** (3.7.6), diseño y desarrollo de un **servicio** (3.7.7) o diseño y desarrollo de un **proceso** (3.4.1)).

### **3.5 Términos relativos al sistema**

#### **3.5.1 Sistema**

Conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan

#### **3.5.2 Infraestructura**

<organización> **sistema** (3.5.1) de instalaciones, equipos y **servicios** (3.7.7) necesarios para el funcionamiento de una **organización**(3.2.1)

#### **3.5.3 Sistema de gestión**

Conjunto de elementos de una **organización** (3.2.1) interrelacionados o que interactúan para establecer **políticas** (3.5.8), **objetivos** (3.7.1) y **procesos** (3.4.1) para lograr estos objetivos.

Nota 1 a la entrada: Un sistema de gestión puede tratar una sola disciplina o varias disciplinas, por ejemplo, **gestión de la calidad** (3.3.4), gestión financiera o gestión ambiental.

Nota 2 a la entrada: Los elementos del sistema de gestión establecen la estructura de la organización, los roles y las responsabilidades, la planificación, la operación, las políticas, las prácticas, las reglas, las creencias, los objetivos y los procesos para lograr esos objetivos.

Nota 3 a la entrada: El alcance de un sistema de gestión puede incluir la totalidad de la organización, funciones específicas e identificadas de la organización, secciones específicas e identificadas de la organización, o una o más funciones dentro de un grupo de organizaciones.

Nota 4 a la entrada: Este término es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC. La definición original se ha modificado mediante la modificación de las notas 1 a 3 la entrada.

#### **3.5.4 Sistema de gestión de la calidad**

Parte de un **Sistema de Gestión** (3.5.3) relacionada con la **calidad** (3.6.2)

#### **3.5.5 Ambiente de trabajo**

Conjunto de condiciones bajo las cuales se realiza el trabajo

Nota 1 a la entrada: Las condiciones pueden incluir factores físicos, sociales, psicológicos y ambientales (tales como temperatura, iluminación, esquemas de reconocimiento, estrés laboral, ergonomía y atmósfera en el trabajo).

#### **3.5.6 Confirmación metrológica**

Conjunto de operaciones necesarias para asegurarse de que el **equipo de medición** (3.11.6) es conforme con los **requisitos** (3.6.4) para su uso previsto.

Nota 1 a la entrada: La confirmación metrológica generalmente incluye calibración o **verificación** (3.8.12), cualquier ajuste necesario o **reparación** (3.12.9) y posterior recalibración, comparación con los requisitos metrológicos para el uso previsto del equipo, así como cualquier sellado y etiquetado requeridos.

Nota 2 a la entrada: La confirmación metrológica no se logra hasta, y al menos que, se haya demostrado y documentado la adecuación de los equipos de medición para la utilización prevista.

Nota 3 a la entrada: Los requisitos relativos a la utilización prevista pueden incluir consideraciones tales como el rango, la resolución y los errores máximos permitidos.

Nota 4 a la entrada: Los requisitos metrológicos normalmente son distintos de los requisitos del **producto** (3.7.6) y no se encuentran especificados en los mismos.

[ORIGEN: ISO 10012:2003, 3.5, modificada — La nota 1 a la entrada ha sido modificada]

## ISO 9000:2015 (traducción oficial)

### 3.5.7 Sistema de gestión de las mediciones

Conjunto de elementos interrelacionados, o que interactúan, necesarios para lograr la confirmación metrológica (3.5.6) y el control de los procesos de medición (3.11.5).  
[ORIGEN: ISO 10012:2003, 3.1, modificada]

### 3.5.8 Política

<organización> intenciones y dirección de una organización (3.2.1), como las expresa formalmente su alta dirección (3.1.1)

Nota 1 a la entrada: Este término es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC.

### 3.5.9 Política de la calidad

Política (3.5.8) relativa a la calidad (3.6.2)

Nota 1 a la entrada: Generalmente la política de la calidad es coherente con la política global de la organización (3.2.1), puede alinearse con la visión (3.5.10) y la misión (3.5.11) de la organización y proporciona un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos de la calidad (3.7.2).

Nota 2 a la entrada: Los principios de gestión de la calidad presentados en esta Norma Internacional pueden constituir la base para el establecimiento de la política de la calidad.

### 3.5.10 Visión

<organización> aspiración de aquello que una organización (3.2.1) querría llegar a ser, tal como lo expresa la alta dirección (3.1.1)

### 3.5.11 Misión

<organización> propósito de la existencia de la organización (3.2.1), tal como lo expresa la alta dirección (3.1.1)

### 3.5.12 Estrategia

Plan para lograr un objetivo (3.7.1) a largo plazo o global

## 3.6 Términos relativos a los requisitos

### 3.6.1 Objeto

entidad

ítem

Cualquier cosa que puede percibirse o concebirse

EJEMPLO:

Producto (3.7.6), servicio (3.7.7), proceso (3.4.1), persona, organización (3.2.1), sistema (3.5.1), recurso.

Nota 1 a la entrada: Los objetos pueden ser materiales (por ejemplo, un motor, una hoja de papel, un diamante), no materiales (por ejemplo, una tasa de conversión, un plan de proyecto) o imaginarios (por ejemplo, el estado futuro de una organización).  
[ORIGEN: ISO 10871-1:2000, 3.1.1 modificada]

### 3.6.2 Calidad

Grado en el que un conjunto de características (3.10.1) inherentes de un objeto (3.6.1) cumple con los requisitos (3.6.4).

Nota 1 a la entrada: El término “calidad” puede utilizarse acompañado de adjetivos tales como pobre, buena o excelente.

Nota 2 a la entrada: “Inherente”, en contraposición a “asignado”, significa que existe en el objeto (3.6.1).

### 3.6.3 Clase

Categoría o rango dado a diferentes requisitos (3.6.4) para un objeto (3.6.1) que tienen el mismo uso funcional

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

### **EJEMPLO:**

Clases de billetes de una compañía aérea o categorías de hoteles en un folleto.

Nota 1 a la entrada: Cuando se establece un **requisito de la calidad** (3.6.5), generalmente se especifica la clase.

### **3.6.4 Requisito**

Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria

Nota 1 a la entrada: "Generalmente implícita" significa que es habitual o práctica común para la **organización** (3.2.1) y las **partes interesadas** (3.2.3) el que la necesidad o expectativa bajo consideración está implícita.

Nota 2 a la entrada: Un requisito especificado es aquel que está establecido, por ejemplo, en **información documentada** (3.8.6).

Nota 3 a la entrada: Pueden utilizarse calificativos para identificar un tipo específico de requisito, por ejemplo, **requisito** de un **producto** (3.7.6), requisito de la **gestión de la calidad** (3.3.4), requisito del **cliente** (3.2.4), **requisito de la calidad** (3.6.5).

Nota 4 a la entrada: Los requisitos pueden ser generados por las diferentes partes interesadas o por la propia organización.

Nota 5 a la entrada: Para lograr una alta **satisfacción del cliente** (3.9.2) puede ser necesario cumplir una expectativa de un cliente incluso si no está declarada ni generalmente implícita, ni es obligatoria.

Nota 6 a la entrada: Este término es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC. La definición original se ha modificado añadiendo las notas 3 a 5 a la entrada.

### **3.6.5 Requisito de la calidad**

**Requisito** (3.6.4) relativo a la **calidad** (3.6.2)

### **3.6.6 Requisito legal**

**Requisito** (3.6.4) obligatorio especificado por un organismo legislativo

### **3.6.7 Requisito reglamentario**

**Requisito** (3.6.4) obligatorio especificado por una autoridad que recibe el mandato de un órgano legislativo

### **3.6.8 Información sobre configuración del producto**

**Requisito** (3.6.4) u otra información para el diseño, la realización, la **verificación** (3.8.12), el funcionamiento y el soporte de un **producto** (3.7.6)

[ORIGEN: ISO 10007:2003, 3.9 modificada]

### **3.6.9 No conformidad**

Incumplimiento de un **requisito** (3.6.4)

Nota 1 a la entrada: Este es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC.

### **3.6.10 Defecto**

No conformidad (3.6.9) relativa a un uso previsto o especificado

Nota 1 a la entrada: La distinción entre los conceptos defecto y no conformidad es importante por sus connotaciones legales, particularmente aquellas asociadas a la responsabilidad legal de los **productos** (3.7.6) y **servicios** (3.7.7).

Nota 2 a la entrada: El uso previsto tal y como lo prevé el **cliente** (3.2.4) podría estar afectado por la naturaleza de la **información** (3.8.2), tal como las instrucciones de funcionamiento o de mantenimiento, proporcionadas por el proveedor (3.2.5).

### **3.6.11 Conformidad**

Cumplimiento de un **requisito** (3.6.4)

Nota 1 a la entrada: Esta nota no se aplica a la versión española de la Norma.

Nota 2 a la entrada: Este término es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC. La definición original se ha modificado añadiendo la nota 1 a la entrada.

## ISO 9000:2015 (traducción oficial)

### 3.6.12 Capacidad

Aptitud de un objeto (3.6.1) para realizar una salida (3.7.5) que cumplirá los requisitos (3.6.4) para esa salida

Nota 1 a la entrada: En la Norma [ISO 3534-2](#) se definen términos relativos a la capacidad de los procesos (3.4.1) en el campo de la estadística.

### 3.6.13 Trazabilidad

Capacidad para seguir el histórico, la aplicación o la localización de un objeto (3.6.1)

Nota 1 a la entrada: Al considerar un producto (3.7.6) o un servicio (3.7.7), la trazabilidad puede estar relacionada con: — el origen de los materiales y las partes; — el histórico del proceso; y — la distribución y localización del producto o servicio después de la entrega.

Nota 2 a la entrada: En el campo de la metrología, se acepta la definición dada en la Guía ISO/IEC 99:2007.

### 3.6.14 Confiabilidad

Capacidad para desempeñar cómo y cuándo se requiera

[ORIGEN: IEC 60050-192, modificada — Las notas se han eliminado]

### 3.6.15 Innovación

Objeto (3.6.1) nuevo o cambiado que crea o redistribuye valor.

Nota 1 a la entrada: Las actividades que resultan en innovación generalmente se gestionan.

Nota 2 a la entrada: La innovación es generalmente significativa en su efecto.

## 3.7 Términos relativos al resultado

### 3.7.1 Objetivo

Resultado a lograr

Nota 1 a la entrada: Un objetivo puede ser estratégico, táctico u operativo.

Nota 2 a la entrada: Los objetivos pueden referirse a diferentes disciplinas (tales como objetivos financieros, de salud y seguridad y ambientales) y se pueden aplicar en diferentes niveles [como estratégicos, para toda la organización (3.2.1), para el proyecto (3.4.2), el producto (3.7.6) y el proceso (3.4.1)].

Nota 3 a la entrada: Un objetivo se puede expresar de otras maneras, por ejemplo, como un resultado previsto, un propósito, un criterio operativo, un objetivo de la calidad (3.7.2), o mediante el uso de términos con un significado similar (por ejemplo, fin o meta).

Nota 4 a la entrada: En el contexto de sistemas de gestión de la calidad (3.5.4), la organización (3.2.1) establece los objetivos de la calidad (3.7.2), de forma coherente con la política de la calidad (3.5.9), para lograr resultados específicos.

Nota 5 a la entrada: Este término es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC. La definición original se ha modificado mediante la modificación de la nota 2 a la entrada.

### 3.7.2 Objetivo de la calidad

Objetivo (3.7.1) relativo a la calidad (3.6.2)

Nota 1 a la entrada: Los objetivos de la calidad generalmente se basan en la política de la calidad (3.5.9) de la organización (3.2.1).

Nota 2 a la entrada: Los objetivos de la calidad generalmente se especifican para las funciones, niveles y procesos (3.4.1) pertinentes de la organización (3.2.1).

### 3.7.3 Éxito

<organización> logro de un objetivo (3.7.1).

Nota 1 a la entrada: El éxito de una organización (3.2.1) enfatiza la necesidad de un equilibrio entre sus intereses económicos o financieros y las necesidades de sus partes interesadas (3.2.3), tales como clientes (3.2.4), usuarios, inversionistas/accionistas (propietarios), las personas de la organización, proveedores (3.2.5), socios, grupos de interés y comunidades.

### 3.7.4 Éxito sostenido

<organización> **éxito** (3.7.3) durante un periodo de tiempo

Nota 1 a la entrada: El éxito sostenido enfatiza la necesidad de un equilibrio entre los intereses económico-financieros de una **organización** (3.2.1) y aquellos del entorno social y ecológico.

Nota 2 a la entrada: El éxito sostenido se relaciona con las **partes interesadas** (3.2.3) de una organización tales como **clientes** (3.2.4), propietarios, personas de una organización, **proveedores** (3.2.5), banqueros, sindicatos, socios o la sociedad.

### 3.7.5 Salida

Resultado de un **proceso** (3.4.1)

Nota 1 a la entrada: Que una salida de una organización (3.2.1) sea un producto (3.7.6) o un servicio (3.7.7) depende de la preponderancia de las características (3.10.1) involucradas, por ejemplo, una pintura que se vende en una galería es un producto mientras que el suministro de una pintura encargada es un servicio, una hamburguesa comprada en una tienda minorista es un producto mientras que una hamburguesa recibida, ordenada y servida en un restaurante es parte de un servicio.

### 3.7.6 Producto

**Salida** (3.7.5) de una organización (3.2.1) que puede producirse sin que se lleve a cabo ninguna transacción entre la organización y el cliente (3.2.4)

Nota 1 a la entrada: La producción de un producto se logra sin que necesariamente se lleve a cabo ninguna transacción, entre el proveedor (3.2.5) y el cliente pero frecuentemente el elemento servicio (3.7.7) está involucrado en la entrega al cliente.

Nota 2 a la entrada: El elemento dominante de un producto es aquel que es generalmente tangible.

Nota 3 a la entrada: El hardware es tangible y su cantidad es una característica contable (3.10.1) (por ejemplo, neumáticos). Los materiales procesados generalmente son tangibles y su cantidad es una característica continua (por ejemplo, combustible o bebidas refrescantes). El hardware y los materiales procesados con frecuencia se denominan bienes. El software consiste en información (3.8.2) independientemente del medio de entrega (por ejemplo un programa informático, una aplicación de teléfono móvil, un manual de instrucciones, el contenido de un diccionario, los derechos de autor de una composición musical, la licencia de conductor).

### 3.7.7 Servicio

**Salida** (3.7.5) de una organización (3.2.1) con al menos una actividad, necesariamente llevada a cabo entre la organización y el cliente (3.2.4)

Nota 1 a la entrada: Los elementos dominantes de un servicio son generalmente intangibles.

Nota 2 a la entrada: Los servicios con frecuencia involucran actividades en la interfaz con el cliente para establecer requisitos del cliente (3.6.4) así como durante la entrega del servicio, y puede involucrar una relación continua, por ejemplo con bancos, entidades contables u organizaciones públicas, como escuelas u hospitales públicos.

Nota 3 a la entrada: La provisión de un servicio puede implicar, por ejemplo, lo siguiente: — una actividad realizada sobre un producto (3.7.6) tangible suministrado por el cliente (por ejemplo, reparación de un coche); — una actividad realizada sobre un producto intangible suministrado por el cliente (por ejemplo, la declaración de ingresos necesaria para preparar una declaración de impuestos); — la entrega de un producto intangible (por ejemplo, la entrega de información (3.8.2) en el contexto de la transmisión de conocimiento); — la creación de un ambiente para el cliente (por ejemplo, en hoteles y restaurantes).

Nota 4 a la entrada: Un servicio generalmente se experimenta por el cliente.

### 3.7.8 Desempeño

Resultado medible

Nota 1 a la entrada: El desempeño se puede relacionar con hallazgos cuantitativos o cualitativos.

Nota 2 a la entrada: El desempeño se puede relacionar con la **gestión** (3.3.3) de actividades (3.3.11), **procesos** (3.4.1), **productos** (3.7.6), **servicios** (3.7.7), **sistemas** (3.5.1) u **organizaciones** (3.2.1).

Nota 3 a la entrada: Este es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC. La definición original se ha modificado con la modificación de la nota 2 a la entrada.

### 3.7.9 Riesgo

Efecto de la incertidumbre

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

Nota 1 a la entrada: Un efecto es una desviación de lo esperado, ya sea positivo o negativo.

Nota 2 a la entrada: Incertidumbre es el estado, incluso parcial, de deficiencia de información (3.8.2) relacionada con la comprensión o *conocimiento* de un evento, su consecuencia o su probabilidad.

