



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

Tema:

**SISTEMA BIOELECTRÓNICO DE DETECCIÓN DE LEUCEMIA
MIELOIDE CRÓNICA EN MUESTRAS DE SANGRE, EN EL
LABORATORIO CLÍNICO AMBALAB DE LA CIUDAD DE AMBATO.**

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

ÁREA: Física y Electrónica

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Tecnologías de la Información y Sistemas de Control

AUTOR: Christian Raúl Guamán Ruiz

TUTOR: Ing. Martha Esperanza Sevilla Abarca, PhD

Ambato – Ecuador

septiembre – 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor de Trabajo de Titulación con el tema: SISTEMA BIOELECTRÓNICO DE DETECCIÓN DE LEUCEMIA MIELOIDE CRÓNICA EN MUESTRAS DE SANGRE, EN EL LABORATORIO CLÍNICO AMBALAB DE LA CIUDAD DE AMBATO, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación realizado por el señor Guamán Ruiz Christian Raúl, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, septiembre 2022.



Ing. Martha Esperanza Sevilla Abarca, PhD

TUTOR

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: SISTEMA BIOELECTRÓNICO DE DETECCIÓN DE LEUCEMIA MIELOIDE CRÓNICA EN MUESTRAS DE SANGRE, EN EL LABORATORIO CLÍNICO AMBALAB DE LA CIUDAD DE AMBATO, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efecto legal y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiones responsabilidad del autor.

Ambato, septiembre 2022.



Christian Raúl Guamán Ruiz

C.C: 1804635561

AUTOR

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Christian Raúl Guamán Ruiz, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado SISTEMA BIOELECTRÓNICO DE DETECCIÓN DE LEUCEMIA MIELOIDE CRÓNICA EN MUESTRAS DE SANGRE, EN EL LABORATORIO CLÍNICO AMBALAB DE LA CIUDAD DE AMBATO, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, septiembre 2022.



Ing. Pilar Urrutia, Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Dr. Freddy Benalcázar, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR



Ing. Fabián Salazar, PhD
PROFESOR CALIFICADO

DERECHO DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, septiembre 2022.



Christian Raúl Guamán Ruiz

C.C: 1804635561

AUTOR

DEDICATORIA

A Dios, por ser bendecir mi vida y brindarme esa fuerza sobrenatural en aquellos momentos de dificultad y debilidad para continuar en este proceso de obtener uno de los más anhelos deseos.

A mis padres por ser el pilar fundamental de mi vida, por su amor y estímulo constante para culminar ésta importante etapa, por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.

A mis hermanas por llenarme de su cariño y alegría día tras día.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato por darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente.

Quiero agradecer de manera especial a la Ing. Martha Sánchez, PhD por el gran apoyo que me brindó durante el desarrollo de la presente investigación. Gracias por el tiempo dedicado en compartir su conocimiento y experiencia.

A los grandes amigos que la vida me permitió conocer durante esta etapa estudiantil, gracias por el tiempo compartido y las grandes anécdotas vividas.

Me agradezco por seguir adelante, por ser valiente las veces que quise salir corriendo. Por seguir intentando y no rendirme, me valoro y me felicito.

INDICE

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHO DE AUTOR.....	1
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
INDICE	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
RESUMEN	8
ABSTRACT.....	9
CAPÍTULO I	10
MARCO TEÓRICO	10
1.1 Antecedentes Investigativos.....	10
1.1 Contextualización del problema	13
1.2 Fundamentación Teórica	14
1.2.1 Leucemia Mieloide Crónica LMC.....	14
1.3 Objetivos.....	21
1.3.1 Objetivo General.....	21
1.3.2 Objetivos Específicos.....	21
CAPÍTULO II	23
METODOLOGÍA	23
2.1 Materiales	23
2.2 Métodos.....	24
CAPÍTULO III	27
RESULTADO Y DISCUSIÓN	27
3.1 Análisis y discusión de los resultados	27
3.2 Desarrollo de la Propuesta.....	27
3.3 Análisis de parámetros técnicos	27
3.3.1 Biosensores.....	27
3.3.2 Microcontroladores	29
3.3.3 Conversores	30
Conversor ADC.....	30

Conversor DAC	31
3.3.4 Respaldo Energético	31
3.3.5 Controlador analógico entrada y salida AFE	32
3.3.6 Plataforma IoT.....	33
3.3.7 IDE Programación.....	34
3.4 Sistema bioelectrónico para la detección de LMC.....	35
3.4.1 Sensorización	36
3.4.2 Desarrollo del sistema de control	36
3.4.6 Base de Datos.....	51
3.4.8 Diseño de la placa y sistema de control.....	55
3.5 Presupuesto	57
3.6 Costos de diseño	58
3.7 Esquema del Sistema Bioelectrónico	58
CAPITULO IV	69
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
4.1 Conclusiones	69
4.2 Recomendaciones.....	70
Bibliografía	71
ANEXO 1	74
ANEXO 2	76
ANEXO 3	83
ANEXO 4	86
ANEXO 5	88
ANEXO 6	90
ANEXO 8	92
ANEXO 9	93
ANEXO 10	95
ANEXO 11	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Arquitectura del sistema IoT.[23]	19
Figura 2 Esquema de diseño biosensor y electrodos.....	28
Figura 3 Implementación Celda Electroquímica.	28
Figura 4 Diagrama esquemático del sistema bioelectrónico	35
Figura 5 Diagrama de bloques del sistema.	36
Figura 6 Resultado de proceso de voltimetría cíclica.	36
Figura 7 Esquema controlador analógico Imp91000.[26].....	38
Figura 8 Diagrama general funcionamiento Sistema Bioelectrónico.	39
Figura 9 Diagrama de configuración de parámetros de ingreso.....	40
Figura 10 Diagrama menú de aplicación.....	41
Figura 11 Interfaz de inicio, registro y restauración de usuario.	42
Figura 12 Diagrama lógica de programación.	42
Figura 13 Interfaz del menú principal de aplicación.	43
Figura 14 Interfaz configuración del dispositivo.....	44
Figura 15 Interfaz de Test.	45
Figura 16 Interfaz de registro pacientes.	46
Figura 17 Manual de instrucciones.....	46
Figura 18 Interfaz opciones de usuario.....	47
Figura 19 Diagrama de funcionamiento de la página web.	48
Figura 20 Pagina web de Ingreso.	49
Figura 21 Pagina web Fichas Médicas.....	50
Figura 22 Interfaz de análisis de datos.....	51
Figura 23 Creación del proyecto en plataforma Firebase.....	52
Figura 24 Métodos de autenticación.....	52
Figura 25 Registro de autenticación de usuarios.....	53
Figura 26 Nodos de registro en la base de datos.....	54
Figura 27 Entorno de hosting.....	54
Figura 28 Diagrama Esquemático de conexiones.	55
Figura 29 PCB circuito electrónico.	55
Figura 30 Circuito electrónico implementado en baquelita.	56
Figura 31 Diseño carcasa del dispositivo bioelectrónico.	59
Figura 32 Dispositivo bioelectrónico ensamblado.	60
Figura 33 Muestras de calibración voltimetría cíclica.....	60
Figura 34 Resultados de la calibración del sistema	61
Figura 35 Resultados Test	62
Figura 36 Análisis de muestras con el sistema bioelectrónico.	63
Figura 37 Análisis de muestras con el contador hematológico.	63
Figura 38 Toma de muestras de sangre.....	64
Figura 39 Muestras de sangre de pacientes	66
Figura 40 Muestras de sangre en celda electroquímica.	66
Figura 41 Diagnóstico test LMC 1) Test negativo 2) Test positivo	67
Figura 42 Resultados contador hematológico.	68
Figura 43 Tasa de mortalidad ambos sexos.	74
Figura 44 Tasa mortalidad incidencia en mujeres.	74
Figura 45 Casos de mortalidad por edad.	75
Figura 46 Tasa mortalidad incidencia en hombres.	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales utilizados en el sistema bioelectrónico.....	23
Tabla 2 Características de microcontrolador.....	29
Tabla 3 Comparación de convertidores ADC.....	30
Tabla 4 Comparación de convertidores DAC.....	31
Tabla 5 Comparación de respaldo de energía.....	32
Tabla 6 Comparación controlador analógico.....	32
Tabla 7 Comparación base Plataformas IoT.....	33
Tabla 8 Comparación IDE Programación.....	34
Tabla 9 Consumo de potencia del circuito.....	56
Tabla 10 Presupuesto del Proyecto.....	57
Tabla 11 Resultados análisis de LMC.....	65

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de titulación trata de la implementación de un Sistema Bioelectrónico de detección de Leucemia Mieloide Crónica en muestras de sangre, en el laboratorio clínico Ambalab de la ciudad de Ambato. Actualmente esta enfermedad no tiene cura afectando principalmente a personas asintomáticas o con estrato social bajo, por lo que genera una alta tasa de mortalidad.

El dispositivo desarrollado se basa en el análisis de las muestras de sangre aplicando el método de voltimetría cíclica, adquiriendo información de 0.05mL de plasma centrifugado de la sangre de los pacientes, mediante el uso de un biosensor formado por una celda electroquímica elaborada con tres núcleos de electrodos de grafito. Este resultado es enviado a una base de datos alojado en la plataforma de Firebase a través del microcontrolador Wifi Lora 32, el cual además permite monitorear el estado del dispositivo.

Previamente al análisis de los datos adquiridos se debe configurar el número de ciclos y la velocidad de barrido, a través de la aplicación móvil desarrollada, considerando las variaciones de corriente del electrodo de trabajo en un rango de voltaje determinado, generando como resultado el posible diagnóstico de LMC mediante el análisis del gráfico de la histéresis. Estos datos pueden ser almacenados conjuntamente con la ficha médica del paciente, permitiendo que el médico a cargo en caso que requiera revisar la información, pueda exportar un historial en un archivo de Excel, mediante el uso de una aplicación móvil e interfaz web, además el sistema bioelectrónico obtuvo un porcentaje de efectividad del 95% al realizar análisis en las muestras de sangre de 21 pacientes con posible diagnóstico de Leucemia Mieloide Crónica, en comparación con las pruebas de biometría hepática.

Palabras clave: Leucemia, biosensor, LMC.

ABSTRACT

This degree project deals with the implementation of a Bioelectronic System for the detection of Chronic Myeloid Leukemia in blood samples, in the Ambalab clinical laboratory in the city of Ambato. Currently, this disease has no cure, mainly affecting asymptomatic people or people with low social status, which is why it generates a high mortality rate.

The developed device is based on the analysis of blood samples applying the cyclic voltimetry method, acquiring information from 0.05mL of plasma centrifuged from the blood of patients, through the use of a biosensor formed by an electrochemical cell made with three nuclei of graphite electrodes. This result is sent to a database hosted on the Firebase platform through the Wifi Lora 32 microcontroller, which also allows monitoring the status of the device.

Prior to the analysis of the acquired data, the number of cycles and the sweep speed must be configured, through the developed mobile application, considering the current variations of the working electrode in a certain voltage range, generating as a result the possible diagnosis. of LMC by hysteresis plot analysis. This data can be stored together with the patient's medical file, allowing the doctor in charge, in case he needs to review the information, to export a history in an Excel file, through the use of a mobile application and web interface.

Keywords: Leukemia, biosensor, CML.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Tema de Investigación

Sistema Bioelectrónico de detección de Leucemia Mieloide Crónica en muestras de sangre, en el laboratorio clínico Ambalab de la ciudad de Ambato.

1.1 Antecedentes Investigativos

A nivel mundial se han realizado estudios acerca de Leucemia Mieloide Crónica (LMC), la cual es considerada como una de las variantes de cáncer, que afecta directamente a los glóbulos blancos [1].

En Alemania, en el año 2021, Shamim Azimi desarrolló un potencióstato de bajo costo, basado en un biosensor electroquímico, microfluídico y miniaturizado con límite $23\mu\text{M}$ de detección y $1462\mu\text{M}$ de sensibilidad; en donde μM es la medida de concentraciones de glucosa, para la determinación de glucosa en un centro de atención a través de las muestras de plasma humano, siendo diseñado en una bomba de jeringa que transporta el flujo a través de un chip de micro fluidos, sin que se vea afectada por la presencia de compuestos biológicos como el ácido úrico y el ácido ascórbico. Su calibración se realiza mediante el software de Matlab y Simulink R2016, cuyos datos obtenidos son enviados al microcontrolador Arduino, obteniendo como resultado que el biosensor junto con los electrodos presenta una mayor sensibilidad en la detección lineal de la concentración de glucosa en el plasma sanguíneo, volviéndolo un dispositivo compacto y eficiente a diferencia de otros métodos de análisis de glucosa.[1].

En Colombia, en el año 2021, Gybram Latiff Saab realizó un estudio técnico de un potencióstato para aplicaciones SBE (Sistemas Bioelectrónicos), generando una nueva línea de trabajo en el laboratorio de UNAB, a través de la investigación de los rangos de medición o detección de variables entre las cuales estaban: corriente, voltaje, celda, densidad de potencia. Estas variables fueron analizadas en Proteus 8 obteniendo como resultado un análisis de corriente en SBE. El potencióstato puede ser controlado por medio de dispositivos móviles o tablets y visualizados en la herramienta DC Sweep Analysis.[2].

En Tailandia, en el año 2019, Metini Janyasupab desarrolló un potenciostato de base inalámbrica, convirtiéndolo en un sistema electroquímico que adquiere datos de manera remota, gestionando el control de usuarios por medio de diversas funciones en base al uso que se desee dar. El sistema está formado por un sensor frontal modificado y una placa de desarrollo, que permite medir lo que es voltimetría cíclica. El sensor se compone de tres electrodos encargados de monitorear el estado de intercambio, con velocidades de exploración de 0,05 a 0,15 $\frac{V}{s}$ y concentraciones de ferrocianuro, proporcionando un dispositivo portátil de bajo costo. Este diseño es escalable para futuras integraciones de la tecnología [3].

En España, en el año 2019, Alvares Pérez Gabriel José realizó un análisis de soluciones para sistemas de medida basados en potenciostatos, haciendo uso de una celda de 3 electrodos y biosensores enzimáticos, con el protocolo de comunicación I2C. El sistema fue diseñado en base al potenciostato comercial LMP9100, usando como sistema de control la tarjeta de desarrollo BeagleBone y visualizando los datos obtenidos en una pantalla LCD. Este sistema fue comparado con el sistema Inbia elaborado en el HCT Lab (Laboratorio de Hardware y Tecnología de Control), observando que sus resultados son inferiores a dicho sistema. [4].

En México, en el año 2018, José Luis Gonzales desarrolló un potenciostato electrónico digital de bajo costo, usando amplificadores operacionales para la cuantificación de sustancias químicas mediante sensores amperimétricos calibrados con electrodos serigráficos de carbono con 0.1M en buffer de fosfatos en NaCl y pH=7.0; en donde M es la medida de buffer de fosfato. Los resultados entregados por el potenciostato fueron comparados con un equipo comercial LC-4C, comprobando su funcionamiento mediante registros cronoamperimétricos, obteniendo resultados similares. [5].