Nota 3 a la entrada: Con frecuencia el riesgo se caracteriza por referencia a *eventos* potenciales (según se define en la Guía ISO 73:2009, 3.5.1.3) y *consecuencias* (según se define en la Guía ISO 73:2009, 3.6.1.3), o a una combinación de éstos.

Nota 4 a la entrada: Con frecuencia el riesgo se expresa en términos de una combinación de las consecuencias de un evento (incluidos cambios en las circunstancias) y la *probabilidad* (según se define en la Guía ISO 73:2009, 3.6.1.1) asociada de que ocurra.

Nota 5 a la entrada: La palabra “riesgo” algunas veces se utiliza cuando sólo existe la posibilidad de consecuencias negativas.

Nota 6 a la entrada: Este término es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC. La definición original se ha modificado añadiendo la nota 5 a la entrada.

### **3.7.10 Eficiencia**

Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados

### **3.7.11 Eficacia**

Grado en el que se realizan las actividades planificadas y se logran los resultados planificados

Nota 1 a la entrada: Este término es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC.

## **3.8 Términos relativos a los datos, la información y la documentación**

### **3.8.1 Datos**

Hechos sobre un objeto (3.6.1)

### **3.8.2 Información**

Datos (3.8.1) que poseen significado

### **3.8.3 Evidencia objetiva**

Datos (3.8.1) que respaldan la existencia o veracidad de algo

Nota 1 a la entrada: La evidencia objetiva puede obtenerse por medio de la observación, medición (3.11.4), ensayo (3.11.8) o por otros medios.

Nota 2 a la entrada: La evidencia objetiva con fines de auditoría (3.13.1) generalmente se compone de registros (3.8.10), declaraciones de hechos u otra información (3.8.2) que son pertinentes para los criterios de auditoría (3.13.7) y verificables.

### **3.8.4 Sistema de información**

<sistema de gestión de la calidad> red de canales de comunicación utilizados dentro de una organización (3.2.1)

### **3.8.5 Documento**

Información (3.8.2) y el medio en el que está contenida

EJEMPLO:

Registro (3.8.10), especificación (3.8.7), documento de procedimiento, plano, informe, norma.

Nota 1 a la entrada: El medio de soporte puede ser papel, disco magnético, electrónico u óptico, fotografía o muestra patrón o una combinación de éstos.

Nota 2 a la entrada: Con frecuencia, un conjunto de documentos, por ejemplo especificaciones y registros, se denominan “documentación”.

Nota 3 a la entrada: Algunos requisitos (3.6.4) (por ejemplo, el requisito de ser legible) se refieren a todo tipo de documento. Sin embargo, puede requisitos diferentes para las especificaciones (por ejemplo, el requisito de estar controlado por revisiones) y los registros (por ejemplo, el requisito de ser recuperable).

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

### **3.8.6 Información documentada**

**Información** (3.8.2) que una **organización** (3.2.1) tiene que controlar y mantener, y el medio que la contiene

Nota 1 a la entrada: La información documentada puede estar en cualquier formato y medio, y puede provenir de cualquier fuente.

Nota 2 a la entrada: La información documentada puede hacer referencia a: — el **sistema de gestión** (3.5.3), incluidos los **procesos** (3.4.1) relacionados; — la información generada para que la organización opere (documentación); — la evidencia de los resultados alcanzados (**registros** (3.8.10)).

Nota 3 a la entrada: Este término es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC.

### **3.8.7 Especificación**

**Documento** (3.8.5) que establece **requisitos** (3.6.4)

EJEMPLO:

**Manual de la calidad** (3.8.8), **plan de la calidad** (3.8.9), plano técnico, documento de procedimiento, instrucción de trabajo.

Nota 1 a la entrada: Una especificación puede estar relacionada con actividades (por ejemplo, un documento de procedimiento una especificación de proceso (3.4.1) y una especificación de ensayo (3.11.8)), o con **productos** (3.7.6) (por ejemplo, una especificación de producto, una especificación de **desempeño** (3.7.8) y un plano).

Nota 2 a la entrada: Puede que, al establecer requisitos una especificación esté estableciendo adicionalmente resultados logrados por el **diseño y desarrollo** (3.4.8) y de este modo en algunos casos puede utilizarse como un **registro** (3.8.10).

### **3.8.8 Manual de la calidad**

**Especificación** (3.8.7) para el sistema de gestión de la calidad (3.5.4) de una organización (3.2.1)

Nota 1 a la entrada: Los manuales de la calidad pueden variar en cuanto a detalle y formato para adecuarse al tamaño y complejidad de cada **organización** (3.2.1) en particular.

### **3.8.9 Plan de la calidad**

**Especificación** (3.8.7) de los **procedimientos** (3.4.5) y recursos asociados a aplicar, cuándo deben aplicarse y quién debe aplicarlos a un **objeto** (3.6.1) específico

Nota 1 a la entrada: Estos procedimientos generalmente incluyen aquellos relativos a los **procesos** (3.4.1) de **gestión de la calidad** (3.3.4) y a los procesos de realización del **producto** (3.7.6) y servicio (3.7.7)

Nota 2 a la entrada: Un plan de la calidad hace referencia con frecuencia a partes del **manual de la calidad** (3.8.8) o a **documentos** (3.8.5) de procedimiento.

Nota 3 a la entrada: Un plan de la calidad es generalmente uno de los resultados de la **planificación de la calidad** (3.3.5).

### **3.8.10 Registro**

**Documento** (3.8.5) que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades realizadas

Nota 1 a la entrada: Los registros pueden utilizarse, por ejemplo, para formalizar la **trazabilidad** (3.6.13) y para proporcionar evidencia de **verificaciones** (3.8.12), **acciones preventivas** (3.12.1) y **acciones correctivas** (3.12.2).

Nota 2 a la entrada: En general los registros no necesitan estar sujetos al control del estado de revisión.

### **3.8.11 Plan de gestión de proyecto**

**Documento** (3.8.5) que especifica qué es necesario para cumplir los **objetivos** (3.7.1) del **proyecto** (3.4.2)

Nota 1 a la entrada: Un plan de gestión de proyecto debería incluir o hacer referencia al **plan de la calidad** (3.8.9) del proyecto.

Nota 2 a la entrada: Cuando sea apropiado, el plan de gestión de proyecto también incluye o hace referencia a otros planes como aquellos relativos a las estructuras de la organización, los recursos, el calendario, el presupuesto, la **gestión** (3.3.3) del **riesgo** (3.7.9), la gestión ambiental, la **gestión de la salud y seguridad** y la **gestión** (3.3.3) de la seguridad, según sea apropiado.  
[ORIGEN: ISO 10006:2003, 3.7]

## ISO 9000:2015 (traducción oficial)

### 3.8.12 Verificación

Confirmación, mediante la aportación de **evidencia objetiva** (3.8.3) de que se han cumplido los **requisitos** (3.6.4) especificados

Nota 1 a la entrada: La evidencia objetiva necesaria para una verificación puede ser el resultado de una **inspección** (3.11.7) o de otras formas de **determinación** (3.11.1), tales como realizar cálculos alternativos o revisar los documentos (3.8.5).

Nota 2 a la entrada: Las actividades llevadas a cabo para la verificación a veces se denominan **proceso** (3.4.1) de calificación.

Nota 3 a la entrada: La palabra "verificado" se utiliza para designar el estado correspondiente.

### 3.8.13 Validación

Confirmación, mediante la aportación de evidencia objetiva (3.8.3), de que se han cumplido los requisitos (3.6.4) para una utilización o aplicación específica prevista

Nota 1 a la entrada: La evidencia objetiva necesaria para una validación es el resultado de un **ensayo** (3.11.8) u otra forma de **determinación** (3.11.1), tal como realizar cálculos alternativos o revisar los **documentos** (3.8.5).

Nota 2 a la entrada: La palabra "validado" se utiliza para designar el estado correspondiente.

Nota 3 a la entrada: Las condiciones de utilización para la validación pueden ser reales o simuladas.

### 3.8.14 Justificación del estado de la configuración

Registro e informe formalizado de la información sobre configuración del producto (3.6.8), el estado de los cambios propuestos y el estado de la implementación de los cambios aprobados  
[ORIGEN: ISO 10007:2003, 3.7]

### 3.8.15 Caso específico

<plan de la calidad> tema del **plan de la calidad** (3.8.9)

Nota 1 a la entrada: Este término se utiliza para evitar la repetición de "**proceso** (3.4.1), **producto** (3.7.6),  **proyecto** (3.4.2) o **contrato** (3.4.7)" dentro de la Norma [ISO 10005](#).  
[ORIGEN: ISO 10005:2005, 3.10, modificada — La nota 1 a la entrada se ha modificado]

## 3.9 Términos relativos al cliente

### 3.9.1 Retroalimentación

<satisfacción del cliente> opiniones, comentarios y muestras de interés por un producto (3.7.6), un servicio (3.7.7) o un proceso de tratamiento de quejas (3.4.1)

[ORIGEN: ISO 10002:2014, 3.6, modificada — El término "servicio" se ha incluido en la definición]

### 3.9.2 Satisfacción del cliente

Percepción del **cliente** (3.2.4) sobre el grado en que se han cumplido las expectativas de los clientes

Nota 1 a la entrada: Puede que la expectativa del cliente no sea conocida por la **organización** (3.2.1), o incluso por el propio cliente, hasta que el **producto** (3.7.6) o **servicio** (3.7.7) se entregue. Para alcanzar una alta satisfacción del cliente puede ser necesario cumplir una expectativa de un **cliente** incluso si no está declarada, ni está generalmente implícita, ni es obligatoria.

Nota 2 a la entrada: Las **quejas** (3.9.3) son un indicador habitual de una baja satisfacción del cliente, pero la ausencia de las mismas no implica necesariamente una elevada satisfacción del cliente.

Nota 3 a la entrada: Incluso cuando los requisitos del **cliente** (3.6.4) se han acordado con el **cliente** y éstos se han cumplido, esto no asegura necesariamente una elevada satisfacción del cliente.  
[ORIGEN: ISO 10004:2012, 3.3, modificada — Se han modificado las notas]

### 3.9.3 Queja

<satisfacción del cliente> expresión de insatisfacción hecha a una **organización** (3.2.1), relativa a su **producto** (3.7.6) o **servicio** (3.7.7), o al propio **proceso** (3.4.1) de tratamiento de quejas, donde explícita o implícitamente se espera una respuesta o resolución

[ORIGEN: ISO 10002:2014, 3.2, modificada — El término "servicio" se ha incluido en la definición]

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

### **3.9.4 Servicio al cliente**

interacción de la **organización** (3.2.1) con el **cliente** (3.2.4) a lo largo del ciclo de vida de un producto (3.7.6) o un servicio (3.7.7).

[ORIGEN: ISO 10002:2014, 3.5, modificada — Se ha incluido el término servicio en esta definición]

### **3.9.5 Código de conducta de la satisfacción del cliente**

Promesas hechas a los **clientes** (3.2.4) por una **organización** (3.2.1) relacionadas con su comportamiento, orientadas a aumentar la **satisfacción del cliente** (3.9.2) y las disposiciones relacionadas

Nota 1 a la entrada: Las disposiciones relacionadas pueden incluir **objetivos** (3.7.1), condiciones, limitaciones, **información** (3.8.2) del contrato y **procedimientos** (3.4.5) de tratamiento de **quejas** (3.9.3).

Nota 2 a la entrada: En la Norma ISO 10001:2007 el término “código” se utiliza en lugar de “código de conducta de la satisfacción del cliente”.

[ORIGEN: ISO 10001:2014, 3.1, modificada — El término “código” se ha eliminado como término admitido y la nota 2 a la entrada se ha modificado]

### **3.9.6 Conflicto**

<satisfacción del cliente> desacuerdo, que surge de una **queja** (3.9.3) presentada a un **proveedor de PRC** (3.2.7).

Nota 1 a la entrada: Algunas **organizaciones** (3.2.1) permiten a sus **clientes** (3.2.4) expresar su insatisfacción a un proveedor de PRC en primer lugar. En esta situación, la expresión de insatisfacción se convierte en una queja cuando se envía a la **organización** en busca de una respuesta, y se convierte en un conflicto si no lo resuelve la **organización** sin la intervención del **proveedor de PRC**. Muchas **organizaciones** prefieren que sus **clientes** expresen primero cualquier insatisfacción a la **organización** antes de utilizar una resolución de conflictos externa a la **organización**.

[ORIGEN: ISO 10003:2007, 3.6, modificada]

## **3.10 Términos relativos a las características**

### **3.10.1 Característica**

Rasgo diferenciador

Nota 1 a la entrada: Una característica puede ser inherente o asignada.

Nota 2 a la entrada: Una característica puede ser cualitativa o cuantitativa.

Nota 3 a la entrada: Existen varias clases de características, tales como las siguientes: a) físicas (por ejemplo, características mecánicas, eléctricas, químicas o biológicas); b) sensoriales (por ejemplo, relacionadas con el olfato, el tacto, el gusto, la vista y el oído); c) de comportamiento (por ejemplo, cortesía, honestidad, veracidad); d) de tiempo (por ejemplo, puntualidad, confiabilidad, disponibilidad, continuidad); e) ergonómicas (por ejemplo, características fisiológicas, o relacionadas con la seguridad de las personas); f) funcionales (por ejemplo, velocidad máxima de un avión).

### **3.10.2 Característica de la calidad**

**Característica** (3.10.1) inherente a un **objeto** (3.6.1) relacionada con un **requisito** (3.6.4)

Nota 1 a la entrada: Inherente significa que existe en algo, especialmente como una característica permanente.

Nota 2 a la entrada: Una característica asignada a un objeto (por ejemplo, el precio de un **objeto**) no es una característica de la calidad de ese objeto.

### **3.10.3 Factor humano**

**Característica** (3.10.1) de una persona que tiene un impacto sobre un **objeto** (3.6.1) bajo consideración

Nota 1 a la entrada: Las características pueden ser físicas, cognitivas o sociales.

Nota 2 a la entrada: Los factores humanos pueden tener un impacto significativo en un **sistema de gestión** (3.5.3).

### **3.10.4 Competencia**

Capacidad para aplicar conocimientos y habilidades con el fin de lograr los resultados previstos

Nota 1 a la entrada: La competencia demostrada a veces se denomina cualificación.

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

Nota 2 a la entrada: Este término es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC. La definición original se ha modificado añadiendo la nota 1 a la entrada.

### **3.10.5 Característica metrológica**

**Característica** (3.10.1) que puede influir sobre los resultados de la **medición** (3.11.4)

Nota 1 a la entrada: El **equipo de medición** (3.11.6) generalmente tiene varias características metrológicas.

Nota 2 a la entrada: Las características metrológicas pueden estar sujetas a calibración.

### **3.10.6 Configuración**

**Características** (3.10.1) funcionales y físicas interrelacionadas de un **producto** (3.7.6) o servicio (3.7.7) definidas en la **información sobre configuración del producto** (3.6.8)  
[ORIGEN: ISO 10007:2003, 3.3, modificada — Se ha incluido el término “servicio” en la definición]

### **3.10.7 Configuración de referencia**

**Información Sobre Configuración Del Producto** (3.6.8) aprobada, que establece las **características** (3.10.1) de un **producto** (3.7.6) o servicio (3.7.7) en un punto determinado en el tiempo, que sirve como referencia para actividades durante todo el ciclo de vida del *producto o servicio*.  
[ORIGEN: ISO 10007:2003, 3.4, modificada — Se ha incluido el término “servicio” en la definición]

## **3.11 Términos relativos a las determinaciones**

### **3.11.1 Determinación**

Actividad para encontrar una o más **características** (3.10.1) y sus valores característicos

### **3.11.2 Revisión**

**Determinación** (3.11.1) de la conveniencia, adecuación o **eficacia** (3.7.11) de un **objeto** (3.6.1) para lograr unos **objetivos** (3.7.1) establecidos

EJEMPLO:

Revisión por la dirección, revisión del **diseño y desarrollo** (3.4.8), revisión de los **requisitos** (3.6.4) del **cliente** (3.2.4), revisión de **acciones correctivas** (3.12.2) y evaluación entre pares.

Nota 1 a la entrada: La revisión puede incluir también la determinación de la **eficiencia** (3.7.10).

### **3.11.3 Seguimiento**

**Determinación** (3.11.1) del estado de un **sistema** (3.5.1), un **proceso** (3.4.1), un producto (3.7.6), un servicio (3.7.7) o una actividad

Nota 1 a la entrada: Para determinar el estado puede ser necesario verificar, supervisar u observar de forma crítica.