En Costa Rica, durante el año 2018, Carlos Varela-Briceño realizó un estudio epidemiológico de la Leucemia Mieloide Crónica, evaluando a los pacientes a través de la observación hematología molecular, con mutaciones resistentes al tratamiento. Las muestras se basan en la extracción de ácido ribonucleico cuantificado por espectrometría, mediante una prueba de reacción en cadena de la polimerasa, basándose en el programa Europa Contra el Cáncer, cuyo análisis estadístico está formado por variables entorno a la edad, sexo, tratamiento previo, tratamiento de primera y segunda línea, finalmente muerte del paciente. Obteniendo como resultado

que la respuesta molecular tiene un mayor rango de eficiencia que la hematológica, haciendo de este un método comparable al de los demás países [6].

En España, en la ciudad de Oviedo, en el año 2018, Alar Ainla desarrolló un potenciostato universal, de código abierto para detección electroquímica inalámbrica, con teléfonos inteligentes, a través del protocolo bluetooth Low Energy. El potenciostato adquiere las señales En un rango de : V[-1.5,1.5] 6 voltios; y I[-180,180] miliamperios, rangos requeridos normalmente por cualquier tipo de potenciostato, los datos adquiridos fueron almacenados en un proxy en tiempo real, siendo enviados a un teléfono inteligente precargado con anterioridad, una interfaz de usuario desarrollada exclusivamente para recibir los parámetros experimentales de los usuarios, generando como resultado un dispositivo adaptable a diferentes tipos de análisis mediante una simple modificación de software en el apartado de Voltimetría cíclica y Cronoamperometría.[7]

En la ciudad de Guayaquil, en el año 2018, Kevin Guaman realizó el estudio de la prevalencia del cromosoma Filadelfia, presente en la banda de los cromosomas t(9:22) (q34;q11), en pacientes con Leucemia Mieloide Crónica. Para este estudio se tomó un espacio muestral de 181 pacientes entre hombres y mujeres, viéndose afectados en un bajo porcentaje a niños y pacientes mayores, con una predominancia en el sexo femenino. Los pacientes presentaban síntomas como: fiebre, esplenomegalia y pérdida de peso. La información obtenida se almacenó en una base de datos de Excel, gestionada con el software estadístico SPSS, obteniendo como resultado en los estudios realizados que el 90% de los casos presentan LMC en fase crónica, mientras que el 8% presentan el cromosoma Ph, conocido como Filadelfia [8].

En Taiwán, en el año 2016 Chun Yueh Huang desarrolló un generador de señales autónomo para biosensores de ácido vanilmandélico el cual consta de un potenciostato independiente que procesa señales de los biosensores de ácido, el diseño consta de 2 microprocesadores de señal mixta. El primer microcontrolador se encarga de generar la forma de onda requerida por el conversor digital análogo en un rango de 0 a 3.2V. El segundo es encargado de medir la corriente en los biosensores convirtiendo la señal análoga en digital en un rango de 0 a 2.4 V generando voltimetría cíclica. El dispositivo es controlado mediante el software de LabView por medio de una interfaz USB, mostrando los resultados electroquímicos de voltimetría cíclica, lineal y diferencial,

además, amperometría y potenciometría. Los datos obtenidos en las diferentes mediciones se almacenan en una unidad de estado sólido. Este diseño fue comparado con un biosensor de ácido vanilmandélico certificado, generando una mayor precisión y un mejor rango de corriente de detección a bajo costo, en un sistema compacto.[9]

En Brasil, en el año 2016, B.Segura presentó un prototipo de potencióstato de bajo costo, basado en la metodología QFD (Calidad de Despliegue de Funciones), la cual determina las características del potencióstato. Este sistema se encuentra controlado por la tarjeta STM32F4-Discovery, la cual adquiere las variables de tiempo, potencial, corriente y número de repeticiones en voltimetría cíclica, a través de un dispositivo NI USB-6009, siendo visualizados en una interfaz desarrollada en LabVIEW. Este sistema cuenta con aplicaciones en procesos electroquímicos. Con el fin de determinar los resultados se compara con un potencióstato comercial, permitiendo demostrar el grado de eficiencia del sistema al obtener resultados similares. [10].

En México, en el año 2015 Gerardo Miramontes de León desarrolló un estudio que permite el cálculo de la resistencia de polarización, a través de un análisis de tiempo y frecuencia, basado en el modelo de Randles, el cual consiste en la combinación de una resistencia en serie con un capacitor y una resistencia de polarización conectada en paralelo. El circuito puede ser estimulado mediante un pulso de excitación, mostrando la frecuencia y el periodo de tiempo necesaria para que el pulso de excitación retorne a cero. Este proceso estima un valor resistivo referencial para una celda electroquímica, con un margen de error del 0,5%, justificando una alternativa para el cálculo de resistencia de polarización. [11].

1.1 Contextualización del problema

Los hospitales y clínicas del Ecuador carecen de sistemas bioelectrónicos para la detección temprana de Leucemia Mieloide Crónica, razón por la cual, los pacientes deben realizarse análisis costosos y tardíos para poder detectar la enfermedad.

Debido a que la Leucemia es una enfermedad de origen desconocida, producida por un cambio funcional en las células de la médula ósea, afecta directamente a las células sanguíneas, glóbulos blancos y plaquetas, que, al no ser detectado a tiempo, sus síntomas pueden manifestarse cuando se encuentre en un estado avanzado, conllevando a la muerte del paciente.

En Ecuador, se han generado datos estadísticos proporcionados por el hospital Oncólogo de SOLCA hasta el año 2013, evidenciando la presencia de 258 casos de Leucemia Mieloide Crónica por año, con una tasa de mortalidad del 64.34% equivalente a la mayoría de personas, sin distinción de género. Dentro de la población del Ecuador estos datos representan a 1 de cada cien mil habitantes, estos datos estadísticos son detallados en el **anexo 1**.

La finalidad del proyecto es desarrollar un Sistema Bioelectrónico basado en hardware y software libre, que permita la detección temprana de la Leucemia Mieloide Crónica, mediante el estudio de muestras de sangre, usando voltametría cíclica, generando resultados instantáneos y a bajos costos.

Los beneficiarios directos serán las personas de nivel socioeconómico bajo, que generan ingresos mensuales de hasta \$133,00, al no contar con los recursos suficientes para cubrir el gasto en pruebas que permitan la detección temprana de la enfermedad. Los beneficiarios indirectos serán las personas encargadas del Laboratorio Clínico Ambalab en la ciudad de Ambato.

1.2 Fundamentación Teórica

1.2.1 Leucemia Mieloide Crónica LMC

La Leucemia Mieloide Crónica es producida por alteraciones genéticas procedentes de la célula madre hematopoyética en la médula ósea, desencadenando alteraciones en la producción de los principales tipos de células de la sangre (glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas). Esta consiste en la formación de un gen anormal llamado Oncoproteína *BCR – ABL*. [12]

La LMC se detecta a través de diferentes técnicas de estudio molecular, orientadas a los 23 pares de cromosomas presentes en el ser humano, de los cuales el número 22 y el 9 intercambian material genético. Este fenómeno se denomina como cromosoma Filadelfia (Ph) o t(9,22). [13]

Fases de la Leucemia Mieloide Crónica

La población con LMC al no ser tratada a tiempo, permite que el cáncer evolucione, en 3 fases diferentes, las cuales proporcionan fundamentos para un pronóstico médico adecuado. [14]

Fase crónica

Las personas que se encuentran en esta fase presentan hasta el 10% de blastos en los exámenes de sangre o médula ósea. En esta fase los pacientes pueden ser asintomáticos o presentar síntomas leves por un periodo de tiempo de 5 a 6 años.

Del total de personas diagnosticadas con Leucemia Mieloide Crónica, el 90% de casos pertenecen a esta fase, mientras que el 10% se encuentran en diferentes fases de esta enfermedad. La mayoría de pacientes al recibir tratamiento con cromosoma Ph positivo, tienden a perder o eliminar los síntomas de la enfermedad gradualmente. [14]

Fase acelerada

Los pacientes ubicados en esta fase, presenta entre el 10% y 19% de blastos, tanto en la sangre como en la médula ósea. Las personas que se encuentran en esta fase no responden eficientemente al tratamiento, debido a que la enfermedad tiende a ser más agresiva, presentando los siguientes síntomas o características [15].

Características:

- Aumento de basófilos de sangre superiores al 20%.
- Aumento de blastos en la sangre o médula ósea hasta un 19%.
- Debido al tratamiento los recuentos de plaquetas son muy bajos ($100 \times 1.000/mm^3$) o menos.
- Cambios en el cromosoma Filadelfia en las células de LMC.

Fase blástica:

Los pacientes que se encuentran en esta fase, presentan un incremento superior al 20% de blastos en la sangre o médula ósea. Los blastocitos tienden a propagarse desde la médula ósea hacia el sistema nervioso central, los ganglios linfáticos, la piel y otros órganos; en consecuencia, se generan síntomas graves como anemia y una elevada concentración de glóbulos blancos. Esta fase suele actuar de manera similar a la Leucemia Mieloide Aguda que generalmente es resistente al tratamiento. [14] [15]

LMC resistente

Esta etapa está conformada por personas que no responden a tratamientos o necesitan ser reingresadas al finalizar un tratamiento anterior. En este caso se realizan diferentes pruebas y exploraciones, similares a la detección inicial de LMC. Siendo su único tratamiento quimioterapia, terapia dirigida y trasplante de médula ósea. [16]

DIAGNÓSTICO

Actualmente para la detección de LMC, se puede usar diferentes pruebas o métodos los cuales serán descritos a continuación:

Examen físico y antecedentes de salud.

Este examen es realizado por un médico el cual verifica signos vitales, como pulso y presión arterial. Para proceder a verificar algún síntoma de enfermedad presente en los ganglios linfáticos, el vaso y abdomen. Además, se verifica historial médico de los pacientes y posibles tratamientos anteriores. [16] [17]

Recuento sanguíneo completo (RSC) con diferencial

En este examen se extrae una muestra de sangre de la vena en un tubo de ensayo. La muestra es enviada a examinarse en el laboratorio, verificando los siguientes elementos:

- Conteo de glóbulos rojos y plaquetas.
- Cantidad y tipo de glóbulos blancos.
- Cantidad de hemoglobina en los glóbulos rojos.
- El porcentaje conformado por glóbulos rojos. [17]

Hemograma de sangre periférica

En este diagnóstico se observan los leucocitos, en caso de presentar frotis se revela la existencia de la desviación del porcentaje de granulocitos, basofilia además raramente eritoblastos y trombocitosis. Al realizar este diagnóstico la concentración de hemoglobina es normal. [18]

Aspirado y biopsia de médula ósea

La biopsia consiste en la extracción de una pequeña muestra de médula ósea, sangre y un trozo pequeño de hueso por medio de una aguja hueca, en el hueso de cadena o esternón, buscando un incremento porcentual de células en la línea granulopoyética y megacariopoyética estando en la eritropoyética aplásica de la médula. [17][18]

Análisis citogénico

Se examinan los cromosomas de las células tomadas de la médula ósea, sangre tumor u otro tejido. Incorporando un estudio cualitativo [RT – PCR] y cuantitativo [RQ – PCR] estudiando las mutaciones en ciertos cromosomas, como el cromosoma Filadelfia. [15][18]

PRUEBAS PARA BUSCAR EL CROMOSOMA FILADELFIA

Hibridación fluorescente in situ (FISH):

Este examen observa y cuenta genes o cromosomas en tejidos y células, verificando si estos trozos de ADN se unen a genes o áreas específicas de cromosomas. [15][19]

Prueba de reacción en cadena de polimerasa con retro transcripción (RCP-RT):

Este examen mide la concentración de sustancia genética *ARNm* (Producida en un gen específico), usando la encima retrotranscriptasa encargada de convertir de ARN en ADN compatible. Posteriormente la encima ADN polimerasa amplifica la muestra de ADN que ayuda a identificar el *ARNm* específico. Siendo un método que identifica ciertos genes o células cancerosas. [17][19]

TRATAMIENTO POR FASES

Fase crónica

En esta fase se usa la tirosina quinasa BCR-ABL, que se obtiene de la mutación t(9;22). Agentes como Interferón y la hidroxiurea encargados de reducir la rapidez con que progresa la enfermedad y cantidad de glóbulos blancos. El imatinib siendo un inhibidor que en el 90% de los casos, sobrevive en pacientes con 8 años con diagnóstico de enfermedad. No se debe interrumpir la prescripción de imatinib, dasatinib o nilotinib, siempre y cuando no se aparte de un ensayo clínico. Tratamiento que, si se interrumpe o se deja de usar, causaría una progresión o recurrencia de la LMC. [20]

Este tratamiento puede ser medido en base a tres niveles:

Respuesta hematológica:

Es evaluado cada 2 semanas, calculando el número de glóbulos blancos total en un rango de $< 10 \times 10^9 /l$ y la fórmula leucocitaria sin granulocitos en - 5% de basófilos, plaquetas de $< 450 \times 10^9/l$. [16]

Respuesta citogénica

Es evaluado a los 3,6,12,18 meses; hasta obtener una respuesta citogénica completa (*CCgR*), en ocasiones imposible de detectarla debido al cromosoma Filadelfia. [20]

Respuesta Molecular

Es evaluada por *PCR* cuantificando anomalías *BCR – ABL/ABL*, este proceso se repite cada 3 meses hasta obtener una remoción molecular, con un *ABL* menor al 0,10%. [20]

Fase Acelerada

Se empieza con un inhibidor de la tirosina quinasa o quimioterapia por un tiempo limitado. Siendo la mejor opción un trasplante de médula, con previos análisis de compatibilidad entre donante y paciente. En determinados casos este tratamiento puede erradicar por completo la Leucemia y curar al paciente.[19] El trasplante de médula ósea es el único tratamiento para curar la LMC en estas primeras fases, caso contrario se optarán por los métodos anteriores. [19]

Fase Resistente

Puede presentarse como resultado de mutaciones en la tirosina quinasa *BCR – ABL*, al no reaccionar a un inhibidor del mismo. Antes de cambiar el inhibidor o el tratamiento se recomienda realizar el cribado de las mutaciones.[18]. En caso de presentar una mutación *T315I* se usa un inhibidor de tirosina quinasa, ponatinib. [19]

PRONÓSTICO

El factor más importante está basado en la respuesta de los pacientes, al tratamiento con ITK. En el tratamiento por imatinib, el porcentaje de supervivencia está en el rango de 81 y 94%. En pacientes sometidos a ALOTPH, el porcentaje es de 80% con una supervivencia de 3 años. Actualmente si la LMC es detectada en las dos primeras fases se puede evitar que la enfermedad progrese a fases más agresivas, en este caso los pacientes tienen un tiempo de vida similar a la población global. [19][15]

Internet de las Cosas (IoT)

El término IoT o internet de las cosas, se presenta inicialmente en los años 1999, en inventos con sensores que presentaban la capacidad de conectarse a internet a través del mundo físico.

Actualmente IoT, es una arquitectura que permite el intercambio de información entre dispositivos equipados con sensores o actuadores, permitiendo la transmisión y recepción de datos en los diferentes escenarios que mantengan una conexión a internet, por medio de redes wifi (2,4 GHz y 5 GHz) o redes móviles (4G y LTE). [20]

Esta información es transmitida con el fin de que los actuadores realicen una determinada acción, luego de procesar los datos recibidos. [21][22]

Arquitectura

Actualmente la arquitectura de IoT, no cuenta con una definición general. En el transcurso de los años se ha desarrollado una gran variedad de arquitecturas, sin embargo, de manera general se toma como referencia la arquitectura de 3 capas.