Nota 2 a la entrada: El seguimiento generalmente es una determinación del estado de un **objeto** (3.6.1) al que se realiza el seguimiento, llevado a cabo en diferentes etapas o momentos diferentes.

Nota 3 a la entrada: Este término es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC. La definición original y la nota 1 a la entrada se han modificado, y se ha añadido la nota 2.

### **3.11.4 Medición**

**Proceso** (3.4.1) para determinar un valor

Nota 1 a la entrada: De acuerdo con la Norma **ISO 3534-2**, el valor determinado generalmente es el valor de una magnitud.

Nota 2 a la entrada: Este término es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC. La definición original a la entrada se ha modificado y se ha añadido la nota 1 a la entrada.

### **3.11.5 Proceso de medición**

Conjunto de operaciones que permiten determinar el valor de una magnitud

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

### **3.11.6 Equipo de medición**

Instrumento de medición, software, patrón de medición, material de referencia o equipos auxiliares o combinación de ellos necesarios para llevar a cabo un proceso de medición (3.11.5)

### **3.11.7 Inspección**

Determinación (3.11.1) de la conformidad (3.6.11) con los requisitos (3.6.4) especificados

Nota 1 a la entrada: Si el resultado de una inspección muestra conformidad puede utilizarse con fines de verificación (3.8.12).

Nota 2 a la entrada: El resultado de una inspección puede mostrar conformidad o no conformidad (3.6.9) o un cierto grado de conformidad.

### **3.11.8 Ensayo**

Determinación (3.11.1) de acuerdo con los requisitos (3.6.4) para un uso o aplicación previsto específico

Nota 1 a la entrada: Si el resultado de un ensayo muestra conformidad (3.6.11), puede utilizarse con fines de validación (3.8.13).

### **3.11.9 Evaluación del avance**

<gestión de proyectos> evaluación del progreso en el logro de los objetivos (3.4.2) del proyecto (3.7.1)

Nota 1 a la entrada: Esta evaluación debería llevarse a cabo en puntos adecuados del ciclo de vida del proyecto a través de los procesos (3.4.1) del proyecto, basada en los criterios para los procesos del proyecto y el producto (3.7.6) o servicio (3.7.7).

Nota 2 a la entrada: Los resultados de las evaluaciones de progreso pueden conducir a la revisión del plan de gestión de proyecto (3.8.11).

[ORIGEN: ISO 10006:2003, 3.4, modificada — Se han modificado las notas a la entrada]

## **3.12 Términos relativos a las acciones**

### **3.12.1 Acción preventiva**

Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad (3.6.9) potencial u otra situación potencial no deseable

Nota 1 a la entrada: Puede haber más de una causa para una no conformidad potencial.

Nota 2 a la entrada: La acción preventiva se toma para prevenir que algo ocurra, mientras que la acción correctiva (3.12.2) se toma para prevenir que vuelva a ocurrir.

### **3.12.2 Acción correctiva**

Acción para eliminar la causa de una no conformidad (3.6.9) y evitar que vuelva a ocurrir

Nota 1 a la entrada: Puede haber más de una causa para una no conformidad.

Nota 2 a la entrada: La acción correctiva se toma para prevenir que algo vuelva a ocurrir, mientras que la acción preventiva (3.12.1) se toma para prevenir que algo ocurra.

Nota 3 a la entrada: Este término es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC. La definición original se ha modificado añadiendo las notas 1 a 2 a la entrada.

### **3.12.3 Corrección**

Acción para eliminar una no conformidad (3.6.9) detectada

Nota 1 a la entrada: Una corrección puede realizarse con anterioridad, simultáneamente, o después de una acción correctiva (3.12.2).

Nota 2 a la entrada: Una corrección puede ser, por ejemplo, un reproceso (3.12.8) o una reclasificación (3.12.4).

### **3.12.4 Reclasificación**

variación de la clase (3.6.3) de un producto (3.6.9) o servicio (3.7.7) no conforme (3.6.9) para hacerlo conforme a requisitos (3.6.4) diferentes de los requisitos iniciales

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

### **3.12.5 Concesión**

Autorización para utilizar o liberar (3.12.7) un producto (3.7.6) o servicio (3.7.7) que no es conforme con los requisitos (3.6.4) especificados

Nota 1 a la entrada: Una concesión está generalmente limitada a la entrega de productos y servicios que tienen características (3.10.1) no conformes (3.6.9), dentro de límites especificados y generalmente dados para una cantidad limitada de productos y servicios para un periodo de tiempo, y para un uso específico.

### **3.12.6 Permiso de desviación**

Autorización para apartarse de los requisitos (3.6.4) originalmente especificados de un producto (3.7.6) o servicio (3.7.7), antes de su realización

Nota 1 a la entrada: Un permiso de desviación se concede generalmente para una cantidad limitada de productos y servicios o para un periodo de tiempo limitado, y para un uso específico.

### **3.12.7 Liberación**

Autorización para proseguir con la siguiente etapa de un proceso (3.4.1) o el proceso siguiente

Nota 1 a la entrada: Esta nota no se aplica a la versión española de la Norma.

### **3.12.8 Reproceso**

Acción tomada sobre un producto o servicio no conforme para hacerlo conforme con los requisitos (3.6.4)

Nota 1 a la entrada: El reproceso puede afectar o cambiar partes del producto (3.7.6) o servicio (3.7.7) no conforme (3.6.9).

### **3.12.9 Reparación**

Acción tomada sobre un producto (3.7.6) o servicio (3.7.7) no conforme (3.6.9) para convertirlo en aceptable para su utilización prevista

Nota 1 a la entrada: Una reparación exitosa de un producto no conforme no necesariamente hace al producto o servicio conforme con los requisitos (3.6.4). Puede que junto con una reparación se requiera una concesión (3.12.5).

Nota 2 a la entrada: La reparación incluye las acciones reparadoras adoptadas sobre un producto o servicio previamente conforme para devolverle su aptitud al uso, por ejemplo, como parte del mantenimiento.

Nota 3 a la entrada: La reparación *puede* afectar o cambiar partes del producto o servicio no conforme.

### **3.12.10 Desecho**

Acción tomada sobre un producto (3.7.6) o servicio (3.7.7) no conforme (3.6.9) para impedir su uso inicialmente previsto

EJEMPLO:

Reciclaje, destrucción.

Nota 1 a la entrada: En el caso de un servicio no conforme, el uso se impide no continuando el servicio.

## **3.13 Términos relativos a la auditoría**

### **3.13.1 Auditoría**

Proceso (3.4.1) sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias objetivas (3.8.3) y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar el grado en que se cumplen los criterios de auditoría (3.13.7)

Nota 1 a la entrada: Los elementos fundamentales de una auditoría incluyen la determinación (3.11.1) de la conformidad (3.6.11) de un objeto (3.6.1) de acuerdo con un procedimiento (3.4.5) llevado a cabo por personal que no es responsable del objeto auditado.

Nota 2 a la entrada: Una auditoría puede ser interna (de primera parte) o externa (de segunda parte o de tercera parte), y puede ser combinada (3.13.2) o conjunta (3.13.3).

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

Nota 3 a la entrada: Las auditorías internas, denominadas en algunos casos auditorías de primera parte, se realizan por, o en nombre de la propia organización (3.2.1), para la revisión (3.11.2) por la dirección (3.3.3) y otros fines internos, y pueden constituir la base para la declaración de conformidad de una organización. La independencia puede demostrarse al estar libre el auditor de responsabilidades en la actividad que se audita.

Nota 4 a la entrada: Las auditorías externas incluyen lo que se denomina generalmente auditorías de segunda y tercera parte. Las auditorías de segunda parte se llevan a cabo por partes que tienen un interés en la organización, tal como los clientes (3.2.4) o por otras personas en su nombre. Las auditorías de tercera parte se llevan a cabo por organizaciones auditadoras independientes y externas, tales como las que otorgan la certificación/registro de conformidad o agencias gubernamentales.

Nota 5 a la entrada: Este término es uno de los términos comunes y definiciones esenciales para las normas de sistemas de gestión que se proporcionan en el Anexo SL del Suplemento ISO consolidado de la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC. La definición original y las notas se han modificado para eliminar los efectos de circularidad entre las entradas de términos de criterios de auditoría y los de evidencia de auditoría y se han añadido las notas 3 y 4.

### **3.13.2 Auditoría combinada**

**Auditoría** (3.13.1) llevada a cabo conjuntamente a un único auditado (3.13.12) en dos o más sistemas de gestión (3.5.3)

Nota 1 a la entrada: Las partes de un sistema de gestión que pueden estar involucradas en una auditoría combinada pueden identificarse por las normas de sistemas de gestión pertinentes, normas de producto, normas de servicio o normas de proceso que se aplican por la organización (3.2.1).

### **3.13.3 Auditoría conjunta**

**Auditoría** (3.13.1) llevada a cabo a un único auditado (3.13.12) por dos o más organizaciones (3.2.1) auditores

### **3.13.4 Programa de la auditoría**

Conjunto de una o más auditorías (3.13.1) planificadas para un periodo de tiempo determinado y dirigidas hacia un propósito específico  
[ORIGEN: ISO 19011:2011, 3.13, modificada]

### **3.13.5 Alcance de la auditoría**

Extensión y límites de una auditoría (3.13.1)

Nota 1 a la entrada: El alcance de la auditoría incluye generalmente una descripción de las ubicaciones, las unidades de la organización, las actividades y los procesos (3.4.1).

[ORIGEN: ISO 19011:2011, 3.14, modificada — Se ha modificado la nota a la entrada]

### **3.13.6 Plan de auditoría**

Descripción de las actividades y de los detalles acordados de una auditoría (3.13.1)

[ORIGEN: ISO 19011:2011, 3.15]

### **3.13.7 Criterios de auditoría**

conjunto de políticas (3.5.8), procedimientos (3.4.5) o requisitos (3.6.4) usados como referencia frente a la cual se compara la evidencia objetiva (3.8.3)

[ORIGEN: ISO 19011:2011, 3.2, modificada — El término “evidencia de la auditoría” se ha reemplazado por “evidencia objetiva”]

### **3.13.8 Evidencia de la auditoría**

Registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información que es pertinente para los criterios de auditoría (3.13.7) y que es verificable

[ORIGEN: ISO 19011:2011, 3.3, modificada — La nota a la entrada se ha eliminado]

### **3.13.9 Hallazgos de la auditoría**

Resultados de la evaluación de la evidencia de la auditoría (3.13.8) recopilada frente a los criterios de auditoría (3.13.7)

Nota 1 a la entrada: Los hallazgos de la auditoría indican conformidad (3.6.11) o no conformidad (3.6.9).

Nota 2 a la entrada: Los hallazgos de la auditoría pueden conducir a la identificación de oportunidades para la mejora (3.3.1) o el

## **ISO 9000:2015 (traducción oficial)**

registro de buenas prácticas.

Nota 3 a la entrada: Si los criterios de auditoría (3.13.7) se seleccionan a partir de requisitos legales (3.6.6.) o reglamentarios (3.6.7), los hallazgos de auditoría pueden denominarse cumplimiento o no cumplimiento.

[ORIGEN: ISO 19011:2011, 3.4, modificada — La nota 3 a la entrada ha modificado]

### **3.13.10 Conclusiones de la auditoría**

Resultado de una auditoría (3.13.1), tras considerar los objetivos de la auditoría y todos los hallazgos de la auditoría (3.13.9)

[ORIGEN: ISO 19011:2011, 3.5]

### **3.13.11 Cliente de la auditoría**

Organización (3.2.1) o persona que solicita una auditoría (3.13.1)

[ORIGEN: ISO 19011:2011, 3.6, modificada — Se ha eliminado la nota a la entrada]

### **3.13.12 Auditado**

organización (3.2.1) que es auditada

[ORIGEN: ISO 19011:2011, 3.7]

### **3.13.13 Guía**

<auditoría> persona designada por el auditado (3.13.12) para asistir al equipo auditor (3.13.14)

[ORIGEN: ISO 19011:2011, 3.12]

### **3.13.14 Equipo auditor**

Una o más personas que llevan a cabo una auditoría (3.13.1) con el apoyo, si es necesario, de expertos técnicos (3.13.16)

Nota 1 a la entrada: A un auditor (3.13.15) del equipo auditor se le designa como auditor líder del mismo.

Nota 2 a la entrada: El equipo auditor puede incluir auditores en formación.

[ORIGEN: ISO 19011:2011, 3.9, modificada]

### **3.13.15 Auditor**

Persona que lleva a cabo una auditoría (3.13.1)

[ORIGEN: ISO 19011:2011, 3.8]

### **3.13.16 Experto técnico**

<auditoría> persona que aporta conocimientos o experiencia específicos al equipo auditor (3.13.14)

Nota 1 a la entrada: El conocimiento o experiencia específicos son los relacionados con la organización (3.2.1), el proceso (3.4.1) o la actividad a auditar, el idioma o la cultura.

Nota 2 a la entrada: Un experto técnico no actúa como auditor (3.13.15) en el equipo auditor (3.13.14).

[ORIGEN: ISO 19011:2011, 3.10, modificada — La nota 1 a la entrada se ha modificado]

### **3.13.17 Observador**

<auditoría> persona que acompaña al equipo auditor (3.13.14) pero que no actúa como un auditor (3.13.15)

Nota 1 a la entrada: Un observador puede ser un miembro del auditado (3.13.12), un ente regulador u otra parte interesada (3.2.3) que testifica la auditoría (3.13.1).

## Anexo 2

## BTAsynk.java

```
package com.prittysoft.jat;

import android.app.ProgressDialog;
import android.bluetooth.BluetoothAdapter;
import android.bluetooth.BluetoothDevice;
import android.bluetooth.BluetoothSocket;
import android.content.Context;
import android.os.AsyncTask;
import android.support.v4.app.FragmentActivity;
import android.widget.Toast;

import java.io.IOException;
import java.lang.ref.WeakReference;
import java.util.UUID;

public class BTAsynk extends AsyncTask<Void, Void, Void> {

    private WeakReference<Context> weakContext;
    private ProgressDialog progress;
    private String address;

    //Bluetooth
    private BluetoothSocket BTSocket = null;
    private boolean isBTConnected = false;
    private static final UUID myUUID = UUID.fromString(
        "00001101-0000-1000-8000-00805F9B34FB"
    );
    private boolean ConnectSuccess = true;

    private BTAsyncResponse delegate;

    BTAsynk(
        Context context,
        String address,
        BTAsyncResponse delegate
    ) {

        weakContext = new WeakReference<>(context);
        this.address = address;
        this.delegate = delegate;
    }

    @Override
    protected void onPreExecute() {
        super.onPreExecute();
        progress = new ProgressDialog(context);
        progress.setMessage("Connecting to " + address);
        progress.show();
    }

    @Override
    protected Void doInBackground(Void... params) {
        try {
            if (!isBTConnected) {
                BluetoothAdapter bluetoothAdapter = BluetoothAdapter
                    .getAccessoryAdapter(context);
                if (bluetoothAdapter == null) {
                    return null;
                }
                if (!bluetoothAdapter.isEnabled()) {
                    bluetoothAdapter.enable();
                }
                BluetoothDevice device = bluetoothAdapter
                    .getRemoteDevice(address);
                BTSocket = device.createRfcommSocketToServiceRecord(myUUID);
                device.connect();
                isBTConnected = true;
            }
        } catch (IOException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        return null;
    }

    @Override
    protected void onPostExecute(Void result) {
        super.onPostExecute(result);
        progress.dismiss();
        if (ConnectSuccess) {
            delegate.OnConnectSuccess();
        } else {
            delegate.OnConnectFailure();
        }
    }
}
```

```

}

public interface BTAsyncResponse {
    void processFinish(boolean ConnectionSuccess);
}

@Override
protected void onPreExecute() {
    progress = ProgressDialog.show(
        weakContext.get(), "Conectando . . .", "Espere un momento!");
}

@Override
protected Void doInBackground(Void... devices) {
    BluetoothAdapter myBluetooth;

    try {
        if (BTSocket == null || !isBTConnected) {
            myBluetooth = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();
            BTsocketHandler.setMyBluetooth(myBluetooth);

            BluetoothDevice dispositivo =
                myBluetooth.getRemoteDevice(address);

            BTsocketHandler.setDispositivo(dispositivo);

            BTSocket =
                dispositivo.createInsecureRfcommSocketToServiceRecord(
                    myUUID
                );

            BTsocketHandler.setBTsocket(BTSocket);

            BluetoothAdapter.getDefaultAdapter().cancelDiscovery();

            BTSocket.connect();
        }
    } catch (IOException e) {
        ConnectSuccess = false;
    }

    return null;
}