Capa de percepción

Esta capa es encargada de recolectar información del entorno, a través de dispositivos inteligentes con sensores integrados en forma de señales eléctricas, que posteriormente serán transmitidas para su análisis.

Capa de red

Capa de red o conocida como capa central de IoT, se encarga de la comunicación entre dispositivos a través de la red por medio del intercambio y procesamiento de información, adquirida a través de los sensores.

Capa de aplicación

La capa de aplicación, se encarga de brindar un servicio o aplicativo al cliente. Con gran utilidad en ambientes domésticos como industriales, haciendo uso de los diferentes dispositivos conectados a través de IoT.[23][24]

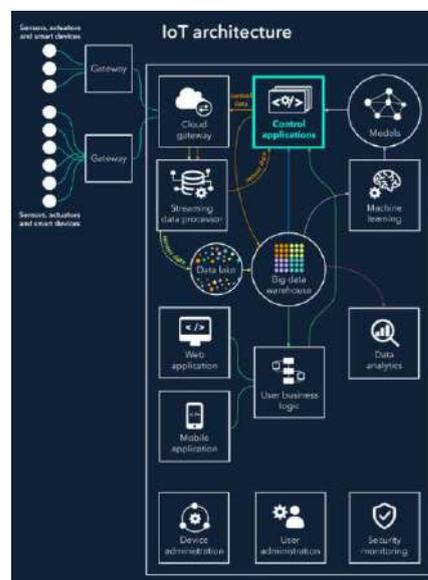


Figura 1 Arquitectura del sistema IoT.[23]

Protocolos IoT

Los protocolos de IoT están basados en diferentes normas, que deben ser cumplidas entre varios dispositivos, para que exista comunicación teniendo una división principal, en entornos domésticos e industriales.

Entornos domésticos

Actualmente existe una gran variedad de dispositivos que trabajan con IoT, los cuales operan en diversos protocolos de comunicación entre los más conocidos tenemos:

- AllJoyn
- HomePlug y HomeGrid
- MFi
- OCF
- Thread [24][25]

Entorno Industrial

Con el inicio de IoT, aparece el concepto de industria 4.0, en la cual tenemos un gran procesamiento de datos desde los proveedores al cliente final, estos datos se basan en la integración de tecnologías, procesamiento y software inteligente. Entre los principales protocolos tenemos:

- AMQP
- CoAP
- DDS
- HTTP
- MQTT
- OPC UA
- XMPP [24]

Fases de IoT

La funcionalidad de los objetos conectados por medio de IoT, está basado en 3 fases

- **Fase 1 Conexión**

La primera fase de IoT, está conformada por diferentes sensores los cuales receptan y transmiten información de su entorno, a través de la nube de forma segura.

- **Fase 2 Análisis y visualización**

Esta fase se basa en el análisis inteligente de la pila de información de datos, obtenido por parte de los sensores, permitiendo visualizar los resultados en las plataformas de gestión y control.

- **Fase 3 Automatización**

Se basa en brindar utilidad a los objetos o cosas conectados por medio de internet, generalmente en entornos domésticos o industriales, permitiendo dar un paso más en la evolución tecnológica. [25]

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Implementar un Sistema Bioelectrónico de detección de Leucemia Mieloide Crónica en muestras de sangre, en el Laboratorio Clínico Ambalab, de la ciudad de Ambato.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Documentar los estudios bibliográficos sobre los métodos de detección de la Leucemia Mieloide Crónica.
- Recopilar información acerca de casos clínicos, con Leucemia Mieloide Crónica a nivel nacional.
- Elaborar un sistema de control automático gestionado mediante una interfaz web y móvil, basado en software libre, para la detección de Leucemia Mieloide Crónica en muestras de sangre.
- Evaluar el sistema bioelectrónico en el Laboratorio Clínico.

El objetivo principal del presente proyecto es implementar un sistema bioelectrónico, para la detección de Leucemia Mieloide Crónica, que permita sugerir un diagnóstico rápido y económico, usando tecnología Bluetooth, Wifi, controlados mediante dispositivos remotos.

El investigador debe generar un estudio basado en los dispositivos encontrados en el mercado actual, e investigaciones documentadas referentes a la Leucemia Mieloide Crónica, considerando la adquisición de datos mediante biosensores en base a las siguientes actividades:

- Análisis de la fundamentación teórica sobre la parte patológica y clínica de la Leucemia Mieloide Crónica.
- Análisis de los métodos de detección de Leucemia Mieloide Crónica.

Se debe generar un análisis investigativo en base a la información recolectada sobre casos clínicos de Leucemia Mieloide Crónica a nivel de Ecuador, mediante las siguientes actividades:

- Análisis de los parámetros esenciales en la sangre para detección de la Leucemia Mieloide Crónica por medio de los biosensores.
- Análisis de la formulación matemática que interviene en el cálculo del porcentaje de eficiencia del sistema.

Para el desarrollo del sistema bioelectrónico, se seleccionan módulos acordes a las actividades y medios de comunicación, tomando en cuenta la compatibilidad con los entornos de programación que permitan generar las interfaces móviles y web. Por esta razón se llevan a cabo las siguientes actividades:

- Diseño esquemático del sistema bioelectrónico para la detección de Leucemia Mieloide Crónica.
- Selección de los componentes y ensamblaje del sistema.
- Selección del IDE de programación de la aplicación móvil.
- Desarrollo de la interfaz web intuitiva.
- Desarrollo de la aplicación móvil.
- Implementación del sistema en el Laboratorio Clínico Ambalab.

Se debe comparar los resultados de la voltametría cíclica, con los datos típicos de la histéresis de la LMC, entre pacientes que presentan incidencia y pacientes con síntomas asociados a esta enfermedad, permitiendo generar un porcentaje de efectividad del sistema bioelectrónico, tomando como referencia las siguientes actividades:

- Toma de muestras en los pacientes afectados por Leucemia Mieloide Crónica.
- Evaluación de la eficiencia y confiabilidad del equipo, a través de la comparación de resultados entregados por el sistema y aquellos almacenados en la base de datos del Laboratorio.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Materiales

El presente proyecto de investigación es elaborado acorde a componentes basados en hardware libre, permitiendo la correcta funcionalidad en el análisis de muestras de sangre. Estos materiales son detallados en la **Tabla 1**.

Tabla 1 Materiales utilizados en el sistema bioelectrónico.

Material	Gráfico	Utilidad
Wifi Lora 32		El microcontrolador Wifi Lora 32 se encarga de la adecuación de datos adquiridos mediante los electrodos, para ser enviados hacia la nube.
MCP4725		Este módulo se encarga de convertir el voltaje de digital a análogo, generando un voltaje de referencia para el potencióstato.
ADS1115		Este módulo se encarga de convertir el voltaje análogo digital, usados por el microcontrolador.
LMP91000		El módulo del potencióstato se encarga de establecer y medir el potencial existente entre los electrodos.
VILLCASE DC-DC		Este módulo adecua el voltaje de alimentación adquirida por el microcontrolador.
BATERIA LITIO 18650		Su utilidad se basa en el respaldo energético en el sistema.

FIREBASE		Es la plataforma, que gestiona los datos adquiridos por el microcontrolador a través de la nube.
ARDUINO		Es el entorno de programación, en el cual se gestiona las actividades del microcontrolador.
ANDROID STUDIO		Es el entorno de programación, en el cual se gestiona las actividades del microcontrolador.

Elaborado por: El investigador

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de Investigación

La modalidad empleada en el Sistema Bioelectrónico de detección de Leucemia Mieloide Crónica en muestras de sangre, se basó en la investigación, desarrollo e implementación, siendo llevado a cabo por medio de las siguientes modalidades:

Investigación Hemerográfica - Documental

Se realizó mediante la adquisición de datos estadísticos referentes a Leucemia Mieloide Crónica, en base a estudios y datos detallados en artículos científicos, tesis doctorales, revistas científicas, permitiendo solventar el desarrollo del proyecto, conjuntamente con los conocimientos adquiridos sobre tecnologías de comunicación en sistemas electrónicos.

Investigación Aplicada

Se desarrolló el Sistema Bioelectrónico de detección temprana de Leucemia Mieloide Crónica en muestras de sangre, con la finalidad de otorgar una mayor esperanza de vida en los pacientes de escasos recursos, permitiendo sugerir un diagnóstico temprano de la enfermedad.

Investigación de Campo

Se recopiló información de casos clínicos sobre Leucemia, en el Laboratorio Clínico Ambalab de la ciudad de Ambato, permitiendo determinar el uso de la tecnología empleada en el sistema bioelectrónico.

Recolección de Información

Para la factibilidad de desarrollo del proyecto, se realizó una investigación previa de los datos estadísticos documentados a nivel nacional acerca de la enfermedad Leucemia Mieloide Crónica, tomando como referencia el Hospital de SOLCA Quito, el cual cuenta con un área especializada para esta enfermedad. Adicionalmente información de revistas, artículos científicos publicadas desde el 2009 hasta la actualidad.

Procesamiento y Análisis de Datos

El procesamiento y análisis de datos, inicia con la información obtenida en medios bibliográficos, detallados en los siguientes puntos:

- Selección del tipo de electrodo a implementarse en el sistema bioelectrónico.
- Estudio de parámetros técnicos y la tecnología a implementarse en el sistema.
- Monitoreo de los parámetros analizados de pacientes con LMC mediante una aplicación móvil e interfaz web.

2.2.1 Desarrollo del Proyecto

Para llegar a desarrollar el Sistema Bioelectrónico de detección de Leucemia Mieloide Crónica en muestras de sangre, se realizarán las siguientes actividades:

- Análisis de la fundamentación teórica sobre la parte patológica y clínica de la Leucemia Mieloide Crónica.
- Análisis de los métodos de detección de Leucemia Mieloide Crónica.
- Análisis de los parámetros esenciales en la sangre para detección de la Leucemia Mieloide Crónica por medio de los biosensores.
- Selección de componentes electrónicos para el desarrollo del sistema.
- Análisis de la formulación matemática que interviene en el cálculo de eficiencia del sistema.
- Diseño esquemático del sistema bioelectrónico para la detección de Leucemia Mieloide Crónica.
- Selección de los componentes y ensamblaje del sistema.
- Selección del IDE de programación de la aplicación móvil.
- Desarrollo de la interfaz web intuitiva.
- Desarrollo de la aplicación móvil.
- Implementación del sistema en el Laboratorio Clínico Ambalab.
- Toma de muestras en los pacientes afectados por Leucemia Mieloide Crónica.

- Evaluación de la eficiencia y confiabilidad del equipo, a través de la comparación de resultados entregados por el sistema y aquellos almacenados en la base de datos del Laboratorio.
- Elaboración del informe final.

CAPÍTULO III

RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

En base a información recopilada, se encuentran dispositivos multifuncionales enfocados al análisis de reacciones electroquímicas, comunicados mediante tecnología wifi o comunicación serial.

En el mercado actual no se han implementado sistemas electrónicos referentes a LMC, por esta razón se toma como referencia los diferentes estudios encontrados para el desarrollo del sistema bioelectrónico.

3.2 Desarrollo de la Propuesta

El proyecto de investigación está enfocado en la toma de muestras de plasma en la sangre, utilizando un equipo desarrollado en base a software libre, permitiendo la reducción de gastos en pruebas de laboratorio.

El sistema bioelectrónico está conformado por 4 etapas: Adquisición, Control, Monitoreo y Almacenamiento. La primera etapa de adquisición de datos, se encarga de recibir los parámetros de corriente y potencial del electrodo de trabajo, llevados hacia el microcontrolador. La etapa de control, se encarga de preestablecer los valores iniciales de la velocidad del barrido de voltaje, potencial inicial y potencial final, siendo enviados hacia la nube. En la etapa de monitoreo, se observa el voltamograma y los históricos de los pacientes. Los datos adquiridos son almacenados en la base de datos gestionado por el usuario.

Al recibir el resultado de las pruebas de LMC en tiempo real, se optimiza la gestión y almacenamiento de fichas médicas de los pacientes, mediante el uso de una interfaz didacta. Además, en caso de fallos eléctricos, el sistema cuenta con una batería de respaldo con una duración de 2 horas y media, generando un sistema con autonomía.

3.3 Análisis de parámetros técnicos

3.3.1 Biosensores

Para el desarrollo del sistema bioelectrónico, se elaboró un biosensor como se muestra en la **Figura 2**, conformado una celda electroquímica y tres electrodos de grafito con diámetro de 5mm, funcionalizados mediante la mezcla de los siguientes porcentajes de ácidos:

- 15mL ácido sulfúrico al 5%.
- 10mL ácido nítrico al 95-97%
- 10mL ácido clorhídrico 37%

Al terminar el desarrollo del biosensor, cada uno de los electrodos incorporados a la celda electroquímica, cumple con funcionalidades diferentes. El electrodo de trabajo, se encarga de medir la transición de la corriente aplicada, El contraelectrodo, aplica una señal de potencia en función del tiempo previamente configurada en el sistema. El electrodo de referencia, se encarga de medir diferencia de potenciales entre el contraelectrodo y el electrodo de trabajo. Los valores adquiridos son enviados a la base de datos permitiendo generar el diseño del voltamograma, conjuntamente con un informe detallando la posibilidad de padecer de LMC por parte del personal médico en el Laboratorio Clínico Ambalab.

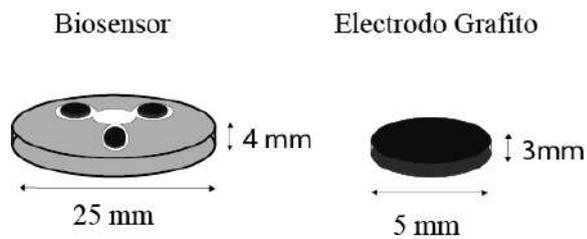


Figura 2 Esquema de diseño biosensor y electrodos.

Elaborado por: El investigador



Figura 3 Implementación Celda Electroquímica.

Elaborado por: El investigador

3.3.2 Microcontroladores

En la selección del microcontrolador de debe de tomar en cuenta el tipo de tecnología, teniendo el apartado de Bluetooth para preconfiguración del sistema y el medio de comunicación Wifi para el funcionamiento del mismo.

Debido a que el sistema requiere de una gran cantidad de líneas de código de programación, es necesario contar con una memoria flash de amplia capacidad, que permita almacenar el sketch o programa compilado. Como punto adicional contar un hardware que permita la visualización de notificaciones, códigos de error y modalidad de funcionamiento del sistema bioelectrónico. Por lo cual se ha tomado como referencia los microcontroladores detallados en la **Tabla 2**

Tabla 2 Características de microntrolador.

PARÁMETROS	NODEMCU	WIFI LORA 32	Arduino MKR1000 WIFI
			
CPU	Xtensa Single-core 32-bit L106	Xtensa Dual Core 32 bit LX6	SAMD21 Cortex- M0+ 32bit
Flash	4 MB	8 MB	0,256 MB
Voltaje de operación	3,3V	3,3V	3,3V
Pantalla	NO	0,96 Inch	NO
Wifi	802,11 b/g/n	802,11 b/g/n	802,11 b/g/n
Bluetooth	SI	NO	NO
USB	MicroUSB	MicroUSB	MicroUSB
GPIO	17	36	21
ADC	10 bits	12 bits	8/10/12 bit
Pines Analógicos	1	8	7
Pines Digitales	6	22	15
Vext	5V	3,3V	3,3V
Gestión batería	3,7V	3,7V	3,7V

Conectividad	WiFi 802,11 b /g /n	WiFi 802,11 b /g /n	WiFi 802,11 b /g /n
Wireless Comunicación	Wifi	Wifi Bluetooth LoRa	Wifi Bluetooth
Costo	12	35	57,45

Elaborado por: El investigador

Los microcontroladores listados en la **Tabla 2**, presentan similitudes en sus parámetros, sin embargo, se opta por usar Wifi Lora 32, desarrollado por la empresa Heltec, debido a su capacidad de almacenamiento y la tecnología de comunicación que maneja la pantalla, facilitando el monitoreo de datos.

3.3.3 Conversores

Conversor ADC

El conversor ADC, se encarga de la adecuación de la señal emitida por los electrodos hacia el microcontrolador, tomando como característica principal el tipo de comunicación y el número de canales de ingreso del conversor. Para efecto de selección se toma como referencia los módulos descritos en la **Tabla 3**.

Tabla 3 Comparación de convertidores ADC

PARÁMETROS	ADS1115	ADS8866	ADC161S626
			
Resolución	12 bits	16 bits	16 bits
Canales de entrada	4	2	2
Voltaje operación	2,7 V a 5,5 V	2,7V a 3,6V	2,7 V a 5,5 V
Rango de temperatura de funcionamiento	-40°C a +125°C	-40°C a +85°C	-40°C a +85°C
Comunicación	I2C	SPI	SPI
Velocidad Muestreo	8 Hz a 860 Hz	100 kHz	1 MHz a 5 MHz
SNR	89 dB a 93,2dB	93 dB	89 dB a 93,2dB
País compra	Ecuador	USA	USA
Costo	\$ 12,50	\$ 5,41	\$ 17,62

Elaborado por: El investigador

Se selecciona el módulo ADS115, debido a que los módulos ADS8866 y ADC161S626 carecen de comunicación I2C, necesaria para comunicación entre módulos del dispositivo; además, no cuentan con los canales de entrada necesarios para el proyecto.

Conversor DAC

El conversor DAC desempeña la función de adecuar la señal de referencia utilizado por el potenciómetro. Para esta comparación se toma en cuenta los módulos detallados en la **Tabla 4**.

Tabla 4 Comparación de convertidores DAC.

PARÁMETROS	MCP4725	DAC53508	DAC43204
			
Resolución	12 bits	10 bits	8 bits
Comunicación	I2C	SPI	I2C, SPI
Tiempo Estabilización	6 us	10 us	20 us
Voltaje operación	2,7 V a 5,5 V	1,8 V a 5,5 V	1,8 V a 5,5 V
Rango salida	0 a 5,5 V	1,8 V a 5,5 V	1,8 V a 5,5 V
Rango de temperatura de funcionamiento	40 a 125	41 a 125	42 a 125
País compra	Ecuador	USA	USA
Costo	\$ 9,00	\$ 11,81	\$4,72

Elaborado por: El investigador

Se selecciona el módulo conversor MCP4725, debido a que presenta una resolución de 12 bits con comunicación I2C, a la vez, el tiempo de estabilización es menor en comparación de los otros módulos.

3.3.4 Respaldo Energético

Para la autonomía del sistema, se toma como referencia el número de celdas y la potencia emitida en las baterías. Seleccionando la batería lipo 18650 que cuenta con

la potencia necesaria para el funcionamiento del sistema, sin necesidad de alimentación eléctrica, la comparación se muestra en la **Tabla 5**.

Tabla 5 Comparación de respaldo de energía.

PARÁMETROS	Batería 18650	Bateria lipo Turnigy NanoTech 2s	DTP603450
			
Voltaje nominal	3,7V DC	7,4V	3,7V
Voltaje Carga Completa	4,5V DC	8,32V	4,1V
Voltaje descarga de corte	2,75V DC	6,8V	2,75V
Corriente	2200 mAh	500mAh	1000mAh
Potencia	8,14Wh	3,7Wh	3.7Wh
Ciclos de vida	>1000	-	>500
Pais compra	Ecuador	Ecuador	China
Costo	\$3,50	\$12,00	\$3,00

Elaborado por: El investigador

3.3.5 Controlador analógico entrada y salida AFE

En la selección del controlador analógico, se toma como referencia el tipo de comunicación que maneja. Por lo cual se presenta diferentes opciones en la **Tabla 6**

Tabla 6 Comparación controlador analógico

PARÁMETROS	Lmp91000	NJU9101	ADAL6110-16
			
Voltaje de operación	2,7 V a 5,25 V	2,4V a 3,6V	1,8V a 3,3V
Resolución	8 bits	16 bits	16 bits
Consumo corriente	10uA	4uA	375mA

Interface	I2C	I2C	SPI
Voltaje de polarización	Porcentaje de tensión referido a VREF o VDD	OPA: 0.3V a 1.7V (7 steps) OPB: 0.25V a 1.75V (50mV step)	Porcentaje de tensión referido a VREF o VDD
País	USA	USA	USA
Costo	\$110,00	\$135,00	\$150,00

Elaborado por: El investigador

Al comparar entre los diferentes controladores analógicos, se puede observar que los tres cumplen con el rango de voltaje de operación, mientras que el controlador ADAL6110-16 no cumple con el tipo de comunicación empleada en el sistema, procediendo a descartarlo. El factor principal para la selección del controlador es la accesibilidad, seleccionando el controlador LMP91000, único accesible en la fecha de elaboración del sistema.

3.3.6 Plataforma IoT

En la plataforma IoT, se toma como referencia los parámetros de almacenamiento y hosting, perteneciente a la interfaz web y la compatibilidad con entornos de desarrollo de código abierto. Estas plataformas son detalladas en la **Tabla 7**

Tabla 7 Comparación base Plataformas IoT

	Firebase	ThingSpeak	Blynk
PARÁMETROS	 Firebase	 ThingSpeak	 Blynk
Monitoreo tiempo real	Si	No	No
Plataformas compatibles	Web Android iPhone/iPad	Web Android iPhone/iPad	Web Android iPhone/iPad
Versiones	Gratis - Pago	Gratis - Pago	Gratis - Pago
API Arduino	Si	Si	Si

Aplicación Nativa Android	No	No	Si
Aplicación Nativa IOS	No	No	Si
Notificaciones push	Si	No	No
Gestión de conectividad	No	Si	Si
Compatible Android Studio	Si	No	No
Análisis MATLAB	No	Si	No

Elaborado por: El investigador

Para el sistema bioelectrónico, se selecciona la plataforma de Firebase compatible con la interfaz de aplicación de programación API, basada en software libre, a diferencia de las otras plataformas que cuentan con interfaces preestablecidas para su uso. Además, permite la gestión de datos en diferentes tipos de plataformas, permitiendo generar entornos didácticos que facilitan el manejo y uso por parte del desarrollador y usuario final. El almacenamiento que nos proporciona mensualmente la plataforma permite un alojamiento mensual de 1GB, suficiente para el funcionamiento del sistema.

3.3.7 IDE Programación

Para controlar las funciones del microcontrolador, se selecciona el entorno de IDE Arduino, a diferencia de los otros programas detallados comparados en la **Tabla 8**, debido que incorpora librerías desarrolladas para los módulos seleccionadas del sistema.

Tabla 8 Comparación IDE Programación.

PARÁMETROS	Arduino 	Thonny 	VS Code 
Lenguaje de Programación	C++	Micropython	C++/Micropython
Licencia	Open Source	Open Source	Microsoft
Multilenguaje	No	No	Si

Destaca error de sintaxis	SI	Si	No
----------------------------------	----	----	----

Elaborado por: El investigador

3.4 Sistema bioelectrónico para la detección de LMC

La finalidad del sistema bioelectrónico es detectar de manera temprana y con exámenes a bajo costo la Leucemia Mieloide Crónica, mediante un estudio del plasma en la sangre aplicando voltimetría cíclica. Generando un posible diagnóstico de padecer LMC emitido por el sistema en un lapso de tiempo de 15 segundos, al ser comparado con la histéresis de una persona con Leucemia. Los resultados son almacenados en la ficha médica del paciente en la plataforma alojada en la nube, permitiendo que los laboratoristas y médico a cargo lleven un control del registro histórico de los pacientes.

En la **figura 4** se observa el diagrama esquemático referente al sistema bioelectrónico y su funcionamiento en cada etapa que lo conforma.

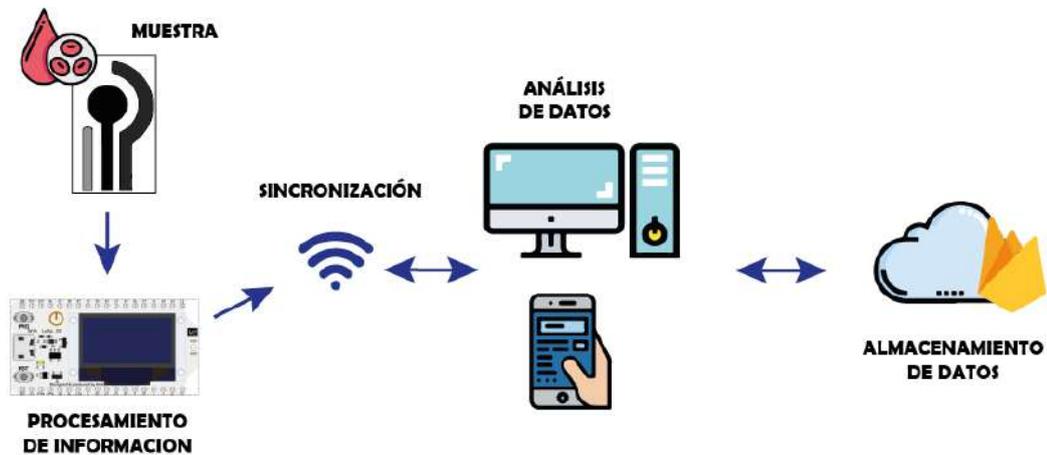


Figura 4 Diagrama esquemático del sistema bioelectrónico.

Elaborado por: El investigador

El sistema bioelectrónico está conformado por cuatro fases descritas en un diagrama de control de lazo cerrado, el cual lo podemos apreciar en la **figura 5**.

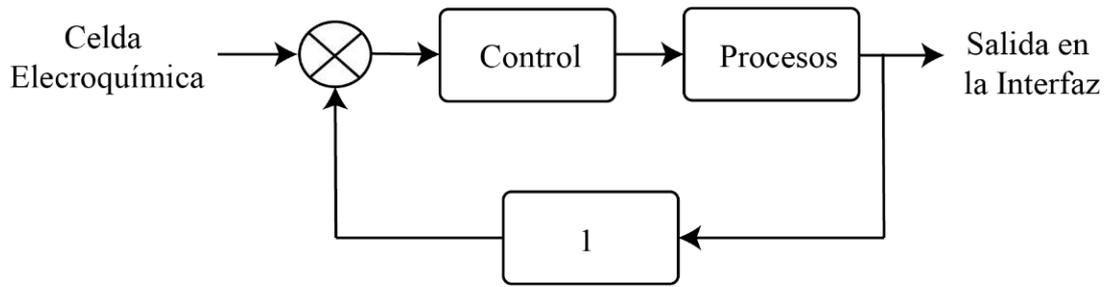


Figura 5 Diagrama de bloques del sistema.

Elaborado por: El investigador

3.4.1 Sensorización

Se adquiere los datos referentes a la corriente y potencial aplicado al electrodo, tomando las muestras de plasma en la sangre, previamente separadas mediante el método de centrifugación. Estos valores resultantes de la voltimetría cíclica pueden ser visualizados en el monitor, generados por el IDE de Arduino como se muestra en la **figura 6**.

```

COM3
50
Inicio Test
-11 0.064374 vo: 282 CE: 0.001125 V, RE: 0.001125 V, WE: 0.300187 V, 7.978169 uA,
-10 0.085795 vo: 282 CE: 0.030187 V, RE: 0.030000 V, WE: 0.300187 V, 7.978169 uA,
-9 0.107215 vo: 267 CE: 0.060000 V, RE: 0.060000 V, WE: 0.300000 V, 8.009554 uA,
-8 0.128636 vo: 259 CE: 0.089813 V, RE: 0.090188 V, WE: 0.300375 V, 8.026293 uA,
-7 0.150056 vo: 253 CE: 0.120188 V, RE: 0.120188 V, WE: 0.299625 V, 8.038847 uA,
-6 0.171477 vo: 240 CE: 0.150187 V, RE: 0.150187 V, WE: 0.299625 V, 8.066048 uA,
-5 0.192897 vo: 239 CE: 0.179813 V, RE: 0.180000 V, WE: 0.299625 V, 8.068140 uA,
-4 0.214318 vo: 227 CE: 0.210000 V, RE: 0.210187 V, WE: 0.299250 V, 8.093249 uA,
-3 0.235738 vo: 223 CE: 0.240000 V, RE: 0.239813 V, WE: 0.300000 V, 8.101618 uA,
-2 0.257159 vo: 215 CE: 0.269813 V, RE: 0.270000 V, WE: 0.300187 V, 8.118357 uA,
-1 0.278579 vo: 218 CE: 0.285000 V, RE: 0.284813 V, WE: 0.299625 V, 8.112080 uA,
0 0.300000 vo: 227 CE: 0.300187 V, RE: 0.299812 V, WE: 0.299812 V, 8.093249 uA,
1 0.324419 vo: 208 CE: 0.315000 V, RE: 0.314813 V, WE: 0.300000 V, 8.133003 uA,
2 0.348839 vo: 208 CE: 0.330000 V, RE: 0.329813 V, WE: 0.299625 V, 8.133003 uA,
3 0.376257 vo: 196 CE: 0.359813 V, RE: 0.359813 V, WE: 0.299625 V, 8.158112 uA,
4 0.403675 vo: 189 CE: 0.390000 V, RE: 0.389813 V, WE: 0.300187 V, 8.172758 uA,
5 0.431094 vo: 182 CE: 0.419625 V, RE: 0.420188 V, WE: 0.300187 V, 8.187405 uA,
Autoscroll Mostrador marca temporal Sin ajuste de línea 115200 baudio Limpiar salida

```

Figura 6 Resultado de proceso de voltimetría cíclica.

Elaborado por: El investigador

3.4.2 Desarrollo del sistema de control

El sistema de control se encarga del funcionamiento de diferentes etapas del presente proyecto, siendo desarrollado en el microcontrolador Wifi Lora 32, y programado en una interfaz de desarrollo basado en software libre como lo es Arduino.

Para el funcionamiento del sistema, el microcontrolador requiere recibir los parámetros iniciales de configuración desde el dispositivo móvil, generando el inicio de voltimetría cíclica. El cálculo de la corriente en el electrodo de trabajo se genera en base al potencial aplicado en función del tiempo, de la siguiente ecuación:

Vout=Voltaje de salida Lmp91000.

VIntz=Vref x 20%.

RTia= Resistencia del Amplificador de transimpedancia.

Rango de Vout 0 a 0,5 V

$$IWE = \frac{Vout - VIntz}{RTia}$$

Una vez adquirido estos valores, el microcontrolador envía los datos mediante comunicación I2C a la pantalla OLED del dispositivo y preestablece los voltajes de referencia en un rango de 0 a 0,5V, enviados al controlador analógico AFE, retornando mediante procesos internos un nivel de resolución con rango de 0 a 4095 bits, que deben ser adecuados a valores de voltaje mediante la fórmula $V_{out} = Valor\ ADC * \frac{V_{ref}}{2^n - 1}$ [26], permitiendo realizar el cálculo de corriente en el electrodo de trabajo. Estos valores son enviados mediante tecnología Wifi hacia la base de datos alojada en la plataforma de Firebase. Este funcionamiento es apreciado en la **figura 7**.