```

```

@Override
protected void onPostExecute(Void result) {
    super.onPostExecute(result);

    if (!ConnectSuccess) {
        msg("CONEXION_FALLO, intenta de nuevo");
        FragmentActivity fragmentActivity =
            (FragmentActivity) weakContext.get();
        fragmentActivity.
        getSupportFragmentManager().
        popBackStackImmediate();
    } else {
        msg("CONEXION_EXITOSA");
        isBTConnected = true;
        BTsocketHandler.setBTsocket(BTSocket);
    }

    progress.dismiss();
    delegate.processFinish(ConnectSuccess);
}

private void msg(String s) {
    Toast.makeText(weakContext.get(), s, Toast.LENGTH_LONG).show();
}

```

Código. 1: Clase BTAsynk, para conexiones con dispositivos bluetooth

## BTSocketHandler.java

```
package com.prattysoft.jat;

import android.bluetooth.BluetoothAdapter;
import android.bluetooth.BluetoothDevice;
import android.bluetooth.BluetoothSocket;

import org.json.JSONObject;

public class BTsocketHandler {

    private static BluetoothSocket BTsocket;
    private static BluetoothAdapter myBluetooth;
    private static BluetoothDevice dispositivo;
    private static JSONObject BTdata;
    private static boolean BluetoothStatus = false;

    public static synchronized BluetoothSocket getBTsocket(){
        return BTsocket;
    }

    public static synchronized BluetoothAdapter getMyBluetooth(){
        return myBluetooth;
    }

    public static synchronized BluetoothDevice getDispositivo(){
        return dispositivo;
    }

    public static synchronized JSONObject getBTdata(){
        return BTdata;
    }

    public static synchronized void setBTsocket(
        BluetoothSocket BTsocket){
        BTsocketHandler.BTsocket = BTsocket;
    }

    public static synchronized void setMyBluetooth(
        BluetoothAdapter myBluetooth){
        BTsocketHandler.myBluetooth = myBluetooth;
    }

    public static synchronized void setDispositivo(
        BluetoothDevice dispositivo){}
```

```
BTsocketHandler.dispositivo = dispositivo;
}

public static synchronized void setBTdata(JSONObject BTdata){
    BTsocketHandler.BTdata = BTdata;
}

public static void setBluetoothStatus(boolean bluetoothStatus) {
    BluetoothStatus = bluetoothStatus;
}

public static boolean getBluetoothStatus() {
    return BluetoothStatus;
}
```

Código. 2: Clase BTSocketHandler, para mantener los mismos datos bluetooth en toda la aplicación

## BTService.java

```
package com.prittysoft.jat;

import android.app.IntentService;
import android.bluetooth.BluetoothSocket;
import android.content.Intent;
import android.support.annotation.Nullable;
import android.support.v4.content.LocalBroadcastManager;
import android.util.Log;

import org.json.JSONException;
import org.json.JSONObject;

import java.io.BufferedReader;
import java.io.IOException;
import java.io.InputStreamReader;

public class BTservice extends IntentService {
    private static String TAG = "BTservice";
    private static Intent localintent = new Intent("work");

    public BTservice() {
        super("BTservice");
    }

    @Override
    protected void onHandleIntent(@Nullable Intent intent) {
        Log.d(TAG, "Service_Started!");
        BluetoothSocket BTsocket = BTsocketHandler.getBTsocket();

        try{
            BTsocketHandler.setBluetoothStatus(true);
            BTcommunication(BTsocket);
        }catch (IOException | JSONException e){
            Log.d(TAG, e.toString());
            localintent.putExtra(TAG, "CLOSED");
            LocalBroadcastManager.getInstance(getApplicationContext())
                .sendBroadcast(localintent);
        }
        BTsocketHandler.setBluetoothStatus(false);
        Log.d(TAG, "Service_Ended!");
    }
}
```

```

}

private void BTcomunication(BluetoothSocket BTsocket) throws
IOException , JSONException {
    JSONObject mainObject;
    BufferedReader input;
    String msg;
    input = new BufferedReader(
    new InputStreamReader(
        BTsocket.getInputStream()
    )
);

while ((msg = input.readLine()) != null){
    msg = msg.replace("-127.00" , "N/A");
    Log.d(TAG, msg);
    mainObject = new JSONObject(msg);
    BTsocketHandler.setBTdata(mainObject);
    localIntent.putExtra(TAG, "OK");
    LocalBroadcastManager.
    getInstance(getApplicationContext()).
    sendBroadcast(localIntent);
}
}
}

```

Código. 3: Clase BTService, para actualizar BTsocketHandler y mantener informado a la actividad principal

## Anexo 3

## DatabaseHelper.java

```
package com.prittysoft.jat;

import android.content.ContentValues;
import android.content.Context;
import android.database.Cursor;
import android.database.sqlite.SQLiteDatabase;
import android.database.sqlite.SQLiteOpenHelper;
import android.util.Log;

import java.util.ArrayList;

public class DatabaseHelper extends SQLiteOpenHelper {

    private static final String TAG = "DatabaseHelper";

    /*DB tables*/
    private static final String DB_NAME = "JAT_DB";
    private static final String TABLE1_NAME = "mainmeasurements";
    private static final String TABLE2_NAME = "isotermos1";
    private static final String TABLE3_NAME = "isotermos2";
    private static final String TABLE4_NAME = "calibracionpatron";

    /*TABLE1 fields*/
    private static final String TABLE1_COL1 = "id_main";
    private static final String TABLE1_COL2 = "date";
    private static final String TABLE1_COL3 = "start_time";
    private static final String TABLE1_COL4 = "end_time";
    private static final String TABLE1_COL5 = "tipo_ensayo";
    private static final String TABLE1_COL6 = "tiempo_ensayo";
    private static final String TABLE1_COL7 = "tiempo_estabilizacion";
    private static final String TABLE1_COL8 = "tiempo_captura";
    private static final String TABLE1_COL9 = "equipo_nombre";
    private static final String TABLE1_COL10 = "equipo_modelo";
    private static final String TABLE1_COL11 = "equipo_serial";
    private static final String TABLE1_COL12 = "equipo_cliente";
    private static final String TABLE1_COL13 = "status";

    /*TABLE2 fields*/
    private static final String TABLE2_COL1 = "id_isotermos2";
    private static final String TABLE2_COL2 = "id_main";
    private static final String TABLE2_COL3 = "timestamp";
    private static final String TABLE2_COL4 = "S1";
```

```

private static final String TABLE2_COL5 = "S2";
private static final String TABLE2_COL6 = "S3";
private static final String TABLE2_COL7 = "S4";

/*TABLE3 fields*/
private static final String TABLE3_COL1 = "id_isotermos1";
private static final String TABLE3_COL2 = "id_main";
private static final String TABLE3_COL3 = "timestamp";
private static final String TABLE3_COL4 = "S1";
private static final String TABLE3_COL5 = "S2";
private static final String TABLE3_COL6 = "S3";
private static final String TABLE3_COL7 = "S4";
private static final String TABLE3_COL8 = "S5";
private static final String TABLE3_COL9 = "S6";
private static final String TABLE3_COL10 = "S7";
private static final String TABLE3_COL11 = "S8";
private static final String TABLE3_COL12 = "S9";

/*Table4 fields*/
private static final String TABLE4_COL1 = "id_sensorscalibration";
private static final String TABLE4_COL2 = "id_main";
private static final String TABLE4_COL3 = "timestamp";
private static final String TABLE4_COL4 = "S1";

/*CREATE TABLE queries*/
private static final String CREATETABLE1 =
CREATE_TABLE_IF_NOT_EXISTS_ + TABLE1_NAME + "(" +
TABLE1_COL1 + "_INTEGER_PRIMARY_KEY_AUTOINCREMENT," +
TABLE1_COL2 + "_TEXT," + TABLE1_COL3 + "_TEXT," +
TABLE1_COL4 + "_TEXT," + TABLE1_COL5 + "_TEXT," +
TABLE1_COL6 + "_TEXT," + TABLE1_COL7 + "_TEXT," +
TABLE1_COL8 + "_TEXT," + TABLE1_COL9 + "_TEXT," +
TABLE1_COL10 + "_TEXT," + TABLE1_COL11 + "_TEXT," +
TABLE1_COL12 + "_TEXT," + TABLE1_COL13 + "_TEXT) ";

private static final String CREATETABLE2 =
CREATE_TABLE_IF_NOT_EXISTS_ + TABLE2_NAME + "(" +
TABLE2_COL1 + "_INTEGER_PRIMARY_KEY_AUTOINCREMENT," +
TABLE2_COL2 + "_INTEGER," + TABLE2_COL3 + "_TEXT," +
TABLE2_COL4 + "_TEXT," + TABLE2_COL5 + "_TEXT," +
TABLE2_COL6 + "_TEXT," + TABLE2_COL7 + "_TEXT," +
"FOREIGN_KEY_(" + TABLE2_COL2 + ") REFERENCES" +
TABLE1_NAME + "(" + TABLE1_COL1 + "))";

```

```

private static final String CREATETABLE3 =
CREATE_TABLE_IF_NOT_EXISTS_ + TABLE3_NAME + "(" +
TABLE3_COL1 + "_INTEGER_PRIMARY_KEY_AUTOINCREMENT," +
TABLE3_COL2 + "_INTEGER," + TABLE3_COL3 + "_TEXT," +
TABLE3_COL4 + "_TEXT," + TABLE3_COL5 + "_TEXT," +
TABLE3_COL6 + "_TEXT," + TABLE3_COL7 + "_TEXT," +
TABLE3_COL8 + "_TEXT," + TABLE3_COL9 + "_TEXT," +
TABLE3_COL10 + "_TEXT," + TABLE3_COL11 + "_TEXT," +
TABLE3_COL12 + "," + "FOREIGN_KEY_(" + TABLE3_COL2 +
")_REFERENCES_" + TABLE1_NAME + "(" + TABLE1_COL1 + "))";

private static final String CREATETABLE4 =
"CREATE_TABLE_IF_NOT_EXISTS_" + TABLE4_NAME + "(" +
TABLE4_COL1 + "_INTEGER_PRIMARY_KEY_AUTOINCREMENT," +
TABLE4_COL2 + "_INTEGER," + TABLE4_COL3 + "_TEXT," +
TABLE4_COL4 + "_TEXT,_FOREIGN_KEY_(" + TABLE4_COL2 +
")_REFERENCES_" + TABLE1_NAME + "(" + TABLE1_COL1 + "))";

/*DROP TABLE queries*/
private static final String DROPTABLE1 =
"DROP_TABLE_IF_EXISTS_" + TABLE1_NAME;

private static final String DROPTABLE2 =
"DROP_TABLE_IF_EXISTS_" + TABLE2_NAME;

private static final String DROPTABLE3 =
"DROP_TABLE_IF_EXISTS_" + TABLE3_NAME;

private static final String DROPTABLE4 =
"DROP_TABLE_IF_EXISTS_" + TABLE4_NAME;

public DatabaseHelper( Context context){
super( context , DB_NAME, null ,1 );
}

@Override
public void onCreate( SQLiteDatabase db) {
    db.execSQL(CREATETABLE1);
    db.execSQL(CREATETABLE2);
    db.execSQL(CREATETABLE3);
    db.execSQL(CREATETABLE4);
}

@Override

```

```

public void onUpgrade
(SQLiteDatabase db,
int oldVersion ,
int newVersion) {

    db.execSQL(DROPTABLE1);
    db.execSQL(DROPTABLE2);
    db.execSQL(DROPTABLE3);
    db.execSQL(DROPTABLE4);
    onCreate(db);

}

// INSERT QUERIES
public boolean addDataTable1(String [] values){

    SQLiteDatabase db = this.getWritableDatabase();

    ContentValues contentValues = new ContentValues();
    contentValues.put(TABLE1_COL2, values[0]);
    contentValues.put(TABLE1_COL3, values[1]);
    contentValues.put(TABLE1_COL4, values[2]);
    contentValues.put(TABLE1_COL5, values[3]);
    contentValues.put(TABLE1_COL6, values[4]);
    contentValues.put(TABLE1_COL7, values[5]);
    contentValues.put(TABLE1_COL8, values[6]);
    contentValues.put(TABLE1_COL9, values[7]);
    contentValues.put(TABLE1_COL10, values[8]);
    contentValues.put(TABLE1_COL11, values[9]);
    contentValues.put(TABLE1_COL12, values[10]);

    long result = db.insert(TABLE1_NAME, null, contentValues);

    if (result == -1) {
        return false;
    } else
        return true;
}

public void addDataTable2(String [] values){

    SQLiteDatabase db = this.getWritableDatabase();
    ContentValues contentValues = new ContentValues();

    contentValues.put(TABLE2_COL2, values[0]);
}

```

```

        contentValues . put ( TABLE2 _ COL3 , values [ 1 ] );
        contentValues . put ( TABLE2 _ COL4 , values [ 2 ] );
        contentValues . put ( TABLE2 _ COL5 , values [ 3 ] );
        contentValues . put ( TABLE2 _ COL6 , values [ 4 ] );
        contentValues . put ( TABLE2 _ COL7 , values [ 5 ] );

        db . insert ( TABLE2 _ NAME , null , contentValues );
        db . close ( );

    }

public void addDataTable3 ( String [] values ) {

    SQLiteDatabase db = this . getWritableDatabase ();
    ContentValues contentValues = new ContentValues ();

    contentValues . put ( TABLE3 _ COL2 , values [ 0 ] );
    contentValues . put ( TABLE3 _ COL3 , values [ 1 ] );
    contentValues . put ( TABLE3 _ COL4 , values [ 2 ] );
    contentValues . put ( TABLE3 _ COL5 , values [ 3 ] );
    contentValues . put ( TABLE3 _ COL6 , values [ 4 ] );
    contentValues . put ( TABLE3 _ COL7 , values [ 5 ] );
    contentValues . put ( TABLE3 _ COL8 , values [ 6 ] );
    contentValues . put ( TABLE3 _ COL9 , values [ 7 ] );
    contentValues . put ( TABLE3 _ COL10 , values [ 8 ] );
    contentValues . put ( TABLE3 _ COL11 , values [ 9 ] );
    contentValues . put ( TABLE3 _ COL12 , values [ 10 ] );

    db . insert ( TABLE3 _ NAME , null , contentValues );
    db . close ( );

}

public void addDataTable4 ( String [] values ) {

    SQLiteDatabase db = this . getWritableDatabase ();
    ContentValues contentValues = new ContentValues ();

    contentValues . put ( TABLE3 _ COL2 , values [ 0 ] );
    contentValues . put ( TABLE3 _ COL3 , values [ 1 ] );
    contentValues . put ( TABLE3 _ COL4 , values [ 2 ] );

    db . insert ( TABLE4 _ NAME , null , contentValues );
    db . close ( );

}

```

```

//SELECT QUERIES
public Cursor getRecentsData(){

    SQLiteDatabase db = this.getReadableDatabase();
    String query = "SELECT * FROM " + TABLE1_NAME +
    " ORDER BY " + TABLE1_COL1 + " DESC LIMIT 10";

    return db.rawQuery(query, null);
}

public Cursor getDataBetweenDates(
    String startdate,
    String enddate){

    SQLiteDatabase db = this.getReadableDatabase();
    String query = "select * from " + TABLE1_NAME +
    " where date between '" + startdate + "' and '" +
    enddate + "' order by " + TABLE1_COL1 + " DESC";

    return db.rawQuery(query, null);
}

public Integer getAutoIncrementMeasurements(){
    SQLiteDatabase db = this.getReadableDatabase();
    String query =
    "SELECT seq FROM sqlite_sequence
    WHERE name='mainmeasurements'";
    Cursor data = db.rawQuery(query, null);
    Integer AutoIncrement;
    if (data.moveToFirst()){
        AutoIncrement = data.getInt(0);
    }
    else{
        AutoIncrement = 0;
    }
    data.close();
    Log.d(TAG, "AutoIncrement Value: " +
    Integer.toString(AutoIncrement));

    return AutoIncrement;
}

public Cursor getSondaValues(