<https://vidaembibida.wordpress.com/2014/08/03/avr-programacion-en-c-08-adc-del-atmega16/>

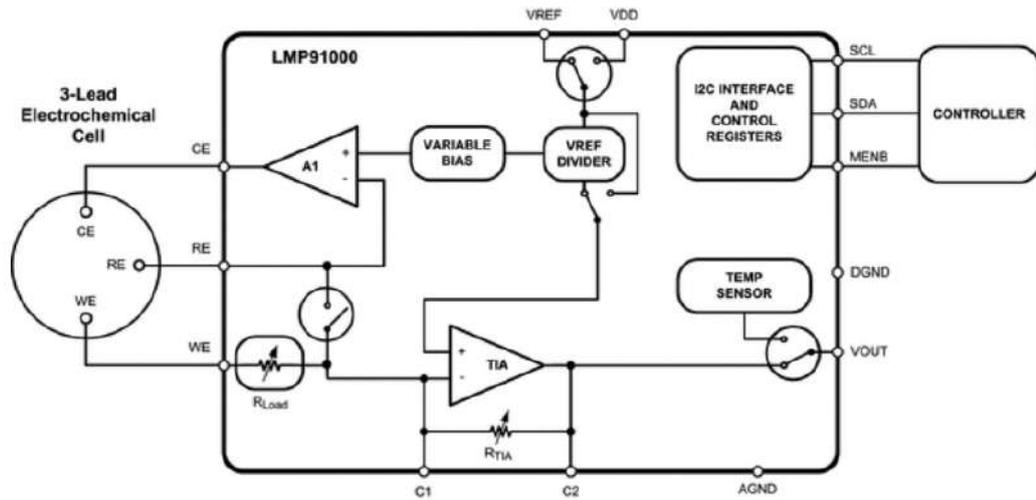


Figura 7 Esquema controlador analógico lmp91000.[27]

Este proceso es desarrollado en lenguaje de programación de C++, apreciado en el **anexo 2**, y su respectivo diagrama de flujo en la **figura 8**.

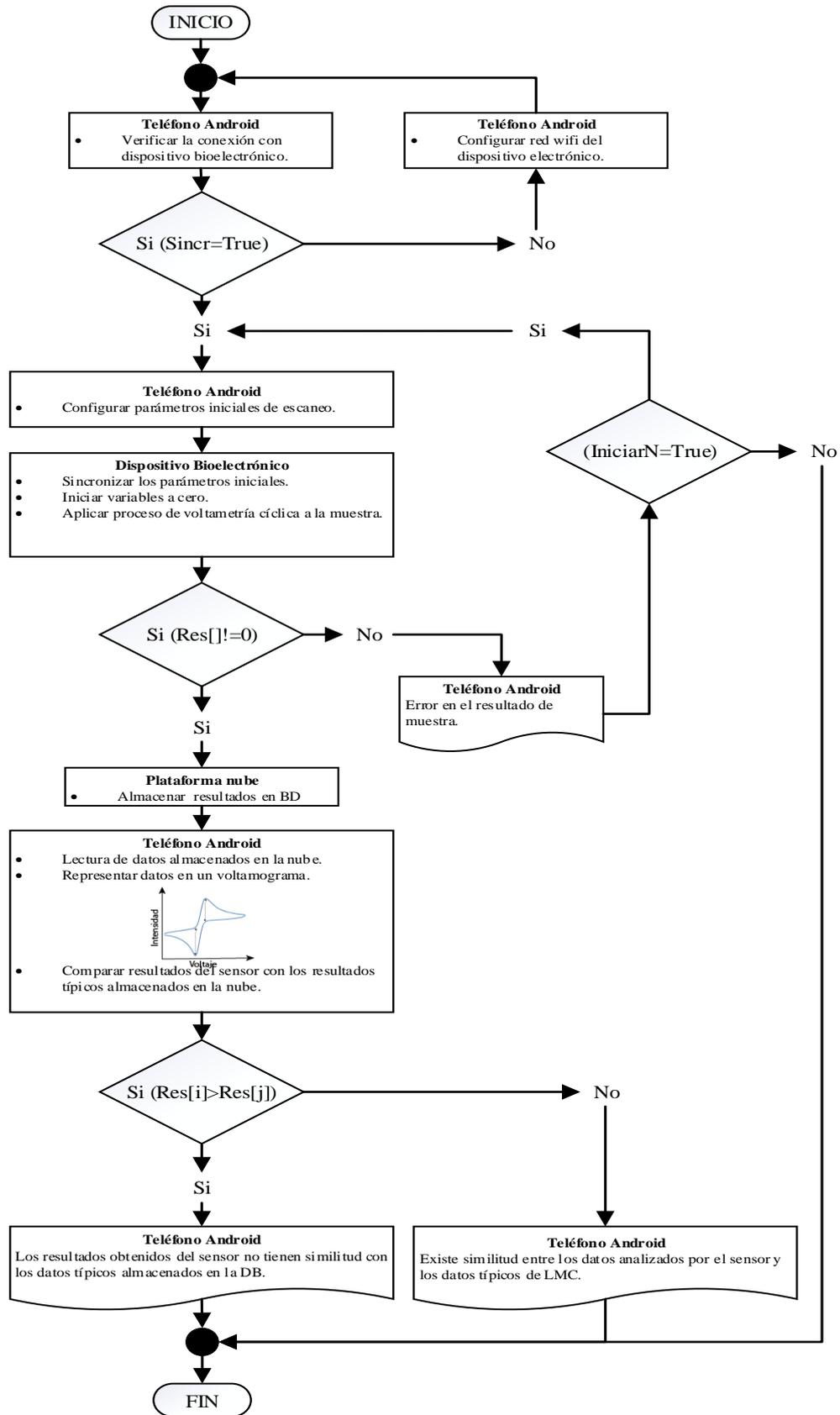


Figura 8 Diagrama general funcionamiento Sistema Bioelectrónico.

Elaborado por: El investigador

Configuración de parámetros de ingreso

Al inicializar el dispositivo bioelectrónico, su pantalla OLED mostrará el nombre del dispositivo Bluetooth a conectarse, mediante la aplicación móvil. Una vez sincronizado con la aplicación el sistema examina las redes Wifi disponibles, permitiendo que el usuario elija el SSID de su preferencia. Al estar conectado a la red, el dispositivo se enlaza de forma automática con la base de datos alojado en la plataforma de Firebase, autorizando el envío de parámetros de potencial y velocidad de barrido, adquiriendo los parámetros preestablecidos de configuración. Este proceso de configuración se lo aprecia en la **figura 9**.

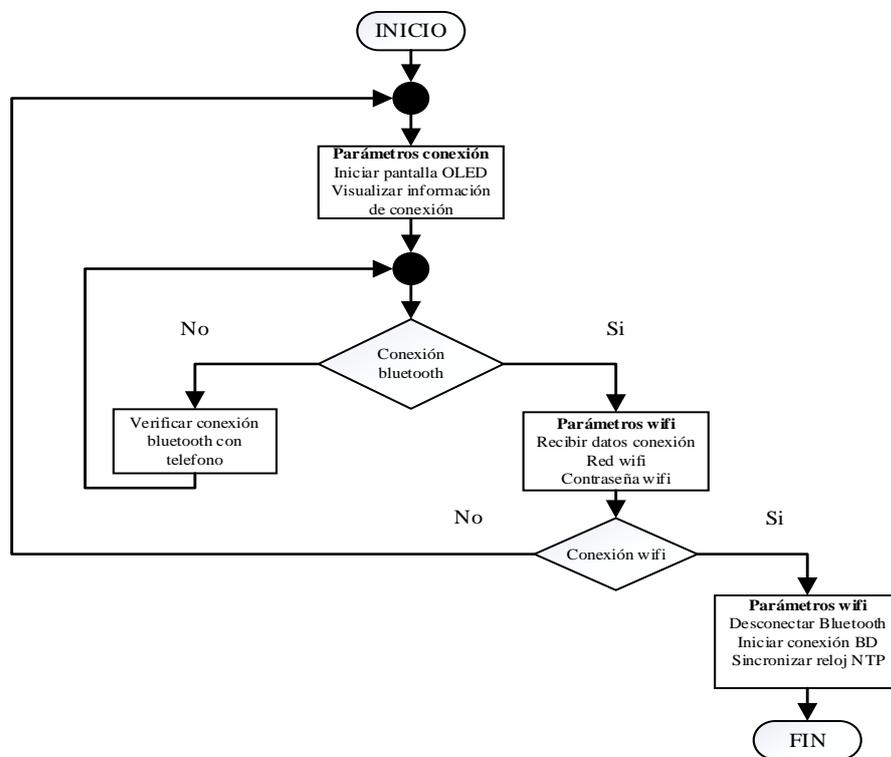


Figura 9 Diagrama de configuración de parámetros de ingreso

Elaborado por: El investigador

Desarrollo de la interfaz móvil

La interfaz móvil está formada en torno a 5 interfaces, las cuales contienen las funciones de: Conexión Inicial, Test, Historial, Instrucciones y Cuenta, las cuales son detalladas en la **figura 10**. Estas actividades son alojadas en un menú principal, siendo desarrollados en el software de Android Studio que actualmente presenta compatibilidad con todos los dispositivos Android.

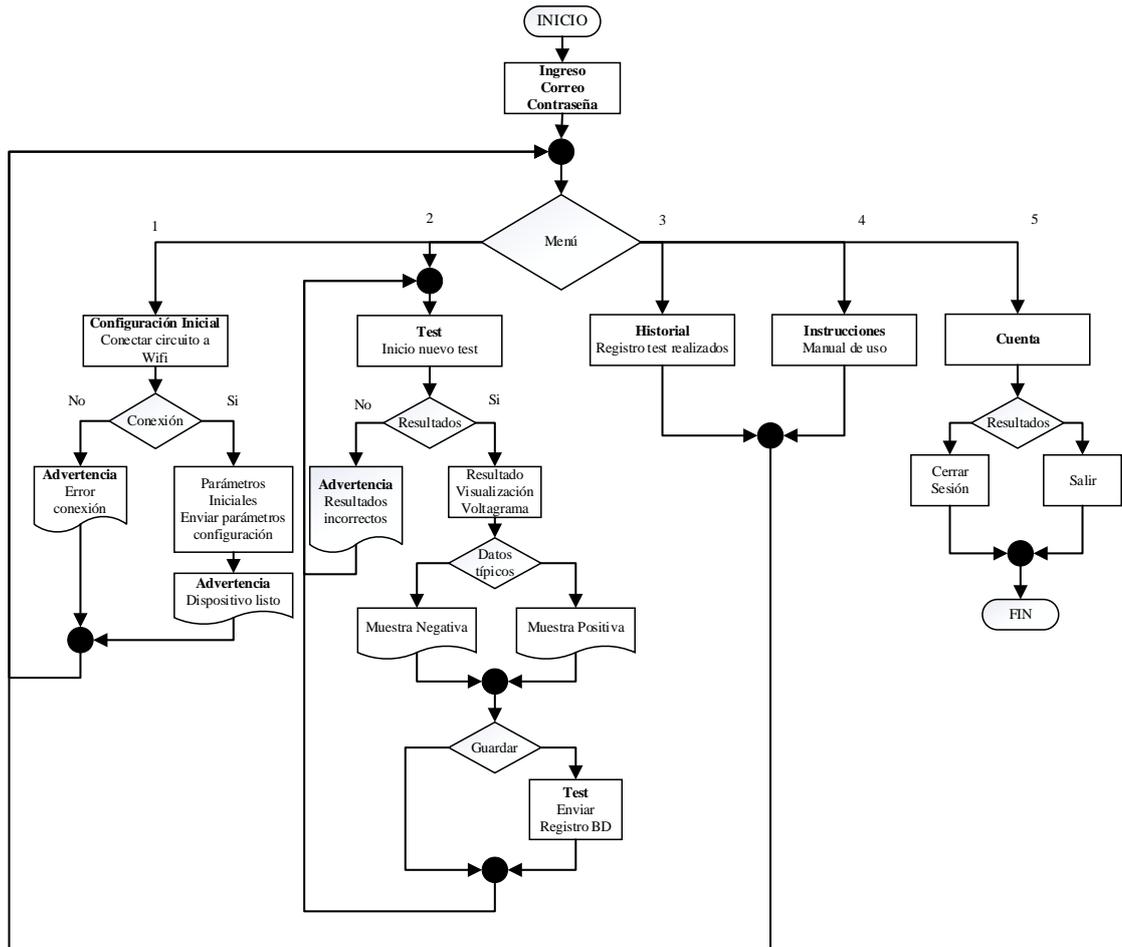


Figura 10 Diagrama menú de aplicación.

Elaborado por: El investigador

Inicio Sesión

El inicio del sistema está formado por 3 interfaces, las cuales son representadas en la **figura 11**. La **interfaz 1** se encarga de autenticar a los usuarios mediante su correo y clave de acceso, los cuales están almacenados en la base de datos de Firebase. En caso de que el usuario no se encuentre pre-registrado, se le redireccionará hacia la **interfaz 2**, en esta tendrá que ingresar su información personal, la cual se cargará en la base de datos. En caso de que el usuario haya olvidado sus datos de ingreso la interfaz principal le redireccionará hacia la **interfaz 3**, permitiéndole actualizar los datos de acceso.



Figura 11 Interfaz de inicio, registro y restauración de usuario.

Elaborado por: El investigador

La lógica de proceso detallada para el inicio de sesión se la puede apreciar en la **figura 12** y su respectivo código de programación se encuentra en el **anexo 3**.

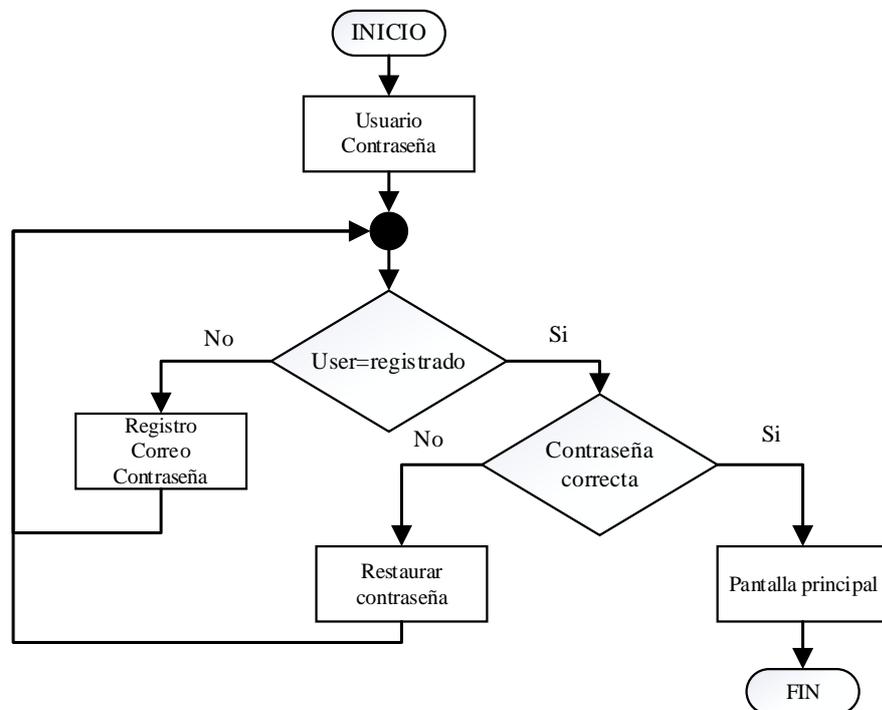


Figura 12 Diagrama lógica de programación.