```

```

    String id ,
    String table ,
    String SondaNumber){

    String Sonda = "S" + SondaNumber;

    SQLiteDatabase db = this.getReadableDatabase();
    String query = "SELECT timestamp , " + Sonda +
    " FROM " + table + " WHERE id_main=" + id;

    return db.rawQuery(query , null);

}

// UPDATE QUERIES
public void updateTable1Complete(Integer seq , String endtime){

    SQLiteDatabase db = this.getWritableDatabase();

    ContentValues newValue = new ContentValues();
    newValue.put("end_time" , endtime);
    newValue.put("status" , "COMPLETADO");

    db.update(TABLE1_NAME, newValue , "id_main=" + seq , null);
    db.close();

}

public void updateTable1Canceled(Integer seq , String endtime){

    SQLiteDatabase db = this.getWritableDatabase();

    ContentValues newValue = new ContentValues();
    newValue.put("end_time" , endtime);
    newValue.put("status" , "CANCELADO");

    db.update(TABLE1_NAME, newValue , "id_main=" + seq , null);
    db.close();

}

// OTROS QUERIES
public ArrayList<String> getMainMeasurementDetails(String id){
    ArrayList<String> values = new ArrayList<>();
    SQLiteDatabase db = this.getReadableDatabase();
    String query =

```

```

"SELECT * FROM mainmeasurements WHERE id_main = " + id;

Cursor data = db.rawQuery(query, null);

//Cursor should return only one row
if (data.moveToFirst()){
    values.add(data.getString(0));
    values.add(data.getString(1));
    values.add(data.getString(2));
    values.add(data.getString(3));
    values.add(data.getString(4));
    values.add(data.getString(5));
    values.add(data.getString(6));
    values.add(data.getString(7));
    values.add(data.getString(8));
    values.add(data.getString(9));
    values.add(data.getString(10));
    values.add(data.getString(11));
    values.add(data.getString(12));
}
else {
    values = null;
}

data.close();
db.close();

return values;
}

}

```

Código. 4: Clase DatabaseHelper, crea la base de datos de no existir y contiene las consultas e inserciones a la misma

## RegisterTempService.java

```
package com.prittysoft.jat;

import android.app.IntentService;
import android.content.Intent;
import android.os.SystemClock;
import android.support.annotation.Nullable;
import android.support.v4.content.LocalBroadcastManager;
import android.util.Log;

import org.json.JSONException;
import org.json.JSONObject;

import java.text.SimpleDateFormat;
import java.util.Date;
import java.util.Locale;

public class RegisterTempService extends IntentService {

    private static boolean ServiceStatus;
    private static final String TAG = "RegisterTempService";
    private static final Integer minute = 1000 * 60;
    private static Intent localIntent = new Intent("RegisterTemp");
    SimpleDateFormat hour_format = new SimpleDateFormat(
            "k:mm:ss", Locale.US);

    // SimpleDateFormat timezone = new SimpleDateFormat("z", Locale.US);

    // Class helper
    DatabaseHelper mDatabaseHelper;

    // Variables
    String fecha, hora, tipo_ensayo, tiempo_ensayo,
           tiempo_estabilizacion, tiempo_captura,
           equipo_nombre, equipo_modelo, equipo_serial, equipo_cliente;

    String tipo_ensayo_posicion;

    public RegisterTempService() {
        super("RegisterTempService");
    }

    @Override
```

```

public void onDestroy() {
    ServiceStatus = false;
    Log.d(TAG, "Service_Destroyed");
    super.onDestroy();
}

@Override
protected void onHandleIntent (@Nullable Intent intent) {

    ServiceStatus = true;
    Log.d(TAG, "Service_Started!");

    if (intent != null) {

        getValuesFromAddfragment(intent);
        Data2DB();

    }

    Log.d(TAG, "Service_Finished");

}

private void getValuesFromAddfragment (Intent intent) {

    fecha = intent.getStringExtra("fecha");
    hora = intent.getStringExtra("hora");
    tipo_ensayo = intent.getStringExtra("tipo_ensayo");
    tiempo_ensayo = intent.getStringExtra("tiempo_ensayo");
    tiempo_estabilizacion = intent.getStringExtra(
        "tiempo_estabilizacion");
    tiempo_captura = intent.getStringExtra("tiempo_captura");
    equipo_nombre = intent.getStringExtra("equipo_nombre");
    equipo_modelo = intent.getStringExtra("equipo_modelo");
    equipo_serial = intent.getStringExtra("equipo_serial");
    equipo_cliente = intent.getStringExtra("equipo_cliente");
    tipo_ensayo_posicion = intent.getStringExtra(
        "tipo_ensayo_posicion");

}

private void Data2DB() {

    mDatabaseHelper = new DatabaseHelper(getApplicationContext());
    Integer t_estabilizacion = Integer.parseInt(

```

```

    tiempo_estabilizacion);
    Integer t_ensayo_posicion = Integer.parseInt(
        tipo_ensayo_posicion);
    Integer current_id;

    //Database Insertion for measurements table
    String[] Table1Values = {
        fecha,
        hora,
        null,
        tipo_ensayo,
        tiempo_ensayo,
        tiempo_estabilizacion,
        tiempo_captura,
        equipo_nombre,
        equipo_modelo,
        equipo_serial,
        equipo_cliente,
        "INCOMPLETO"
    };

    if (mDatabaseHelper.addDataTable1(Table1Values)) {

        Log.d(TAG, "Successfull_Table_1_INSERT");

        // Pausamos el proceso por el
        tiempo de estabilizacion si es diferente de 0
        if (!tiempo_estabilizacion.equals("0")) {
            Log.d(TAG, "Tiempo_de_estabilizacion es:" + 
                tiempo_estabilizacion);
            SystemClock.sleep(t_estabilizacion);
        }

        // Verificamos que no se ha cancelado el servicio
        if (!ServiceStatus) {
            stopSelf();
            Log.d(TAG, "Service_Interrupted");
            return;
        }

        current_id = mDatabaseHelper.getAutoIncrementMeasurements();

        try {

            switch (t_ensayo_posicion) {

```

```

    case 0:
    InsertIsotermos1(current_id);
    break;
    case 1:
    InsertIsotermos2(current_id);
    break;
    case 2:
    InsertCalPatron(current_id);
    break;
}

} catch (JSONException e) {

Log.d(TAG, "JSONException" + e.toString());

}

if (ServiceStatus) {

// Actualizamos el valor endtime
que indica cuando se finalizo el proceso
mDatabaseHelper.updateTable1Complete(
current_id,
hour_format.format(new Date()));

} else {

// Actualizamos el valor endtime
que indica cuando se cancelo el proceso
mDatabaseHelper.updateTable1Canceled(current_id,
hour_format.format(new Date()));

}

} else {

Log.d(TAG, "Unsuccesfull_Table1_INSERT");

}

}

private void InsertIsotermos1(Integer queryID)
throws JSONException {

```

```

String current_timestamp;

Integer t_ensayo = Integer.parseInt(tiempo_ensayo);
Integer t_captura = Integer.parseInt(tiempo_captura);
Integer progressbar_percentage, current_time;

JSONObject JSONValues;

String S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9;

for (current_time = 1;
current_time <= t_ensayo;
current_time += t_captura) {

    SystemClock.sleep(minute * t_captura);

    // Verificamos que no se ha cancelado el servicio
if (!ServiceStatus) {
    stopSelf();
    Log.d(TAG, "Service_Interrupted");
    return;
}

current_timestamp = hour_format.format(new Date()));

JSONValues = BTsocketHandler.getBTdata();
S1 = JSONValues.getString("S1");
S2 = JSONValues.getString("S2");
S3 = JSONValues.getString("S3");
S4 = JSONValues.getString("S4");
S5 = JSONValues.getString("S5");
S6 = JSONValues.getString("S6");
S7 = JSONValues.getString("S7");
S8 = JSONValues.getString("S8");
S9 = JSONValues.getString("S9");

String[] table3_values = {
queryID.toString(),
current_timestamp,
S1,
S2,
S3,
S4,
S5,
S6,
S7,

```

```

S8 ,
S9
};

mDatabaseHelper.addDataTable3(table3_values);

// Verificamos que no se ha cancelado el servicio
if (!ServiceStatus) {

    stopSelf();
    Log.d(TAG, "Service_Interrupted");
    return;

} else {

    progressbar_percentage = (current_time * 100) / t_ensayo;

// Enviamos informacion del proceso
al progressbar del Addfragment
localintent.putExtra("progressbar_percentage",
progressbar_percentage.toString());
LocalBroadcastManager.
getInstance(getApplicationContext()).
sendBroadcast(localintent);

}

}

}

private void InsertIsotermos2(Integer queryID) throws JSONException {

String current_timestamp;

Integer t_ensayo = Integer.parseInt(tiempo_ensayo);
Integer t_captura = Integer.parseInt(tiempo_captura);
Integer progressbar_percentage, current_time;

JSONObject JSONValues;

String S1, S2, S3, S4;

for (current_time = 1;
current_time <= t_ensayo;

```

```

current_time += t_captura) {

    SystemClock.sleep(minute * t_captura);

    // Verificamos que no se ha cancelado el servicio
    if (!ServiceStatus) {
        stopSelf();
        Log.d(TAG, "Service_Interrupted");
        return;
    }

    current_timestamp = hour_format.format(new Date());

    JSONValues = BTsocketHandler.getBTdata();
    S1 = JSONValues.getString("S1");
    S2 = JSONValues.getString("S2");
    S3 = JSONValues.getString("S3");
    S4 = JSONValues.getString("S4");

    String [] table2_values = {
        queryID.toString(),
        current_timestamp,
        S1,
        S2,
        S3,
        S4
    };

    mDatabaseHelper.addDataTable2(table2_values);

    // Verificamos que no se ha cancelado el servicio
    if (!ServiceStatus) {

        stopSelf();
        Log.d(TAG, "Service_Interrupted");
        return;
    } else {

        progressbar_percentage = (current_time * 100) / t_ensayo;

        // Enviamos informacion del proceso
        al progressbar del Addfragment
        localintent.putExtra("progressbar_percentage",
            progressbar_percentage.toString());
        LocalBroadcastManager.

```

```

getInstance( getApplicationContext() ).  

sendBroadcast( localIntent );  

}  

}  

}  

}  

private void InsertCalPatron( Integer queryID )  

throws JSONException {  

String current_timestamp;  

Integer t_ensayo = Integer.parseInt(tiempo_ensayo);  

Integer t_captura = Integer.parseInt(tiempo_captura);  

Integer progressbar_percentage , current_time;  

JSONObject JSONValues;  

String S1;  

for (current_time = 1;  

current_time <= t_ensayo;  

current_time += t_captura) {  

SystemClock.sleep( minute * t_captura );  

// Verificamos que no se ha cancelado el servicio  

if (!ServiceStatus) {  

stopSelf();  

Log.d(TAG, "Service_Interrupted");  

return;  

}  

current_timestamp = hour_format.format(new Date());  

JSONValues = BTsocketHandler.getBTdata();  

S1 = JSONValues.getString("S1");  

String [] table4_values = {  

queryID.toString(),  

current_timestamp,  

S1,  

};

```

```

mDatabaseHelper.addDataTable4(table4_values);

// Verificamos que no se ha cancelado el servicio
if (!ServiceStatus) {

    stopSelf();
    Log.d(TAG, "Service_Interrupted");
    return;

} else {

    progressbar_percentage = (current_time * 100) / t_ensayo;

// Enviamos informacion del
proceso al progressbar del Addfragment
localintent.putExtra("progressbar_percentage",
progressbar_percentage.toString());
LocalBroadcastManager.
getInstance(getApplicationContext()).
sendBroadcast(localintent);

}

}

}

}

```

Código. 5: Clase RegisterTempService, Valida que el usuario no haya presionado el botón cancelar y realiza inserciones y actualizaciones a la base de datos.

## Anexo 4

LEYENDA														
ACRONIMO	SIGNIFICADO													
T.NOMINAL	Temperatura Nominal													
T.JAT	Temperatura del Prototipo													
T.SIGCSA	Temperatura del termometro de SIGCSA													
T.PATRON	Temperatura del termometro patrón de SIGCSA													
E.MAX	Error Maximo Permitido													
E.MIN	Error Minimo Permitido													
E.JAT	Error del prototipo con respecto al patron													
E.SIGCSA	Error del termometro de SIGCSA con respecto al patron													
R.JAT	Resultado del prototipo													
R.SIGCSA	Resultado del termometro de SIGCSA													

**PRUEBAS-3 (CALIBRACIÓN CON PATRÓN)**

NUM	UNIDAD	T.NOMINAL	JAT-ID	SIGCSA-ID	PATRON-ID	MINUTO	T.JAT	T.SIGCSA	T.PATRON	E.MAX (+ 1C)	E.MIN(- 1C)	E.JAT (C)	E.SIGCSA (C)	R. JAT	R.SIGCSA
1	C	0.00	1	1	1	1	0.06	0.46	0.20	1.20	-0.80	0.14	0.26	EXCELENTE	EXCELENTE
1	C	0.00	1	1	1	2	0.06	0.46	0.20	1.20	-0.80	0.14	0.26	EXCELENTE	EXCELENTE
1	C	0.00	1	1	1	3	0.06	0.48	0.20	1.20	-0.80	0.14	0.28	EXCELENTE	EXCELENTE
1	C	0.00	1	1	1	4	0.06	0.47	0.21	1.21	-0.79	0.15	0.26	EXCELENTE	EXCELENTE
1	C	0.00	1	1	1	5	0.06	0.48	0.21	1.21	-0.79	0.15	0.27	EXCELENTE	EXCELENTE
1	C	0.00	1	1	1	6	0.06	0.47	0.21	1.21	-0.79	0.15	0.26	EXCELENTE	EXCELENTE
1	C	0.00	1	1	1	7	0.06	0.46	0.21	1.21	-0.79	0.15	0.25	EXCELENTE	EXCELENTE
1	C	0.00	1	1	1	8	0.06	0.46	0.21	1.21	-0.79	0.15	0.25	EXCELENTE	EXCELENTE
1	C	0.00	1	1	1	9	0.06	0.46	0.20	1.20	-0.80	0.14	0.26	EXCELENTE	EXCELENTE
1	C	0.00	1	1	1	10	0.06	0.47	0.20	1.20	-0.80	0.14	0.27	EXCELENTE	EXCELENTE
2	C	-10.00	1	1	1	1	-9.81	-9.44	-9.71	-8.71	-10.71	0.1	0.27	EXCELENTE	EXCELENTE
2	C	-10.00	1	1	1	2	-9.81	-9.47	-9.72	-8.72	-10.72	0.09	0.25	EXCELENTE	EXCELENTE
2	C	-10.00	1	1	1	3	-9.81	-9.48	-9.72	-8.72	-10.72	0.09	0.24	EXCELENTE	EXCELENTE
2	C	-10.00	1	1	1	4	-9.81	-9.48	-9.72	-8.72	-10.72	0.09	0.24	EXCELENTE	EXCELENTE
2	C	-10.00	1	1	1	5	-9.81	-9.46	-9.72	-8.72	-10.72	0.09	0.26	EXCELENTE	EXCELENTE
2	C	-10.00	1	1	1	6	-9.81	-9.47	-9.71	-8.71	-10.71	0.1	0.24	EXCELENTE	EXCELENTE
2	C	-10.00	1	1	1	7	-9.81	-9.47	-9.71	-8.71	-10.71	0.1	0.24	EXCELENTE	EXCELENTE
2	C	-10.00	1	1	1	8	-9.81	-9.45	-9.71	-8.71	-10.71	0.1	0.26	EXCELENTE	EXCELENTE
2	C	-10.00	1	1	1	9	-9.81	-9.45	-9.70	-8.70	-10.70	0.11	0.25	EXCELENTE	EXCELENTE
2	C	-10.00	1	1	1	10	-9.81	-9.45	-9.69	-8.69	-10.69	0.12	0.24	EXCELENTE	EXCELENTE
3	C	10.00	1	1	1	1	9.94	10.07	10.11	11.11	9.11	0.17	0.04	EXCELENTE	EXCELENTE
3	C	10.00	1	1	1	2	9.94	10.08	10.11	11.11	9.11	0.17	0.03	EXCELENTE	EXCELENTE
3	C	10.00	1	1	1	3	9.94	10.09	10.11	11.11	9.11	0.17	0.02	EXCELENTE	EXCELENTE
3	C	10.00	1	1	1	4	9.94	10.08	10.11	11.11	9.11	0.17	0.03	EXCELENTE	EXCELENTE
3	C	10.00	1	1	1	5	9.94	10.08	10.11	11.11	9.11	0.17	0.03	EXCELENTE	EXCELENTE
3	C	10.00	1	1	1	6	9.94	10.09	10.11	11.11	9.11	0.17	0.02	EXCELENTE	EXCELENTE
3	C	10.00	1	1	1	7	9.94	10.07	10.11	11.11	9.11	0.17	0.04	EXCELENTE	EXCELENTE
3	C	10.00	1	1	1	8	9.94	10.09	10.11	11.11	9.11	0.17	0.02	EXCELENTE	EXCELENTE
3	C	10.00	1	1	1	9	9.94	10.09	10.12	11.12	9.12	0.18	0.03	EXCELENTE	EXCELENTE
3	C	10.00	1	1	1	10	9.94	10.09	10.12	11.12	9.12	0.18	0.03	EXCELENTE	EXCELENTE
4	C	30.00	1	1	1	1	29.81	29.36	30.09	31.09	29.09	0.28	0.73	EXCELENTE	REGULAR
4	C	30.00	1	1	1	2	29.81	29.35	30.09	31.09	29.09	0.28	0.74	EXCELENTE	REGULAR
4	C	30.00	1	1	1	3	29.81	29.36	30.09	31.09	29.09	0.28	0.73	EXCELENTE	REGULAR
4	C	30.00	1	1	1	4	29.81	29.34	30.09	31.09	29.09	0.28	0.75	EXCELENTE	REGULAR
4	C	30.00	1	1	1	5	29.81	29.39	30.09	31.09	29.09	0.28	0.7	EXCELENTE	REGULAR
4	C	30.00	1	1	1	6	29.81	29.35	30.09	31.09	29.09	0.28	0.74	EXCELENTE	REGULAR
4	C	30.00	1	1	1	7	29.81	29.34	30.09	31.09	29.09	0.28	0.75	EXCELENTE	REGULAR
4	C	30.00	1	1	1	8	29.81	29.35	30.09	31.09	29.09	0.28	0.74	EXCELENTE	REGULAR
4	C	30.00	1	1	1	9	29.81	29.37	30.09	31.09	29.09	0.28	0.72	EXCELENTE	REGULAR
4	C	30.00	1	1	1	10	29.81	29.36	30.09	31.09	29.09	0.28	0.73	EXCELENTE	REGULAR
5	C	50.00	1	1	1	1	49.75	48.56	50.06	51.06	49.06	0.31	1.5	BUENO	MALO
5	C	50.00	1	1	1	2	49.75	48.54	50.06	51.06	49.06	0.31	1.52	BUENO	MALO
5	C	50.00	1	1	1	3	49.75	48.55	50.06	51.06	49.06	0.31	1.51	BUENO	MALO
5	C	50.00	1	1	1	4	49.75	48.55	50.06	51.06	49.06	0.31	1.51	BUENO	MALO
5	C	50.00	1	1	1	5	49.75	48.54	50.06	51.06	49.06	0.31	1.52	BUENO	MALO
5	C	50.00	1	1	1	6	49.75	48.56	50.06	51.06	49.06	0.31	1.5	BUENO	MALO
5	C	50.00	1	1	1	7	49.75	48.57	50.06	51.06	49.06	0.31	1.49	BUENO	MALO
5	C	50.00	1	1	1	8	49.75	48.56	50.06	51.06	49.06	0.31	1.5	BUENO	MALO
5	C	50.00	1	1	1	9	49.81	48.56	50.07	51.07	49.07	0.26	1.51	EXCELENTE	REGULAR
5	C	50.00	1	1	1	10	49.81	48.59	50.07	51.07	49.07	0.26	1.48	EXCELENTE	REGULAR
6	C	50.00	2	2	1	1	50.06	50.91	50.09	51.09	49.09	0.03	0.82	EXCELENTE	REGULAR
6	C	50.00	2	2	1	2	50.06	50.90	50.09	51.09	49.09	0.03	0.81	EXCELENTE	REGULAR