Elaborado por: El investigador

Menú Principal de la interfaz móvil

El menú principal está conformado por una interfaz que alberga 5 funciones. Además, permite visualizar el estado de conexión con el sistema bioelectrónico, al conectarse se mostrará un mensaje de **“Dispositivo Conectado”** conjuntamente con la ip asignada, estas funciones son detalladas en la **figura 13**.



Figura 13 Interfaz del menú principal de aplicación.

Elaborado por: El investigador

Conexión con el dispositivo

Una vez seleccionado la opción **“Configuración”** en el menú principal, la aplicación desplegará una ventana de información, que permite la selección de una red Wifi en el listado disponible, a la cual accederemos ingresando su respectiva contraseña. Al finalizar la vinculación se muestra un mensaje de conexión exitosa. Permitiendo ingresar los valores de calibración de los parámetros iniciales de configuración, que serán almacenados en una base de datos de Firebase. La **figura 14** se observa su proceso y en el **anexo 4** su código de programación.

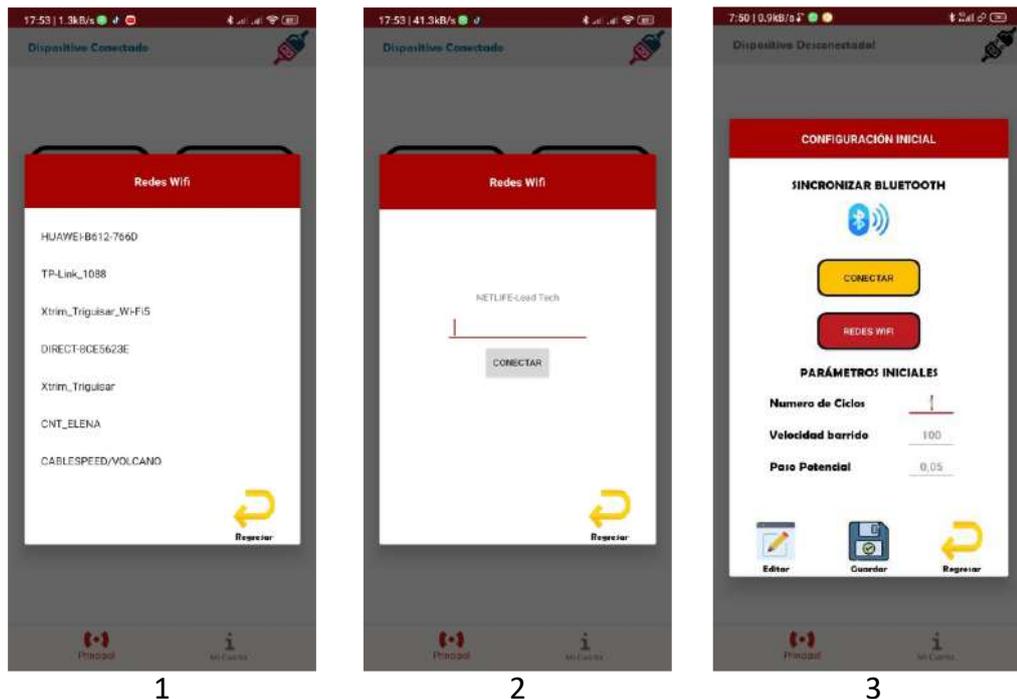


Figura 14 Interfaz configuración del dispositivo.

Elaborado por: El investigador

Test

La interfaz 5 despliega una ventana de información, adquiriendo los datos generados por la voltimetría cíclica y almacenados en un nodo Registros de Firebase. Una vez sincronizados los valores de muestra se procede con la adecuación de los datos, generando el voltamograma en función de corriente y voltaje, analizando la variación de la curva de oxidación. Al finalizar el análisis, los resultados son mostrados en un tiempo de 15 segundos. El diagnóstico sugerido puede ser almacenado conjuntamente con la ficha técnica del paciente en el nodo **“Registro Paciente”**. El proceso detallado se puede visualizar en la **figura 15** y su respectivo código de programación se muestra en el **anexo 5**.



Figura 15 Interfaz de Test.

Elaborado por: El investigador

Historial

La función historial concerniente al sistema bioelectrónico, se desarrolla en la interfaz 6 y se visualiza en la **figura 16**. En esta opción el médico a cargo puede seleccionar un rango de fechas de búsqueda, permitiendo agilizar el proceso de adquisición de

datos referentes al posible diagnóstico de LMC en los pacientes, su respectivo código de programación se muestra en el **anexo 6**.

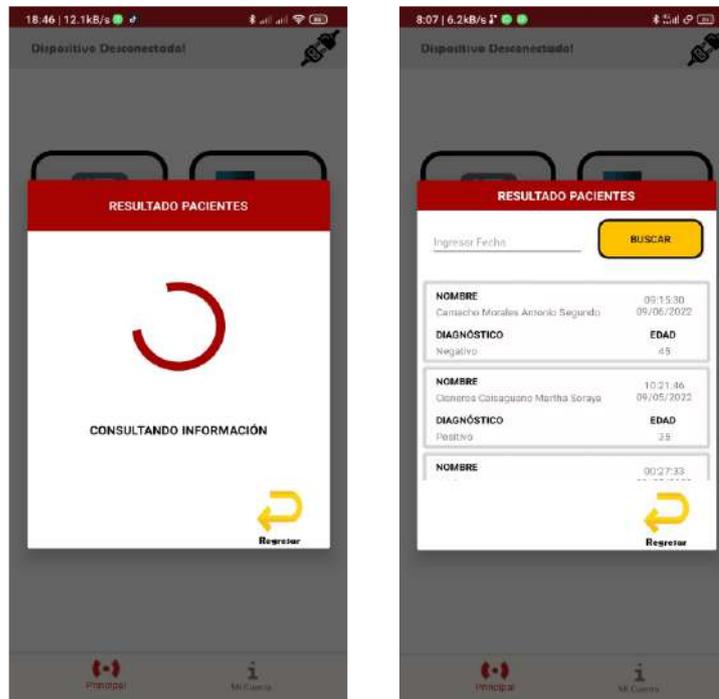


Figura 16 Interfaz de registro pacientes.

Elaborado por: El investigador

Instrucciones

El sistema bioelectrónico contiene un interfaz concerniente a una guía de manejo, visualizado en la **figura 17** y se detalla en el **anexo 7**.

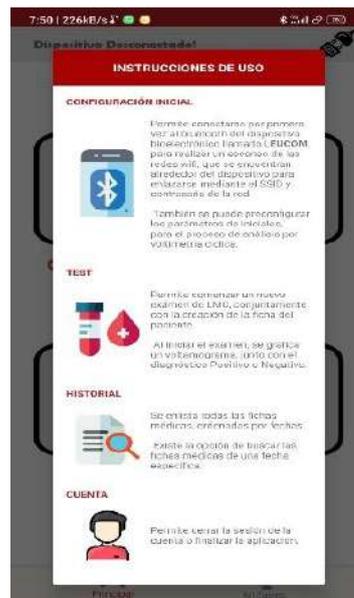


Figura 17 Manual de instrucciones.

Elaborado por: El investigador

Cuenta

La aplicación móvil permite que el usuario pueda cerrar sesión, como se aprecia en la **figura 18**, brindando un sistema de confidencialidad en caso de pérdida.



Figura 18 Interfaz opciones de usuario.

Elaborado por: El investigador

Desarrollo de la interfaz web

La interfaz web de monitoreo, se genera en torno a tres actividades, conformadas por autenticación, búsqueda y análisis de datos. Estas actividades se desarrollan usando los lenguajes de programación HTML, JavaScript y CCS, al finalizar este proceso el dominio de la página web es guardada en el hosting de Firebase. La lógica de programación usada se detalla en la **figura 19**.

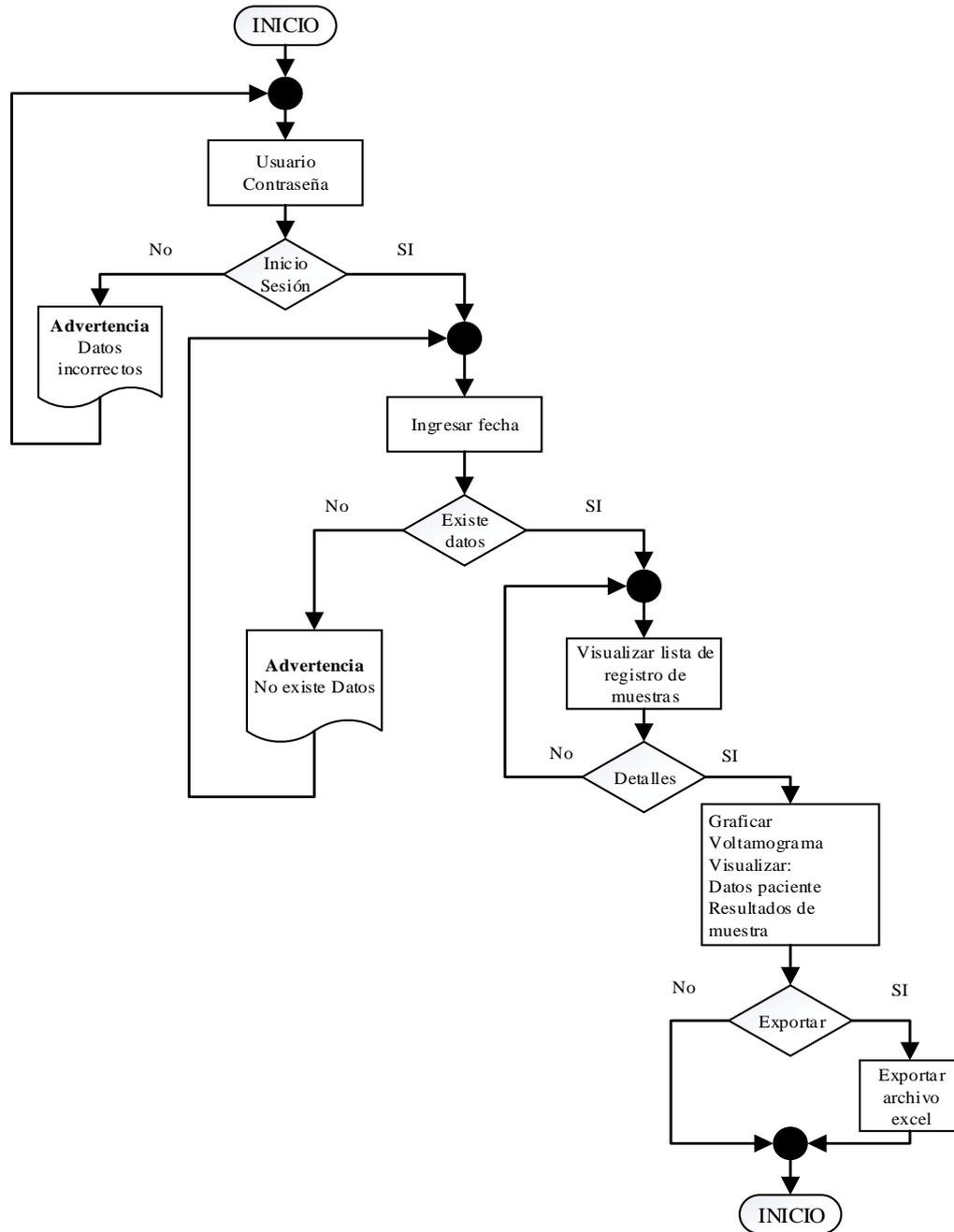


Figura 19 Diagrama de funcionamiento de la página web.

Elaborado por: El investigador

Interfaz de Ingreso

La interfaz web de ingreso observada en la **figura 20**, permite el acceso de los usuarios previamente registrados a través de la aplicación móvil, comparando los datos ingresados con el correo y contraseña almacenados en el nodo **“Laboristas”**. Si el usuario es encontrado será redireccionado hacia la interfaz de búsqueda. Su código de programación se aprecia en el **anexo 8**.

LEUCOM 

SISTEMA BIOELECTRONICO DE ANÁLISIS LMC

USUARIO

CONTRASEÑA

INGRESAR

ACERCA

2022

Figura 20 Pagina web de Ingreso.

Elaborado por: El investigador

Interfaz de Búsqueda

La interfaz web de búsqueda de fichas médicas representada en la **figura 21**, se desarrolla en base a una selección de rangos de fechas, generando una consulta mediante la base de datos de pacientes que fueron atendidos previamente; al encontrar la información solicitada, se visualizará la información en forma de tabla a través de la interfaz, permitiendo que el personal a cargo pueda obtener los datos y los posibles diagnósticos de los pacientes tratados de manera instantánea; además, cuenta con la funcionalidad de exportar estos datos a una hoja de Excel. En caso que se requiera visualizar la información con mayor detalle se deberá seleccionar al paciente, permitiendo redireccionarnos a la interfaz de análisis de datos. Su programación es apreciada en el **anexo 9**.

LEUCOM 

CHAS MÉDICAS

Fecha Inicio: Fecha Final:

Fecha	Hora	ID	Paciente	Cédula	Edad	Diagnóstico
01-07-2022	02:08:47	-N5s_uZTfgw@2RVQK1Q0	José Luis Carrillo Moreira	1804635561	45	Positivo
01-07-2022	02:09:57	-N5saaAexesv7vNIB29hB	Daniel José Almeida Carranza	1803341901	37	Negativo
01-07-2022	02:12:30	-N5san@QI-y2C1GQ19GP	Luis Mendez	1804633511	25	Negativo

Seleccione el registro para ver detalles

Figura 21 Pagina web Fichas Médicas.

Elaborado por: El investigador

Interfaz de Análisis de datos

Al seleccionarse el paciente en la interfaz anterior, se envía su ID hacia la base de datos, permitiendo realizar una búsqueda de la información almacenada en el nodo paciente. Al adquirir estos datos se enlista a manera de tabla. Los datos listados pasan por un proceso de adecuación, necesarios para generar el voltamograma, que permite al personal administrativo ratificar el diagnóstico obtenido. En caso de que el paciente solicite su diagnóstico detallado, el médico a cargo contará con la opción de exportar esta información en un archivo de Excel. Este proceso se puede visualizar en la **figura 22** y detallado en el **anexo 10**.

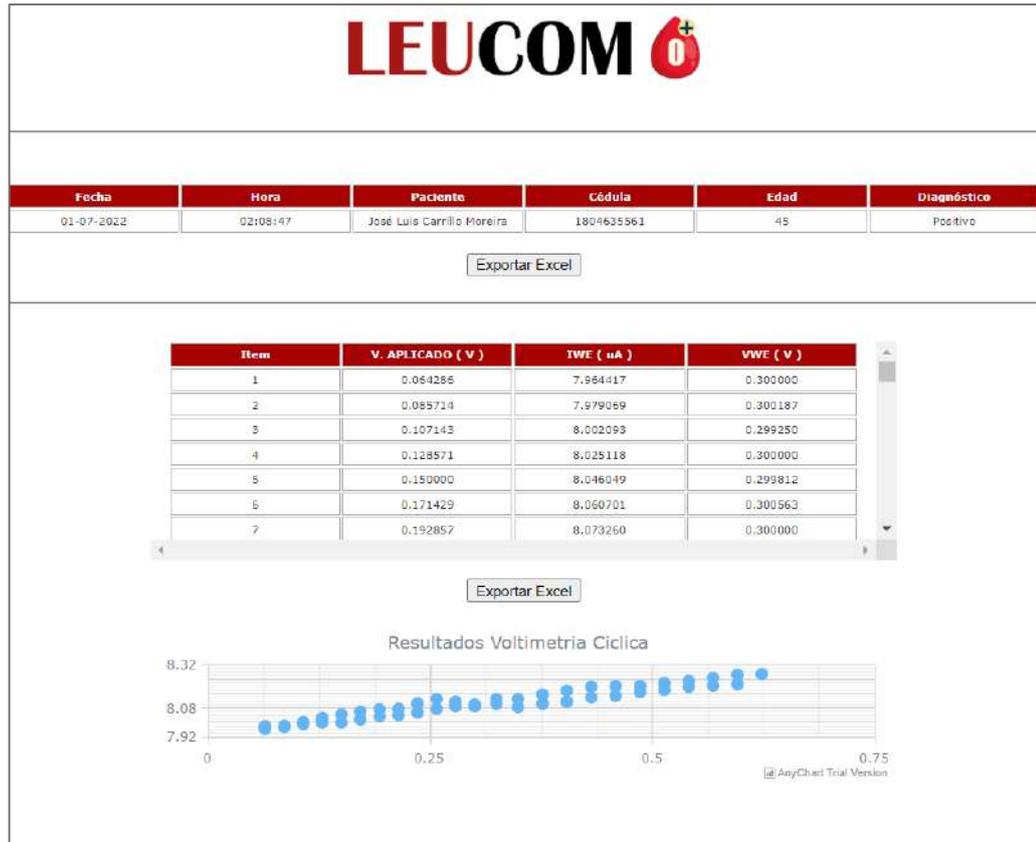


Figura 22 Interfaz de análisis de datos.

Elaborado por: El investigador

3.4.6 Base de Datos

El sistema bioelectrónico está desarrollado en base a tres etapas: Autenticación, RealTime Database y Hosting, que utiliza la plataforma de Firebase, con capacidad de alojamiento hasta 1Gb para recepción y transmisión de forma mensual, permitiendo enlazarse al microcontrolador mediante una URL y contraseña, generada por el servicio “**RealTime Database**” de la plataforma Firebase. En la **figura 23** se puede apreciar la creación del proyecto.

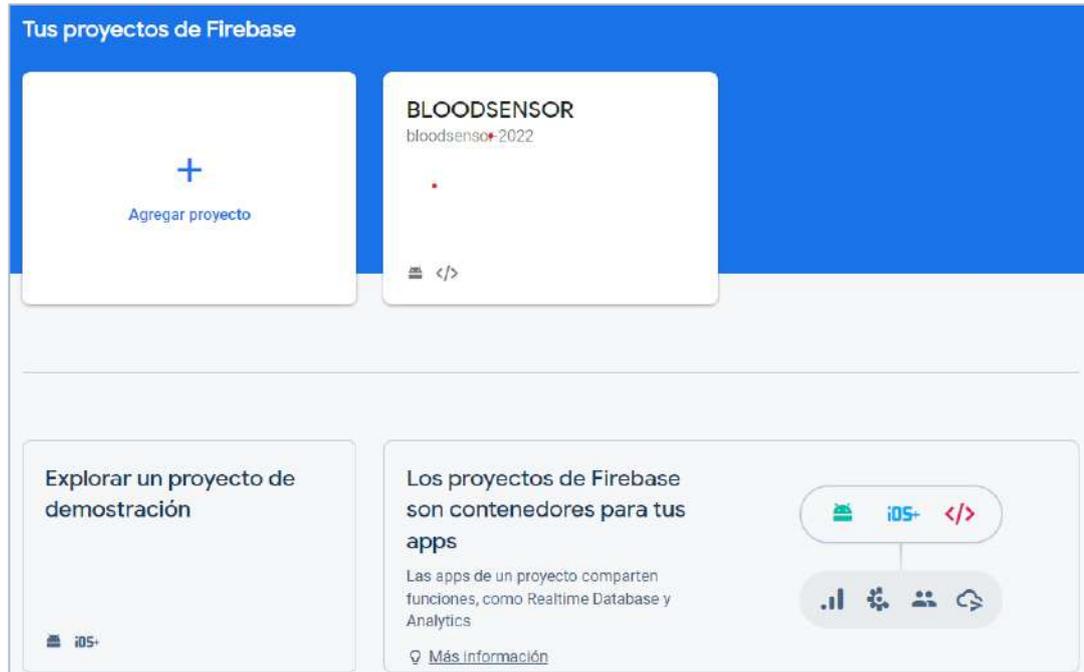


Figura 23 Creación del proyecto en plataforma Firebase.

Elaborado por: El investigador

Servicio de Autenticación

La plataforma de Firebase conecta la base de datos al microcontrolador, activando las autenticaciones, por medio de correo/contraseña y de manera anónima utilizando claves de acceso UID, como se visualiza en la **figura 24**.

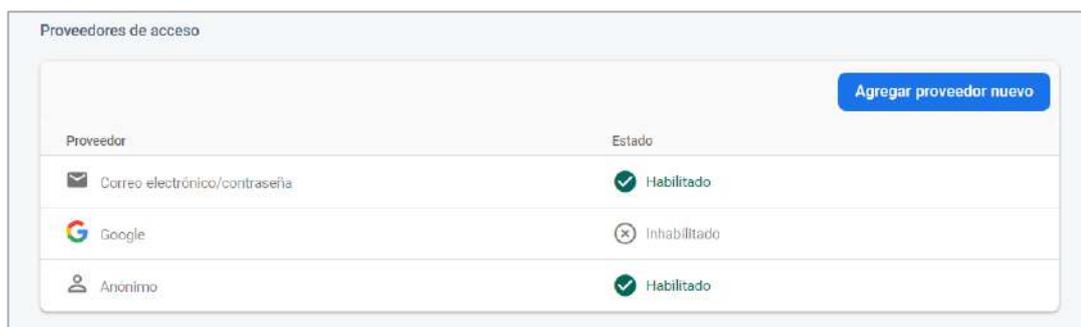


Figura 24 Métodos de autenticación.

Elaborado por: El investigador

En la **figura 25** se aprecia el registro de autenticación de usuarios, el cual es enviado a través de la aplicación móvil, mostrando la fecha de creación del usuario y último acceso, encriptada mediante un ID. Si el personal administrativo requiere habilitar el acceso de laboratorista, la plataforma de Firebase permite gestionar este acceso de manera manual.

The screenshot shows the 'Authentication' page of the BLOODSENSOR system. It features a search bar at the top with the text 'Buscar por dirección de correo electrónico, número de teléfono o UID de usuario' and a blue 'Agregar usuario' button. Below the search bar is a table with the following columns: 'Identificador', 'Proveedores', 'Fecha de creación', 'Fecha de acceso', and 'UID de usuario'. The table contains ten rows of data, all with '(anónimo)' in the 'Identificador' column and user icons in the 'Proveedores' column. The dates for 'Fecha de creación' and 'Fecha de acceso' are either 1 jul 2022 or 29 jun 2022. The 'UID de usuario' column contains long alphanumeric strings.

Identificador	Proveedores	Fecha de creación	Fecha de acceso	UID de usuario
(anónimo)		6 jul 2022	6 jul 2022	vUjZ8CJBVvqZ8HFMdMfX8wGTk...
(anónimo)		1 jul 2022	1 jul 2022	I21k-m8Lj.Dn-r3CT3GSHJAV1oMMND...
(anónimo)		1 jul 2022	1 jul 2022	X4zZhsKic6T137Xpes2epyfBbn2...
(anónimo)		1 jul 2022	1 jul 2022	CT1NkCk2IMg2Y36-HJTRyfY4H73...
(anónimo)		1 jul 2022	1 jul 2022	Fp0UUGaZDPYmmGtzbLweX0Xfz2...
(anónimo)		29 jun 2022	29 jun 2022	F9q7Wq24p2011au2B8u62eeF2...
(anónimo)		29 jun 2022	29 jun 2022	V5auW8w4sF0GzAkrz0Xbp8TW4...
(anónimo)		29 jun 2022	29 jun 2022	11MDVKSz7f1s0wg7uH8vuFRF1g1...
(anónimo)		28 jun 2022	28 jun 2022	sF7ec0c0WFA2eKeeesZPCn72...

Figura 25 Registro de autenticación de usuarios

Elaborado por: El investigador

Servicio de Base de Datos

Para el desarrollo del sistema bioelectrónico, se gestiona la base de datos entorno al nodo padre denominado “LEUCOM”. En este se gestiona el link de referencia, concerniente a la escritura y lectura de datos. Además, se genera dos nodos secundarios denominados “Parámetros” y “Registro”.

El nodo “Parámetros” contiene la información de calibración del sistema bioelectrónico, administrando la activación, con un cambio de estado, mediante la aplicación móvil. Al ser activado el sistema adquiere tres ciclos de muestro, con una velocidad de barrido de 100 milisegundos de manera estable. Además, en este apartado se configura el potencial aplicado a la celda electroquímica, con un rango de -0.5V a 0.5 V.

En el nodo “Registro” se almacenan los datos generados por voltametría cíclica de cada paciente, conjuntamente con su ficha médica, ordenada de manera creciente mediante fechas. Estos datos pueden ser adquiridos mediante la aplicación móvil o interfaz web, en caso de necesidad de los laboratoristas o el médico a cargo. Esta estructura se muestra en la **figura 26**.



Figura 26 Nodos de registro en la base de datos.

Elaborado por: El investigador

Servicio de Hosting

Firestore permite alojar un hosting de manera gratuita. Para poder usarla se debe descargar NodeJS al equipo que conforma el servidor. Una vez descargado el entorno de programación, se debe instalar las herramientas proporcionadas por Firebase, mediante la ejecución del comando firebase-tools en CMD, creando la carpeta raíz en el servidor que permite el envío de los archivos de configuración de la interfaz web, hacia el hosting de Firebase. Al finalizar la configuración de la plataforma permite loguearse a través del correo de creación del proyecto. Este proceso se puede aplicar en la interfaz visualizada en la **figura 27**.

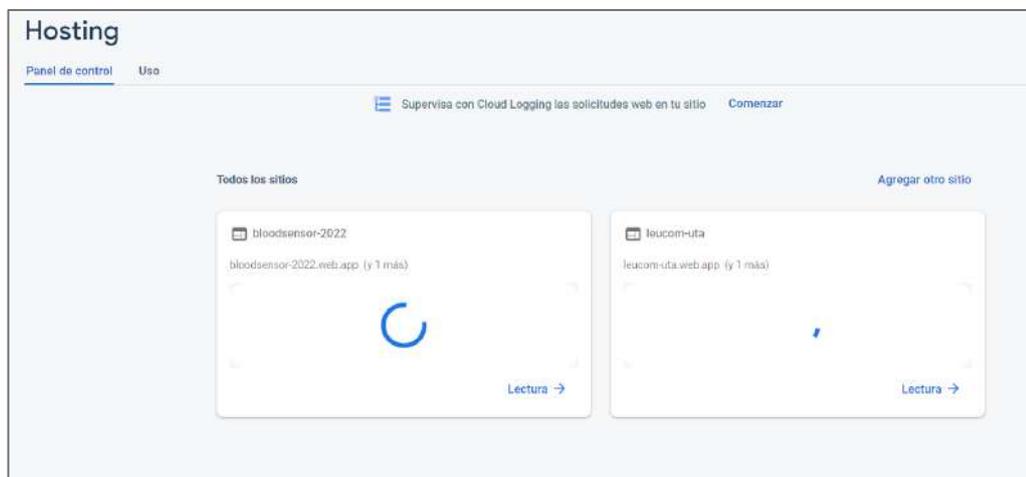


Figura 27 Entorno de hosting

Elaborado por: El investigador

3.4.8 Diseño de la placa y sistema de control

Para diseñar la placa electrónica, se verifica el funcionamiento y sus respectivas conexiones mediante el software de fritzing, permitiendo desarrollar su PCB, mediante el programa de EAGLE. Este proceso se muestra en la **figura 28** y **figura 29**.

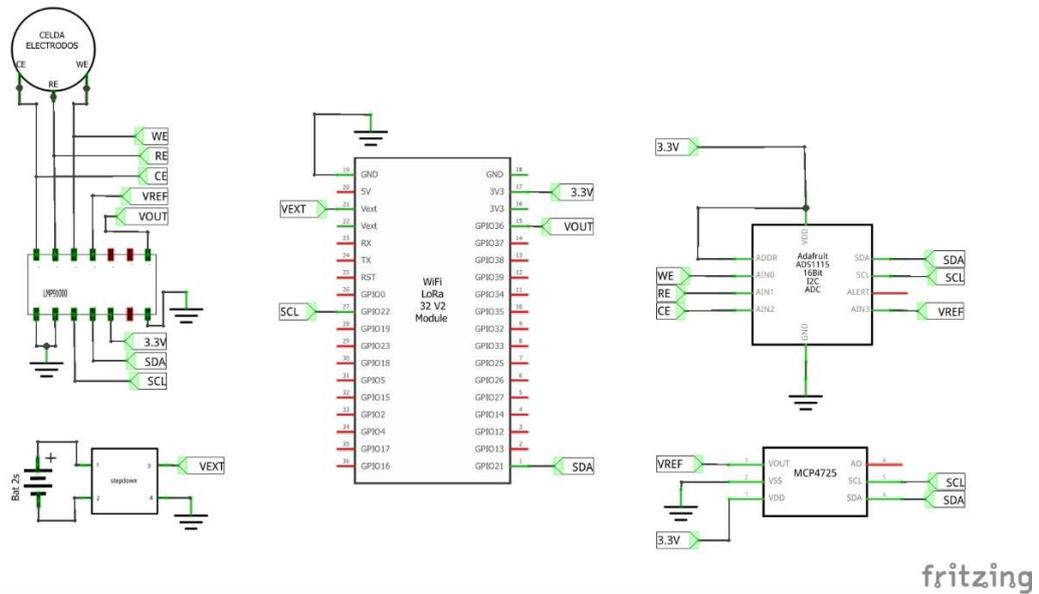


Figura 28 Diagrama Esquemático de conexiones.

Elaborado por: El investigador

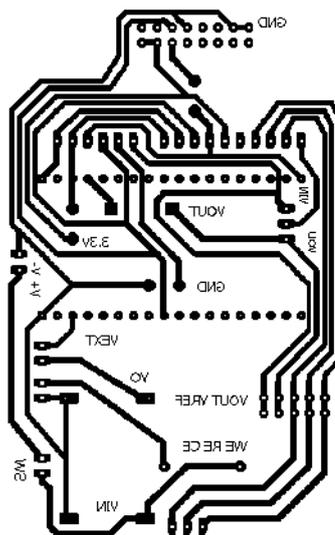


Figura 29 PCB circuito electrónico.