6	C	50.00	2	2	1	3	50.06	50.90	50.09	51.09	49.09	0.03	0.81	EXCELENTE	REGULAR
6	C	50.00	2	2	1	4	50.00	50.90	50.09	51.09	49.09	0.09	0.81	EXCELENTE	REGULAR
6	C	50.00	2	2	1	5	50.00	50.90	50.08	51.08	49.08	0.08	0.82	EXCELENTE	REGULAR
6	C	50.00	2	2	1	6	50.00	50.90	50.09	51.09	49.09	0.09	0.81	EXCELENTE	REGULAR
6	C	50.00	2	2	1	7	50.00	50.89	50.09	51.09	49.09	0.09	0.8	EXCELENTE	REGULAR
6	C	50.00	2	2	1	8	50.00	50.87	50.08	51.08	49.08	0.08	0.79	EXCELENTE	REGULAR
6	C	50.00	2	2	1	9	50.06	50.90	50.08	51.08	49.08	0.02	0.82	EXCELENTE	REGULAR
6	C	50.00	2	2	1	10	50.00	50.88	50.08	51.08	49.08	0.08	0.8	EXCELENTE	REGULAR
7	C	30.00	2	2	1	1	30.13	30.58	30.10	31.10	29.10	0.03	0.48	EXCELENTE	BUENO
7	C	30.00	2	2	1	2	30.13	30.58	30.10	31.10	29.10	0.03	0.48	EXCELENTE	BUENO
7	C	30.00	2	2	1	3	30.13	30.59	30.10	31.10	29.10	0.03	0.49	EXCELENTE	BUENO
7	C	30.00	2	2	1	4	30.13	30.60	30.10	31.10	29.10	0.03	0.5	EXCELENTE	BUENO
7	C	30.00	2	2	1	5	30.13	30.59	30.10	31.10	29.10	0.03	0.49	EXCELENTE	BUENO
7	C	30.00	2	2	1	6	30.13	30.59	30.10	31.10	29.10	0.03	0.49	EXCELENTE	BUENO
7	C	30.00	2	2	1	7	30.13	30.59	30.10	31.10	29.10	0.03	0.49	EXCELENTE	BUENO
7	C	30.00	2	2	1	8	30.13	30.59	30.10	31.10	29.10	0.03	0.49	EXCELENTE	BUENO
7	C	30.00	2	2	1	9	30.13	30.60	30.10	31.10	29.10	0.03	0.5	EXCELENTE	BUENO
7	C	30.00	2	2	1	10	30.13	30.59	30.10	31.10	29.10	0.03	0.49	EXCELENTE	BUENO
8	C	10.00	2	2	1	1	10.19	10.26	10.14	11.14	9.14	0.05	0.12	EXCELENTE	EXCELENTE
8	C	10.00	2	2	1	2	10.19	10.25	10.13	11.13	9.13	0.06	0.12	EXCELENTE	EXCELENTE
8	C	10.00	2	2	1	3	10.13	10.24	10.12	11.12	9.12	0.01	0.12	EXCELENTE	EXCELENTE
8	C	10.00	2	2	1	4	10.19	10.24	10.12	11.12	9.12	0.07	0.12	EXCELENTE	EXCELENTE
8	C	10.00	2	2	1	5	10.13	10.23	10.12	11.12	9.12	0.01	0.11	EXCELENTE	EXCELENTE
8	C	10.00	2	2	1	6	10.19	10.24	10.12	11.12	9.12	0.07	0.12	EXCELENTE	EXCELENTE
8	C	10.00	2	2	1	7	10.19	10.25	10.13	11.13	9.13	0.06	0.12	EXCELENTE	EXCELENTE
8	C	10.00	2	2	1	8	10.13	10.26	10.13	11.13	9.13	0	0.13	EXCELENTE	EXCELENTE
8	C	10.00	2	2	1	9	10.19	10.25	10.12	11.12	9.12	0.07	0.13	EXCELENTE	EXCELENTE
8	C	10.00	2	2	1	10	10.13	10.23	10.12	11.12	9.12	0.01	0.11	EXCELENTE	EXCELENTE
9	C	0.00	2	2	1	1	0.25	0.10	0.19	1.19	-0.81	0.06	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE

9	C	0.00	2	2	1	2	0.25	0.11	0.19	1.19	-0.81	0.06	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
9	C	0.00	2	2	1	3	0.25	0.11	0.19	1.19	-0.81	0.06	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
9	C	0.00	2	2	1	4	0.25	0.11	0.19	1.19	-0.81	0.06	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
9	C	0.00	2	2	1	5	0.25	0.12	0.19	1.19	-0.81	0.06	0.07	EXCELENTE	EXCELENTE
9	C	0.00	2	2	1	6	0.25	0.12	0.19	1.19	-0.81	0.06	0.07	EXCELENTE	EXCELENTE
9	C	0.00	2	2	1	7	0.25	0.11	0.19	1.19	-0.81	0.06	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
9	C	0.00	2	2	1	8	0.25	0.11	0.18	1.18	-0.82	0.07	0.07	EXCELENTE	EXCELENTE
9	C	0.00	2	2	1	9	0.19	0.10	0.18	1.18	-0.82	0.01	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
9	C	0.00	2	2	1	10	0.25	0.10	0.17	1.17	-0.83	0.08	0.07	EXCELENTE	EXCELENTE
10	C	-10.00	2	2	1	1	-9.69	-9.82	-9.72	-8.72	-10.72	0.03	0.1	EXCELENTE	EXCELENTE
10	C	-10.00	2	2	1	2	-9.69	-9.80	-9.72	-8.72	-10.72	0.03	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
10	C	-10.00	2	2	1	3	-9.69	-9.81	-9.71	-8.71	-10.71	0.02	0.1	EXCELENTE	EXCELENTE
10	C	-10.00	2	2	1	4	-9.69	-9.81	-9.72	-8.72	-10.72	0.03	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
10	C	-10.00	2	2	1	5	-9.69	-9.81	-9.72	-8.72	-10.72	0.03	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
10	C	-10.00	2	2	1	6	-9.69	-9.82	-9.72	-8.72	-10.72	0.03	0.1	EXCELENTE	EXCELENTE
10	C	-10.00	2	2	1	7	-9.69	-9.83	-9.72	-8.72	-10.72	0.03	0.11	EXCELENTE	EXCELENTE
10	C	-10.00	2	2	1	8	-9.69	-9.81	-9.72	-8.72	-10.72	0.03	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
10	C	-10.00	2	2	1	9	-9.69	-9.80	-9.72	-8.72	-10.72	0.03	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
10	C	-10.00	2	2	1	10	-9.69	-9.80	-9.72	-8.72	-10.72	0.03	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
11	C	-10.00	3	3	1	1	-9.81	-9.81	-9.72	-8.72	-10.72	0.09	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
11	C	-10.00	3	3	1	2	-9.81	-9.79	-9.72	-8.72	-10.72	0.09	0.07	EXCELENTE	EXCELENTE
11	C	-10.00	3	3	1	3	-9.81	-9.80	-9.73	-8.73	-10.73	0.08	0.07	EXCELENTE	EXCELENTE
11	C	-10.00	3	3	1	4	-9.81	-9.82	-9.72	-8.72	-10.72	0.09	0.1	EXCELENTE	EXCELENTE
11	C	-10.00	3	3	1	5	-9.88	-9.81	-9.73	-8.73	-10.73	0.15	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
11	C	-10.00	3	3	1	6	-9.81	-9.82	-9.73	-8.73	-10.73	0.08	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
11	C	-10.00	3	3	1	7	-9.81	-9.83	-9.73	-8.73	-10.73	0.08	0.1	EXCELENTE	EXCELENTE
11	C	-10.00	3	3	1	8	-9.81	-9.83	-9.73	-8.73	-10.73	0.08	0.1	EXCELENTE	EXCELENTE
11	C	-10.00	3	3	1	9	-9.81	-9.82	-9.73	-8.73	-10.73	0.08	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
11	C	-10.00	3	3	1	10	-9.81	-9.85	-9.73	-8.73	-10.73	0.08	0.12	EXCELENTE	EXCELENTE
12	C	0.00	3	3	1	1	0.06	0.09	0.17	1.17	-0.83	0.11	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
12	C	0.00	3	3	1	2	0.06	0.08	0.17	1.17	-0.83	0.11	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
12	C	0.00	3	3	1	3	0.06	0.08	0.17	1.17	-0.83	0.11	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
12	C	0.00	3	3	1	4	0.06	0.09	0.17	1.17	-0.83	0.11	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
12	C	0.00	3	3	1	5	0.13	0.08	0.18	1.18	-0.82	0.05	0.1	EXCELENTE	EXCELENTE
12	C	0.00	3	3	1	6	0.06	0.10	0.18	1.18	-0.82	0.12	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
12	C	0.00	3	3	1	7	0.06	0.11	0.18	1.18	-0.82	0.12	0.07	EXCELENTE	EXCELENTE
12	C	0.00	3	3	1	8	0.13	0.13	0.18	1.18	-0.82	0.05	0.05	EXCELENTE	EXCELENTE
12	C	0.00	3	3	1	9	0.06	0.10	0.19	1.19	-0.81	0.13	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
12	C	0.00	3	3	1	10	0.13	0.10	0.19	1.19	-0.81	0.06	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
13	C	10.00	3	3	1	1	10.06	10.03	10.14	11.14	9.14	0.08	0.11	EXCELENTE	EXCELENTE
13	C	10.00	3	3	1	2	10.06	10.04	10.14	11.14	9.14	0.08	0.1	EXCELENTE	EXCELENTE
13	C	10.00	3	3	1	3	10.06	10.02	10.13	11.13	9.13	0.07	0.11	EXCELENTE	EXCELENTE
13	C	10.00	3	3	1	4	10.06	10.02	10.13	11.13	9.13	0.07	0.11	EXCELENTE	EXCELENTE
13	C	10.00	3	3	1	5	10.06	10.03	10.13	11.13	9.13	0.07	0.1	EXCELENTE	EXCELENTE
13	C	10.00	3	3	1	6	10.06	10.02	10.13	11.13	9.13	0.07	0.11	EXCELENTE	EXCELENTE
13	C	10.00	3	3	1	7	10.06	10.02	10.13	11.13	9.13	0.07	0.11	EXCELENTE	EXCELENTE
13	C	10.00	3	3	1	8	10.06	10.03	10.13	11.13	9.13	0.07	0.1	EXCELENTE	EXCELENTE
13	C	10.00	3	3	1	9	10.06	10.01	10.13	11.13	9.13	0.07	0.12	EXCELENTE	EXCELENTE
13	C	10.00	3	3	1	10	10.06	10.03	10.13	11.13	9.13	0.07	0.1	EXCELENTE	EXCELENTE
14	C	30.00	3	3	1	1	29.94	29.85	30.08	31.08	29.08	0.14	0.23	EXCELENTE	EXCELENTE
14	C	30.00	3	3	1	2	30.00	29.86	30.08	31.08	29.08	0.08	0.22	EXCELENTE	EXCELENTE
14	C	30.00	3	3	1	3	30.00	29.86	30.08	31.08	29.08	0.08	0.22	EXCELENTE	EXCELENTE
14	C	30.00	3	3	1	4	30.00	29.88	30.08	31.08	29.08	0.08	0.2	EXCELENTE	EXCELENTE
14	C	30.00	3	3	1	5	30.00	29.87	30.08	31.08	29.08	0.08	0.21	EXCELENTE	EXCELENTE
14	C	30.00	3	3	1	6	30.00	29.87	30.09	31.09	29.09	0.09	0.22	EXCELENTE	EXCELENTE
14	C	30.00	3	3	1	7	30.00	29.86	30.09	31.09	29.09	0.09	0.23	EXCELENTE	EXCELENTE
14	C	30.00	3	3	1	8	30.00	29.86	30.09	31.09	29.09	0.09	0.23	EXCELENTE	EXCELENTE
14	C	30.00	3	3	1	9	30.00	29.88	30.09	31.09	29.09	0.09	0.21	EXCELENTE	EXCELENTE
14	C	30.00	3	3	1	10	30.00	29.88	30.09	31.09	29.09	0.09	0.21	EXCELENTE	EXCELENTE
15	C	50.00	3	3	1	1	49.94	49.66	50.07	51.07	49.07	0.13	0.41	EXCELENTE	BUENO
15	C	50.00	3	3	1	2	49.94	49.66	50.06	51.06	49.06	0.12	0.4	EXCELENTE	BUENO
15	C	50.00	3	3	1	3	50.00	49.66	50.06	51.06	49.06	0.06	0.4	EXCELENTE	BUENO
15	C	50.00	3	3	1	4	50.00	49.67	50.06	51.06	49.06	0.06	0.39	EXCELENTE	BUENO
15	C	50.00	3	3	1	5	50.00	49.64	50.06	51.06	49.06	0.06	0.42	EXCELENTE	BUENO
15	C	50.00	3	3	1	6	50.00	49.67	50.07	51.07	49.07	0.07	0.4	EXCELENTE	BUENO
15	C	50.00	3	3	1	7	50.00	49.66	50.07	51.07	49.07	0.07	0.41	EXCELENTE	BUENO
15	C	50.00	3	3	1	8	50.00	49.65	50.07	51.07	49.07	0.07	0.42	EXCELENTE	BUENO
15	C	50.00	3	3	1	9	50.00	49.68	50.07	51.07	49.07	0.07	0.39	EXCELENTE	BUENO
15	C	50.00	3	3	1	10	50.00	49.64	50.07	51.07	49.07	0.07	0.43	EXCELENTE	BUENO

16	C	50.00	4	4	1	1	49.88	49.35	50.07	51.07	49.07	0.19	0.72	EXCELENTE	REGULAR
16	C	50.00	4	4	1	2	49.88	49.37	50.07	51.07	49.07	0.19	0.7	EXCELENTE	REGULAR
16	C	50.00	4	4	1	3	49.88	49.38	50.07	51.07	49.07	0.19	0.69	EXCELENTE	REGULAR
16	C	50.00	4	4	1	4	49.88	49.38	50.07	51.07	49.07	0.19	0.69	EXCELENTE	REGULAR
16	C	50.00	4	4	1	5	49.88	49.38	50.07	51.07	49.07	0.19	0.69	EXCELENTE	REGULAR
16	C	50.00	4	4	1	6	49.88	49.42	50.07	51.07	49.07	0.19	0.65	EXCELENTE	REGULAR
16	C	50.00	4	4	1	7	49.88	49.38	50.07	51.07	49.07	0.19	0.69	EXCELENTE	REGULAR
16	C	50.00	4	4	1	8	49.88	49.41	50.07	51.07	49.07	0.19	0.66	EXCELENTE	REGULAR
16	C	50.00	4	4	1	9	49.88	49.40	50.07	51.07	49.07	0.19	0.67	EXCELENTE	REGULAR
16	C	50.00	4	4	1	10	49.88	49.40	50.07	51.07	49.07	0.19	0.67	EXCELENTE	REGULAR
17	C	30.00	4	4	1	1	29.94	29.66	30.09	31.09	29.09	0.15	0.43	EXCELENTE	BUENO
17	C	30.00	4	4	1	2	29.94	29.65	30.09	31.09	29.09	0.15	0.44	EXCELENTE	BUENO
17	C	30.00	4	4	1	3	29.94	29.69	30.09	31.09	29.09	0.15	0.4	EXCELENTE	BUENO
17	C	30.00	4	4	1	4	29.94	29.68	30.09	31.09	29.09	0.15	0.41	EXCELENTE	BUENO
17	C	30.00	4	4	1	5	30.00	29.67	30.09	31.09	29.09	0.09	0.42	EXCELENTE	BUENO
17	C	30.00	4	4	1	6	29.94	29.67	30.09	31.09	29.09	0.15	0.42	EXCELENTE	BUENO
17	C	30.00	4	4	1	7	29.94	29.66	30.09	31.09	29.09	0.15	0.43	EXCELENTE	BUENO
17	C	30.00	4	4	1	8	29.94	29.68	30.09	31.09	29.09	0.15	0.41	EXCELENTE	BUENO
17	C	30.00	4	4	1	9	30.00	29.68	30.09	31.09	29.09	0.09	0.41	EXCELENTE	BUENO
17	C	30.00	4	4	1	10	29.94	29.68	30.09	31.09	29.09	0.15	0.41	EXCELENTE	BUENO
18	C	10.00	4	4	1	1	10.13	9.97	10.14	11.14	9.14	0.01	0.17	EXCELENTE	EXCELENTE
18	C	10.00	4	4	1	2	10.13	9.97	10.15	11.15	9.15	0.02	0.18	EXCELENTE	EXCELENTE
18	C	10.00	4	4	1	3	10.13	9.97	10.15	11.15	9.15	0.02	0.18	EXCELENTE	EXCELENTE
18	C	10.00	4	4	1	4	10.13	9.96	10.15	11.15	9.15	0.02	0.19	EXCELENTE	EXCELENTE
18	C	10.00	4	4	1	5	10.13	9.97	10.15	11.15	9.15	0.02	0.18	EXCELENTE	EXCELENTE
18	C	10.00	4	4	1	6	10.13	9.97	10.15	11.15	9.15	0.02	0.18	EXCELENTE	EXCELENTE
18	C	10.00	4	4	1	7	10.13	9.97	10.15	11.15	9.15	0.02	0.18	EXCELENTE	EXCELENTE
18	C	10.00	4	4	1	8	10.13	9.98	10.15	11.15	9.15	0.02	0.17	EXCELENTE	EXCELENTE
18	C	10.00	4	4	1	9	10.13	9.97	10.14	11.14	9.14	0.01	0.17	EXCELENTE	EXCELENTE
18	C	10.00	4	4	1	10	10.13	9.98	10.14	11.14	9.14	0.01	0.16	EXCELENTE	EXCELENTE
19	C	0.00	4	4	1	1	0.25	0.11	0.21	1.21	-0.79	0.04	0.1	EXCELENTE	EXCELENTE
19	C	0.00	4	4	1	2	0.25	0.13	0.21	1.21	-0.79	0.04	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
19	C	0.00	4	4	1	3	0.25	0.12	0.21	1.21	-0.79	0.04	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
19	C	0.00	4	4	1	4	0.25	0.12	0.20	1.20	-0.80	0.05	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
19	C	0.00	4	4	1	5	0.25	0.12	0.20	1.20	-0.80	0.05	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
19	C	0.00	4	4	1	6	0.25	0.14	0.21	1.21	-0.79	0.04	0.07	EXCELENTE	EXCELENTE
19	C	0.00	4	4	1	7	0.25	0.14	0.21	1.21	-0.79	0.04	0.07	EXCELENTE	EXCELENTE
19	C	0.00	4	4	1	8	0.25	0.15	0.21	1.21	-0.79	0.04	0.06	EXCELENTE	EXCELENTE
19	C	0.00	4	4	1	9	0.25	0.13	0.21	1.21	-0.79	0.04	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
19	C	0.00	4	4	1	10	0.25	0.14	0.21	1.21	-0.79	0.04	0.07	EXCELENTE	EXCELENTE
20	C	-10.00	4	4	1	1	-9.56	-9.79	-9.73	-8.73	-10.73	0.17	0.06	EXCELENTE	EXCELENTE
20	C	-10.00	4	4	1	2	-9.56	-9.79	-9.73	-8.73	-10.73	0.17	0.06	EXCELENTE	EXCELENTE
20	C	-10.00	4	4	1	3	-9.50	-9.78	-9.72	-8.72	-10.72	0.22	0.06	EXCELENTE	EXCELENTE
20	C	-10.00	4	4	1	4	-9.50	-9.79	-9.71	-8.71	-10.71	0.21	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
20	C	-10.00	4	4	1	5	-9.50	-9.79	-9.70	-8.70	-10.70	0.2	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
20	C	-10.00	4	4	1	6	-9.50	-9.76	-9.69	-8.69	-10.69	0.19	0.07	EXCELENTE	EXCELENTE
20	C	-10.00	4	4	1	7	-9.50	-9.78	-9.69	-8.69	-10.69	0.19	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
20	C	-10.00	4	4	1	8	-9.50	-9.76	-9.69	-8.69	-10.69	0.19	0.07	EXCELENTE	EXCELENTE
20	C	-10.00	4	4	1	9	-9.50	-9.77	-9.69	-8.69	-10.69	0.19	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
20	C	-10.00	4	4	1	10	-9.50	-9.77	-9.69	-8.69	-10.69	0.19	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
21	C	-10.00	5	5	1	1	-9.88	-9.84	-9.73	-8.73	-10.73	0.15	0.11	EXCELENTE	EXCELENTE
21	C	-10.00	5	5	1	2	-9.88	-9.81	-9.73	-8.73	-10.73	0.15	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
21	C	-10.00	5	5	1	3	-9.88	-9.84	-9.73	-8.73	-10.73	0.15	0.11	EXCELENTE	EXCELENTE
21	C	-10.00	5	5	1	4	-9.88	-9.83	-9.73	-8.73	-10.73	0.15	0.1	EXCELENTE	EXCELENTE
21	C	-10.00	5	5	1	5	-9.88	-9.82	-9.73	-8.73	-10.73	0.15	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
21	C	-10.00	5	5	1	6	-9.88	-9.83	-9.73	-8.73	-10.73	0.15	0.1	EXCELENTE	EXCELENTE
21	C	-10.00	5	5	1	7	-9.88	-9.83	-9.72	-8.72	-10.72	0.16	0.11	EXCELENTE	EXCELENTE
21	C	-10.00	5	5	1	8	-9.88	-9.82	-9.73	-8.73	-10.73	0.15	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
21	C	-10.00	5	5	1	9	-9.88	-9.82	-9.73	-8.73	-10.73	0.15	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
21	C	-10.00	5	5	1	10	-9.88	-9.82	-9.73	-8.73	-10.73	0.15	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
22	C	0.00	5	5	1	1	0.00	0.12	0.20	1.20	-0.80	0.2	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
22	C	0.00	5	5	1	2	0.06	0.12	0.20	1.20	-0.80	0.14	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
22	C	0.00	5	5	1	3	0.00	0.14	0.20	1.20	-0.80	0.2	0.06	EXCELENTE	EXCELENTE
22	C	0.00	5	5	1	4	0.00	0.14	0.20	1.20	-0.80	0.2	0.06	EXCELENTE	EXCELENTE
22	C	0.00	5	5	1	5	0.00	0.13	0.20	1.20	-0.80	0.2	0.07	EXCELENTE	EXCELENTE
22	C	0.00	5	5	1	6	0.06	0.14	0.10	1.10	-0.90	0.04	0.04	EXCELENTE	EXCELENTE
22	C	0.00	5	5	1	7	0.00	0.15	0.20	1.20	-0.80	0.2	0.05	EXCELENTE	EXCELENTE
22	C	0.00	5	5	1	8	0.00	0.13	0.20	1.20	-0.80	0.2	0.07	EXCELENTE	EXCELENTE
22	C	0.00	5	5	1	9	0.00	0.14	0.20	1.20	-0.80	0.2	0.06	EXCELENTE	EXCELENTE

22	C	0.00	5	5	1	10	0.00	0.11	0.20	1.20	-0.80	0.2	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE	
23	C	10.00	5	5	1	1	10.00	9.74	10.14	11.14	9.14	0.14	0.4	EXCELENTE	BUENO	
23	C	10.00	5	5	1	2	9.94	9.73	10.15	11.15	9.15	0.21	0.42	EXCELENTE	BUENO	
23	C	10.00	5	5	1	3	9.94	9.74	10.15	11.15	9.15	0.21	0.41	EXCELENTE	BUENO	
23	C	10.00	5	5	1	4	9.94	9.75	10.15	11.15	9.15	0.21	0.4	EXCELENTE	BUENO	
23	C	10.00	5	5	1	5	9.94	9.75	10.16	11.16	9.16	0.22	0.41	EXCELENTE	BUENO	
23	C	10.00	5	5	1	6	9.94	9.74	10.14	11.14	9.14	0.2	0.4	EXCELENTE	BUENO	
23	C	10.00	5	5	1	7	10.00	9.74	10.15	11.15	9.15	0.15	0.41	EXCELENTE	BUENO	
23	C	10.00	5	5	1	8	9.94	9.74	10.15	11.15	9.15	0.21	0.41	EXCELENTE	BUENO	
23	C	10.00	5	5	1	9	9.94	9.76	10.15	11.15	9.15	0.21	0.39	EXCELENTE	BUENO	
23	C	10.00	5	5	1	10	10.00	9.76	10.16	11.16	9.16	0.16	0.4	EXCELENTE	BUENO	
24	C	30.00	5	5	1	1	29.81	28.75	30.08	31.08	29.08	0.27	1.33	EXCELENTE	MALO	
24	C	30.00	5	5	1	2	29.81	28.75	30.09	31.09	29.09	0.28	1.34	EXCELENTE	MALO	
24	C	30.00	5	5	1	3	29.81	28.76	30.09	31.09	29.09	0.28	1.33	EXCELENTE	MALO	
24	C	30.00	5	5	1	4	29.88	28.74	30.09	31.09	29.09	0.21	1.35	EXCELENTE	MALO	
24	C	30.00	5	5	1	5	29.88	28.76	30.09	31.09	29.09	0.21	1.33	EXCELENTE	MALO	
24	C	30.00	5	5	1	6	29.88	28.75	30.09	31.09	29.09	0.21	1.34	EXCELENTE	MALO	
24	C	30.00	5	5	1	7	29.88	28.76	30.09	31.09	29.09	0.21	1.33	EXCELENTE	MALO	
24	C	30.00	5	5	1	8	29.88	28.77	30.09	31.09	29.09	0.21	1.32	EXCELENTE	MALO	
24	C	30.00	5	5	1	9	29.88	28.76	30.09	31.09	29.09	0.21	1.33	EXCELENTE	MALO	
24	C	30.00	5	5	1	10	29.88	28.77	30.09	31.09	29.09	0.21	1.32	EXCELENTE	MALO	
25	C	50.00	5	5	1	1	49.69	47.70	50.05	51.05	49.05	0.36	2.35	BUENO	MALO	
25	C	50.00	5	5	1	2	49.75	47.10	50.08	51.08	49.08	0.33	2.98	BUENO	MALO	
25	C	50.00	5	5	1	3	49.75	47.30	50.10	51.10	49.10	0.35	2.8	BUENO	MALO	
25	C	50.00	5	5	1	4	49.81	47.72	50.10	51.10	49.10	0.29	2.38	EXCELENTE	MALO	
25	C	50.00	5	5	1	5	49.81	47.73	50.10	51.10	49.10	0.29	2.37	EXCELENTE	MALO	
25	C	50.00	5	5	1	6	49.81	47.72	50.10	51.10	49.10	0.29	2.38	EXCELENTE	MALO	
25	C	50.00	5	5	1	7	49.81	47.77	50.11	51.11	49.11	0.3	2.34	BUENO	MALO	
25	C	50.00	5	5	1	8	49.81	47.73	50.11	51.11	49.11	0.3	2.38	BUENO	MALO	
25	C	50.00	5	5	1	9	49.81	47.76	50.11	51.11	49.11	0.3	2.35	BUENO	MALO	
25	C	50.00	5	5	1	10	49.81	47.40	50.11	51.11	49.11	0.3	2.71	BUENO	MALO	
46	C	50.00	6	6	1	1	49.75	49.91	50.11	51.11	49.11	0.36	0.2	BUENO	EXCELENTE	
46	C	50.00	6	6	1	2	49.75	49.91	50.11	51.11	49.11	0.36	0.2	BUENO	EXCELENTE	
46	C	50.00	6	6	1	3	49.75	49.93	50.11	51.11	49.11	0.36	0.18	BUENO	EXCELENTE	
46	C	50.00	6	6	1	4	49.75	49.92	50.11	51.11	49.11	0.36	0.19	BUENO	EXCELENTE	
46	C	50.00	6	6	1	5	49.81	49.91	50.11	51.11	49.11	0.3	0.2	BUENO	EXCELENTE	
46	C	50.00	6	6	1	6	49.81	49.92	50.12	51.12	49.12	0.31	0.2	BUENO	EXCELENTE	
46	C	50.00	6	6	1	7	49.81	49.92	50.11	51.11	49.11	0.3	0.19	BUENO	EXCELENTE	
46	C	50.00	6	6	1	8	49.81	49.92	50.11	51.11	49.11	0.3	0.19	BUENO	EXCELENTE	
46	C	50.00	6	6	1	9	49.81	49.91	50.11	51.11	49.11	0.3	0.2	BUENO	EXCELENTE	
46	C	50.00	6	6	1	10	49.75	49.91	50.12	51.12	49.12	0.37	0.21	BUENO	EXCELENTE	
27	C	30.00	6	6	1	1	29.94	30.12	30.10	31.10	29.10	0.16	0.02	EXCELENTE	EXCELENTE	
27	C	30.00	6	6	1	2	29.94	30.12	30.10	31.10	29.10	0.16	0.02	EXCELENTE	EXCELENTE	
27	C	30.00	6	6	1	3	29.88	30.12	30.10	31.10	29.10	0.22	0.02	EXCELENTE	EXCELENTE	
27	C	30.00	6	6	1	4	29.88	30.11	30.10	31.10	29.10	0.22	0.01	EXCELENTE	EXCELENTE	
27	C	30.00	6	6	1	5	29.88	30.12	30.10	31.10	29.10	0.22	0.02	EXCELENTE	EXCELENTE	
27	C	30.00	6	6	1	6	29.88	30.13	30.10	31.10	29.10	0.22	0.03	EXCELENTE	EXCELENTE	
27	C	30.00	6	6	1	7	29.88	30.12	30.10	31.10	29.10	0.22	0.02	EXCELENTE	EXCELENTE	
27	C	30.00	6	6	1	8	29.94	30.13	30.10	31.10	29.10	0.16	0.03	EXCELENTE	EXCELENTE	
27	C	30.00	6	6	1	9	29.88	30.12	30.10	31.10	29.10	0.22	0.02	EXCELENTE	EXCELENTE	
27	C	30.00	6	6	1	10	29.94	30.13	30.10	31.10	29.10	0.16	0.03	EXCELENTE	EXCELENTE	
28	C	10.00	6	6	1	1	10.00	10.40	10.15	11.15	9.15	0.15	0.25	EXCELENTE	EXCELENTE	
28	C	10.00	6	6	1	2	10.00	10.39	10.15	11.15	9.15	0.15	0.24	EXCELENTE	EXCELENTE	
28	C	10.00	6	6	1	3	10.00	10.39	10.16	11.16	9.16	0.16	0.23	EXCELENTE	EXCELENTE	
28	C	10.00	6	6	1	4	10.00	10.39	10.15	11.15	9.15	0.15	0.24	EXCELENTE	EXCELENTE	
28	C	10.00	6	6	1	5	10.00	10.40	10.15	11.15	9.15	0.15	0.25	EXCELENTE	EXCELENTE	
28	C	10.00	6	6	1	6	10.00	10.39	10.15	11.15	9.15	0.15	0.24	EXCELENTE	EXCELENTE	
28	C	10.00	6	6	1	7	10.00	10.38	10.15	11.15	9.15	0.15	0.23	EXCELENTE	EXCELENTE	
28	C	10.00	6	6	1	8	10.00	10.39	10.15	11.15	9.15	0.15	0.24	EXCELENTE	EXCELENTE	
28	C	10.00	6	6	1	9	10.00	10.37	10.13	11.13	9.13	0.13	0.24	EXCELENTE	EXCELENTE	
28	C	10.00	6	6	1	10	10.00	10.37	10.11	11.11	9.11	0.11	0.26	EXCELENTE	EXCELENTE	
29	C	0.00	6	6	1	1	0.06	0.49	0.16	1.16	-0.84	0.1	0.33	EXCELENTE	BUENO	
29	C	0.00	6	6	1	2	0.06	0.47	0.15	1.15	-0.85	0.09	0.32	EXCELENTE	BUENO	
29	C	0.00	6	6	1	3	0.06	0.51	0.15	1.15	-0.85	0.09	0.36	EXCELENTE	BUENO	
29	C	0.00	6	6	1	4	0.06	0.50	0.16	1.16	-0.84	0.1	0.34	EXCELENTE	BUENO	
29	C	0.00	6	6	1	5	0.06	0.50	0.16	1.16	-0.84	0.1	0.34	EXCELENTE	BUENO	
29	C	0.00	6	6	1	6	0.06	0.50	0.16	1.16	-0.84	0.1	0.34	EXCELENTE	BUENO	
29	C	0.00	6	6	1	7	0.06	0.51	0.17	1.17	-0.83	0.11	0.34	EXCELENTE	BUENO	
29	C	0.00	6	6	1	8	0.06	0.50	0.16	1.16	-0.84	0.1	0.34	EXCELENTE	BUENO	



36	C	50.00	8	8	1	8	49.94	50.81	50.13	51.13	49.13	0.19	0.68	EXCELENTE	REGULAR	
36	C	50.00	8	8	1	9	49.94	50.80	50.13	51.13	49.13	0.19	0.67	EXCELENTE	REGULAR	
36	C	50.00	8	8	1	10	49.94	50.79	50.13	51.13	49.13	0.19	0.66	EXCELENTE	REGULAR	
37	C	30.00	8	8	1	1	29.94	30.52	30.10	31.10	29.10	0.16	0.42	EXCELENTE	BUENO	
37	C	30.00	8	8	1	2	29.94	30.51	30.10	31.10	29.10	0.16	0.41	EXCELENTE	BUENO	
37	C	30.00	8	8	1	3	29.94	30.53	30.10	31.10	29.10	0.16	0.43	EXCELENTE	BUENO	
37	C	30.00	8	8	1	4	29.94	30.56	30.09	31.09	29.09	0.15	0.47	EXCELENTE	BUENO	
37	C	30.00	8	8	1	5	29.94	30.51	30.09	31.09	29.09	0.15	0.42	EXCELENTE	BUENO	
37	C	30.00	8	8	1	6	29.94	30.52	30.09	31.09	29.09	0.15	0.43	EXCELENTE	BUENO	
37	C	30.00	8	8	1	7	29.94	30.51	30.09	31.09	29.09	0.15	0.42	EXCELENTE	BUENO	
37	C	30.00	8	8	1	8	29.94	30.51	30.09	31.09	29.09	0.15	0.42	EXCELENTE	BUENO	
37	C	30.00	8	8	1	9	29.94	30.52	30.09	31.09	29.09	0.15	0.43	EXCELENTE	BUENO	
37	C	30.00	8	8	1	10	29.94	30.53	30.10	31.10	29.10	0.16	0.43	EXCELENTE	BUENO	
38	C	10.00	8	8	1	1	9.94	10.24	10.13	11.13	9.13	0.19	0.11	EXCELENTE	EXCELENTE	
38	C	10.00	8	8	1	2	9.94	10.25	10.12	11.12	9.12	0.18	0.13	EXCELENTE	EXCELENTE	
38	C	10.00	8	8	1	3	9.94	10.26	10.12	11.12	9.12	0.18	0.14	EXCELENTE	EXCELENTE	
38	C	10.00	8	8	1	4	9.94	10.26	10.13	11.13	9.13	0.19	0.13	EXCELENTE	EXCELENTE	
38	C	10.00	8	8	1	5	9.94	10.26	10.13	11.13	9.13	0.19	0.13	EXCELENTE	EXCELENTE	
38	C	10.00	8	8	1	6	9.94	10.25	10.12	11.12	9.12	0.18	0.13	EXCELENTE	EXCELENTE	
38	C	10.00	8	8	1	7	9.94	10.25	10.12	11.12	9.12	0.18	0.13	EXCELENTE	EXCELENTE	
38	C	10.00	8	8	1	8	9.94	10.26	10.11	11.11	9.11	0.17	0.15	EXCELENTE	EXCELENTE	
38	C	10.00	8	8	1	9	9.94	10.23	10.11	11.11	9.11	0.17	0.12	EXCELENTE	EXCELENTE	
38	C	10.00	8	8	1	10	9.94	10.22	10.11	11.11	9.11	0.17	0.11	EXCELENTE	EXCELENTE	
39	C	0.00	8	8	1	1	-0.06	0.09	0.15	1.15	-0.85	0.21	0.06	EXCELENTE	EXCELENTE	
39	C	0.00	8	8	1	2	-0.06	0.09	0.16	1.16	-0.84	0.22	0.07	EXCELENTE	EXCELENTE	
39	C	0.00	8	8	1	3	-0.06	0.08	0.16	1.16	-0.84	0.22	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE	
39	C	0.00	8	8	1	4	-0.06	0.08	0.16	1.16	-0.84	0.22	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE	
39	C	0.00	8	8	1	5	0.00	0.11	0.16	1.16	-0.84	0.16	0.05	EXCELENTE	EXCELENTE	
39	C	0.00	8	8	1	6	-0.06	0.11	0.16	1.16	-0.84	0.22	0.05	EXCELENTE	EXCELENTE	
39	C	0.00	8	8	1	7	-0.06	0.11	0.16	1.16	-0.84	0.22	0.05	EXCELENTE	EXCELENTE	
39	C	0.00	8	8	1	8	-0.06	0.11	0.16	1.17	-0.83	0.23	0.06	EXCELENTE	EXCELENTE	
39	C	0.00	8	8	1	9	0.00	0.11	0.16	1.16	-0.84	0.16	0.05	EXCELENTE	EXCELENTE	
39	C	0.00	8	8	1	10	-0.06	0.11	0.16	1.16	-0.84	0.22	0.05	EXCELENTE	EXCELENTE	
40	C	-10.00	8	8	1	1	-9.94	-9.82	-9.73	-8.73	-8.73	-0.73	0.21	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
40	C	-10.00	8	8	1	2	-9.94	-9.81	-9.73	-8.73	-8.73	-0.73	0.21	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
40	C	-10.00	8	8	1	3	-9.94	-9.83	-9.74	-8.74	-8.74	-0.74	0.2	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
40	C	-10.00	8	8	1	4	-9.94	-9.83	-9.75	-8.75	-8.75	-0.75	0.19	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
40	C	-10.00	8	8	1	5	-9.94	-9.83	-9.75	-8.75	-8.75	-0.75	0.19	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
40	C	-10.00	8	8	1	6	-9.94	-9.83	-9.75	-8.75	-8.75	-0.75	0.19	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
40	C	-10.00	8	8	1	7	-9.94	-9.83	-9.75	-8.75	-8.75	-0.75	0.19	0.08	EXCELENTE	EXCELENTE
40	C	-10.00	8	8	1	8	-9.94	-9.84	-9.75	-8.75	-8.75	-0.75	0.19	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
40	C	-10.00	8	8	1	9	-9.94	-9.84	-9.75	-8.75	-8.75	-0.75	0.19	0.09	EXCELENTE	EXCELENTE
41	C	-10.00	9	9	1	1	-10.00	-9.72	-9.72	-8.72	-8.72	-10.72	0.28	0	EXCELENTE	EXCELENTE
41	C	-10.00	9	9	1	2	-10.00	-9.72	-9.72	-8.72	-8.72	-10.72	0.28	0	EXCELENTE	EXCELENTE
41	C	-10.00	9	9	1	3	-10.00	-9.72	-9.72	-8.72	-8.72	-10.72	0.28	0	EXCELENTE	EXCELENTE
41	C	-10.00	9	9	1	4	-10.00	-9.71	-9.71	-8.71	-8.71	-10.71	0.29	0	EXCELENTE	EXCELENTE
41	C	-10.00	9	9	1	5	-10.00	-9.71	-9.70	-8.70	-8.70	-10.70	0.3	0.01	BUENO	EXCELENTE
41	C	-10.00	9	9	1	6	-10.00	-9.69	-9.70	-8.70	-8.70	-10.70	0.3	0.01	BUENO	EXCELENTE
41	C	-10.00	9	9	1	7	-10.00	-9.70	-9.70	-8.70	-8.70	-10.70	0.3	0	BUENO	EXCELENTE
41	C	-10.00	9	9	1	8	-10.00	-9.70	-9.70	-8.70	-8.70	-10.70	0.3	0	BUENO	EXCELENTE
41	C	-10.00	9	9	1	9	-10.00	-9.69	-9.70	-8.70	-8.70	-10.70	0.3	0.01	BUENO	EXCELENTE
41	C	-10.00	9	9	1	10	-10.00	-9.69	-9.70	-8.70	-8.70	-10.70	0.3	0.01	BUENO	EXCELENTE
42	C	0.00	9	9	1	1	-0.13	0.13	0.15	1.15	-0.85	0.28	0.02	EXCELENTE	EXCELENTE	
42	C	0.00	9	9	1	2	-0.13	0.12	0.15	1.15	-0.85	0.28	0.03	EXCELENTE	EXCELENTE	
42	C	0.00	9	9	1	3	-0.13	0.15	0.16	1.16	-0.84	0.29	0.01	EXCELENTE	EXCELENTE	
42	C	0.00	9	9	1	4	-0.13	0.14	0.16	1.16	-0.84	0.29	0.02	EXCELENTE	EXCELENTE	
42	C	0.00	9	9	1	5	-0.13	0.15	0.17	1.17	-0.83	0.3	0.02	BUENO	EXCELENTE	
42	C	0.00	9	9	1	6	-0.13	0.16	0.16	1.16	-0.84	0.29	0	EXCELENTE	EXCELENTE	
42	C	0.00	9	9	1	7	-0.13	0.12	0.14	1.14	-0.86	0.27	0.02	EXCELENTE	EXCELENTE	
42	C	0.00	9	9	1	8	-0.13	0.15	0.14	1.14	-0.86	0.27	0.01	EXCELENTE	EXCELENTE	
42	C	0.00	9	9	1	9	-0.13	0.12	0.14	1.14	-0.86	0.27	0.02	EXCELENTE	EXCELENTE	
42	C	0.00	9	9	1	10	-0.13	0.13	0.14	1.14	-0.86	0.27	0.01	EXCELENTE	EXCELENTE	
43	C	10.00	9	9	1	1	9.81	9.83	10.11	11.11	9.11	0.3	0.28	BUENO	EXCELENTE	
43	C	10.00	9	9	1	2	9.81	9.84	10.12	11.12	9.12	0.31	0.28	BUENO	EXCELENTE	
43	C	10.00	9	9	1	3	9.81	9.86	10.12	11.12	9.12	0.31	0.26	BUENO	EXCELENTE	
43	C	10.00	9	9	1	4	9.81	9.88	10.13	11.13	9.13	0.32	0.25	BUENO	EXCELENTE	
43	C	10.00	9	9	1	5	9.81	9.86	10.12	11.12	9.12	0.31	0.26	BUENO	EXCELENTE	

43	C	10.00	9	9	1	7	9.81	9.87	10.12	11.12	9.12	0.31	0.25	BUENO	EXCELENTE
43	C	10.00	9	9	1	8	9.81	9.87	10.12	11.12	9.12	0.31	0.25	BUENO	EXCELENTE
43	C	10.00	9	9	1	9	9.81	9.85	10.11	11.11	9.11	0.3	0.26	BUENO	EXCELENTE
43	C	10.00	9	9	1	10	9.81	9.85	10.11	11.11	9.11	0.3	0.26	BUENO	EXCELENTE
44	C	30.00	9	9	1	1	29.75	29.26	30.08	31.08	29.08	0.33	0.82	BUENO	REGULAR
44	C	30.00	9	9	1	2	29.75	29.24	30.08	31.08	29.08	0.33	0.84	BUENO	REGULAR
44	C	30.00	9	9	1	3	29.75	29.25	30.09	31.09	29.09	0.34	0.84	BUENO	REGULAR
44	C	30.00	9	9	1	4	29.75	29.26	30.09	31.09	29.09	0.34	0.83	BUENO	REGULAR
44	C	30.00	9	9	1	5	29.81	29.27	30.09	31.09	29.09	0.28	0.82	EXCELENTE	REGULAR
44	C	30.00	9	9	1	6	29.81	29.26	30.09	31.09	29.09	0.28	0.83	EXCELENTE	REGULAR
44	C	30.00	9	9	1	7	29.81	29.26	30.09	31.09	29.09	0.28	0.83	EXCELENTE	REGULAR
44	C	30.00	9	9	1	8	29.81	29.25	30.09	31.09	29.09	0.28	0.84	EXCELENTE	REGULAR
44	C	30.00	9	9	1	9	29.81	29.26	30.09	31.09	29.09	0.28	0.83	EXCELENTE	REGULAR
44	C	30.00	9	9	1	10	29.81	29.26	30.09	31.09	29.09	0.28	0.83	EXCELENTE	REGULAR
45	C	50.00	9	9	1	1	49.75	48.60	50.08	51.08	49.08	0.33	1.48	BUENO	MALO
45	C	50.00	9	9	1	2	49.81	48.60	50.09	51.09	49.09	0.28	1.49	EXCELENTE	MALO
45	C	50.00	9	9	1	3	49.81	48.61	50.09	51.09	49.09	0.28	1.48	EXCELENTE	MALO
45	C	50.00	9	9	1	4	49.81	48.63	50.09	51.09	49.09	0.28	1.46	EXCELENTE	MALO
45	C	50.00	9	9	1	5	49.81	48.61	50.09	51.09	49.09	0.28	1.48	EXCELENTE	MALO
45	C	50.00	9	9	1	6	49.88	48.59	50.10	51.10	49.10	0.22	1.51	EXCELENTE	MALO
45	C	50.00	9	9	1	7	49.88	48.62	50.10	51.10	49.10	0.22	1.48	EXCELENTE	MALO
45	C	50.00	9	9	1	8	49.88	48.62	50.10	51.10	49.10	0.22	1.48	EXCELENTE	MALO
45	C	50.00	9	9	1	9	49.88	48.60	50.10	51.10	49.10	0.22	1.5	EXCELENTE	MALO
45	C	50.00	9	9	1	10	49.88	48.60	50.10	51.10	49.10	0.22	1.5	EXCELENTE	MALO