Elaborado por: El investigador

Al finalizar la comprobación del sistema, se desarrolla el circuito impreso en baquelita, con sus respectivos componentes electrónicos, generando el mecanismo de control del sistema, el cual se aprecia en la **figura 30**.

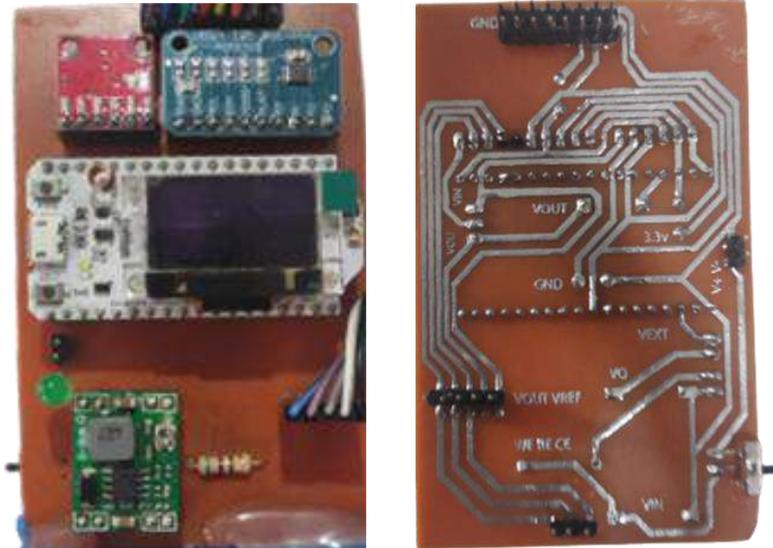


Figura 30 Circuito electrónico implementado en baquelita.

Elaborado por: El investigador

Cálculos del respaldo energético

El sistema bioelectrónico incorpora una batería de litio de doble celda de 7,4V y 2000mA, permitiendo generar una autonomía por fallas de energía eléctrica de hasta 11 horas, esta carga horaria se toma en base al consumo de potencia del sistema, detallado en la **tabla 9**.

Tabla 9 Consumo de potencia del circuito.

Consumo circuito		
	Corriente	Potencia
WIFI	135 mA	0,4455 W
Esp32	50 mA	0,165 W
Oled	0,24 mA	0,000792 W
ADS1115	0,15 uA	0,000495 W
MCP4725	210 mA	0,693 W
LMP9100	10 mA	0,033 W
Total	405,39 mA	1,337787 W

Elaborado por: El investigador

$$H = \frac{W_b}{W_c}$$

$$H = \frac{14,8 W}{1,33 W}$$

$$H = 11,12 h [28]$$

$W_b =$ Potencia batería.

$W_c =$ Potencia circuito.

3.5 Presupuesto

Para desarrollar el Sistema Bioelectrónico del Laboratorio Clínico Ambalab, de la ciudad de Ambato, se consideran los componentes electrónicos de fácil adquisición en el mercado actual, siendo detallados en la **tabla 10**.

Tabla 10 Presupuesto del Proyecto

Ítem	Detalle	Cantidad	Valor U.	Total
1	Electrodos	1	\$15,00	\$15,00
2	Controlador Analógico	1	\$150,00	\$150,00
3	Placa desarrollo	1	\$35,00	\$35,00
4	Módulo ADC	1	\$12,50	\$12,50
5	Módulo CAD	1	\$4,50	\$4,50
6	Batería litio	1	\$5,00	\$5,00
7	Placa	1	\$20,00	\$20,00
8	Case	1	\$10,00	\$10,00
9	Almuerzo	4	\$2,50	\$10,00
10	Transporte		\$80,00	\$80,00
11	Otros materiales	1kit	\$23,00	\$23,00
12	Copias	400	\$0,05	\$45,37
13	Internet	3 meses	\$40,00	\$120,00
Subtotal				\$480,50

Elaborado por: El investigador

El valor total proformado, se genera acorde a costos de materiales a nivel nacional e internacional, tomando en cuenta valores unitarios y un método de fácil adquisición, obteniendo un costo por dispositivo de \$480,50.

3.6 Costos de diseño

Para calcular el valor estimado del sistema bioelectrónico de detección de LMC, se parte del tiempo empleado en su diseño, tomando en cuenta para su cálculo, el valor referencial a un salario básico unificado en Ecuador, estipulado en \$425,00, mediante acuerdo Ministerial No MDT-2021-276 del 23 de diciembre del 2021, adicionalmente un salario de un Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones se estima en \$500,00 según seguimiento a graduados FISEI 2021. Al obtener los salarios actuales se formula la siguiente ecuación, en base a las horas de trabajo, tomando como referencia 8 horas laborables en 24 días por mes.

$$Salario_{hora} = \frac{Salario_{mensual}}{Días_{laborables} * Horas_{laborables}} [29]$$

$$Salario_{hora} = \frac{500}{24 * 8}$$

$$Salario_{hora} = \$2.60$$

Para el desarrollo del sistema se estipula un tiempo de 640h obteniendo el siguiente valor:

$$Diseño = 640 * 2.60$$

$$Diseño = \$ 1664,00$$

Generando un costo final del sistema de \$1664,00.

3.7 Esquema del Sistema Bioelectrónico

Para el desarrollo del case del Sistema Bioelectrónico se utiliza láminas de acrílico cuyas medidas son descritas en la **figura 31**. Al ser un material ligero y resistente facilita su transporte y mejora la protección de los componentes internos.

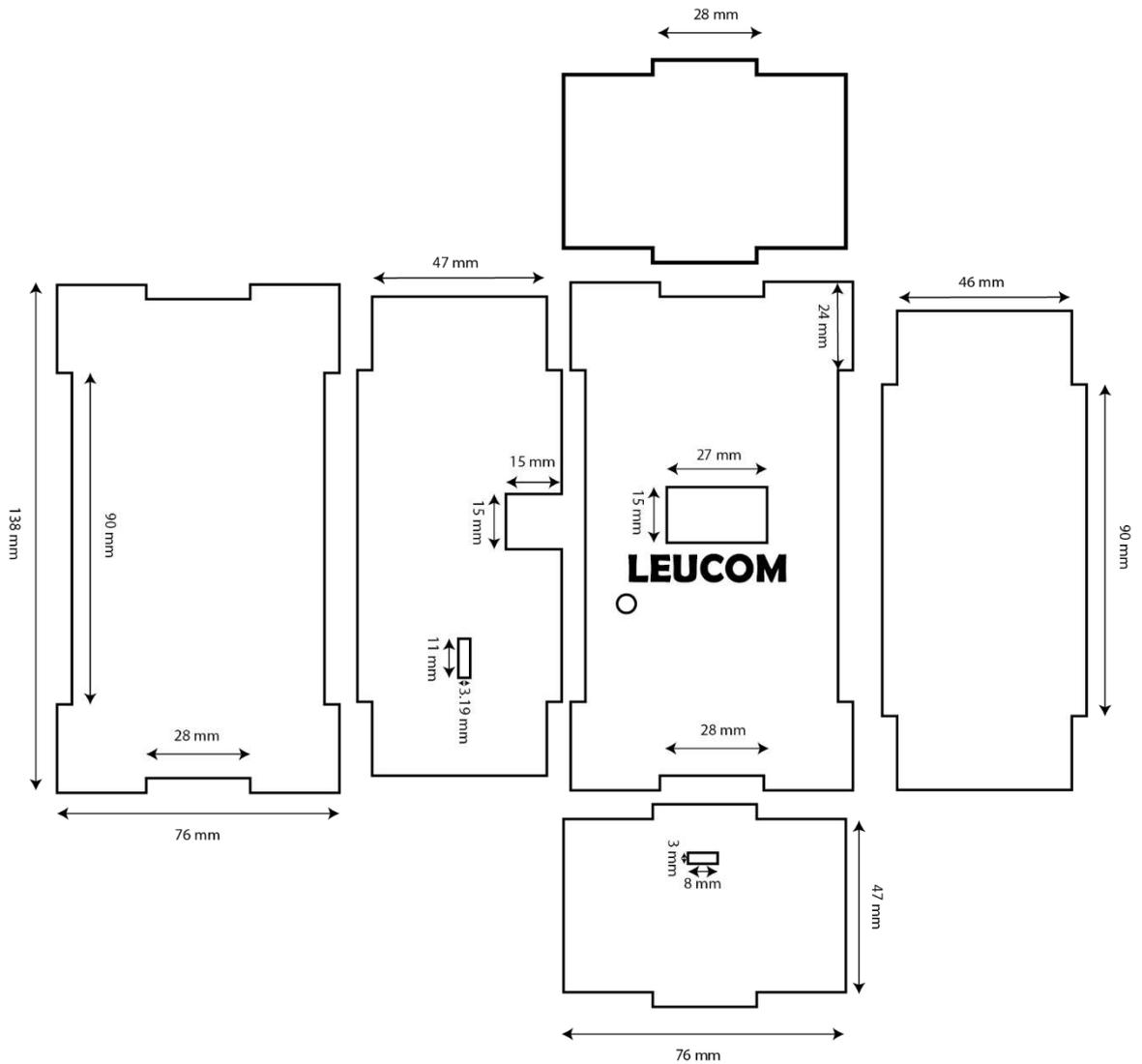


Figura 31 Diseño carcasa del dispositivo bioelectrónico.

Elaborado por: El investigador

Al finalizar el diseño esquemático del sistema, se procede con sus respectivos cortes, para posteriormente pasar a ensamblarlo conjuntamente con su mecanismo de control. En la **figura 32** se puede apreciar el sistema bioelectrónico terminado.



Figura 32 Dispositivo bioelectrónico ensamblado.

Elaborado por: El investigador

Pruebas de Funcionamiento

Para efectos de calibración del sistema bioelectrónico, se realizaron 200 pruebas en un periodo de 30 días, utilizando como referencia el modelo de circuito de Randles, generando diferentes diagramas de voltametría cíclica como se aprecia en la **figura 33**, estos datos son almacenados en la plataforma en Firebase.

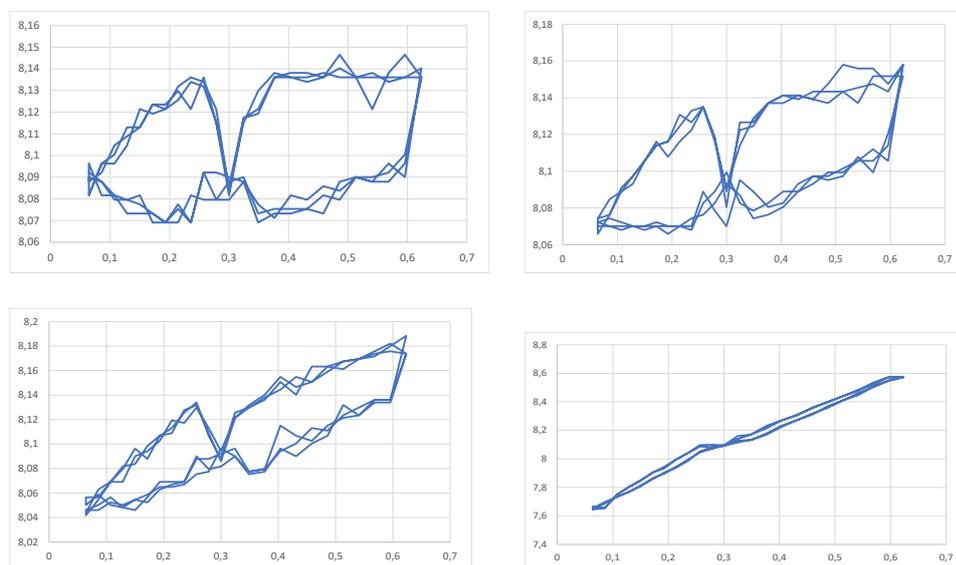


Figura 33 Muestras de calibración voltametría cíclica.

Elaborado por: El investigador

Estas muestras fueron calibradas, en base a dos conversiones. La primera de niveles de resolución entregados por el controlador analógico, aplicando las fórmulas de número de bits = $2^n - 1$ y Resolución = $\frac{V_{ref}}{2^n - 1}$ [26]. Para la segunda conversión se

aplica la fórmula de $I_{we} = \frac{V_{out} - V_{INTZ}}{R_{TIA}}$ [27], en donde V_{INTZ} y R_{TIA} son parámetros configurables del controlador analógico LMP9100, seleccionadas acorde a las muestras de trabajo. Estos resultados se pueden apreciar, en la interfaz web de la **figura 34**.



Figura 34 Resultados de la calibración del sistema

Elaborado por: El investigador

Al finalizar la calibración del Sistema Bioelectrónico en el Laboratorio Ambalab de la ciudad de Ambato, el personal del laboratorio clínico generó 21 pruebas en posibles pacientes con LMC, en el transcurso de 45 días, detectando la presencia del biomarcador de la proteína tirosina quinasa BCR-ABL, en uno de ellos. Al finalizar este proceso, el médico tratante se encarga de almacenar la ficha médica de los pacientes simultáneamente con el diagnóstico emitido en un periodo de 24 horas, generando la validez de los datos obtenidos. En caso de que se desee descartar los resultados no se subirá información adicional. Estos datos son mostrados en la **figura 35**.

REGISTRO FICHAS MÉDICAS

Fecha Inicio: 15-05-2022 Fecha Final: 09-06-2022

TOTAL MUESTRAS: 11
MUESTRAS POSITIVAS: 1

Fecha	Hora	Paciente	Sexo	Cédula	Edad	Cantón	Diagnóstico	Observación
21-05-2022	12:56:05	BELA OYANEZ NELLY JANETTE	Femenino	22072001391	36	Ambato	Positivo	Sin especificar
26-05-2022	13:58:31	TACLE RAMOS DIANA PAOLA	Femenino	0650120900	10	Ambato	Negativo	Sin especificar
26-05-2022	15:50:23	RAMOS PASCAR SERGUNDO TERAS	Masculino	1800628503	85	Ambato	Negativo	Sin especificar
27-05-2022	14:36:52	RAMOS RAMIREZ MARTHA CECILIA	Femenino	1803282209	38	Ambato	Negativo	Sin especificar
27-05-2022	14:40:40	RAMOS RAMIREZ CARMETA ELIZABETH	Femenino	1802774982	48	Ambato	Negativo	Sin especificar
03-06-2022	10:48:40	RAMOS RAMIREZ EDWIN HIRSON	Masculino	1803496891	80	Ambato	Negativo	Sin especificar
03-06-2022	09:11:48	RAMOS RAMOS CYNTHIA DEL CARMEN	Femenino	1850137660	15	Ambato	Negativo	Sin especificar
03-06-2022	13:13:38	CARABALI SANCHEZ DIANA CAROLINA	Femenino	1804251849	31	Ambato	Negativo	Sin especificar
07-06-2022	12:56:12	FLORES GERRON ELENA RAQUEL	Femenino	1805218953	27	Ambato	Negativo	Sin especificar
09-06-2022	15:21:09	FERRER CARDENAS EVELYN LESSELI	Femenino	1804856472	29	Ambato	Negativo	Sin especificar
09-06-2022	12:50:02	ZURITA CASTRO ALEX DAVID	Masculino	1804217289	29	Ambato	Negativo	Sin especificar

Figura 35 Resultados Test

Elaborado por: El investigador

Resultados

Según datos estadísticos proporcionados por el Hospital de SOLCA, anualmente se lleva el control de 136 casos de incidencia en Leucemia Mieloide Crónica.

En el laboratorio Ambalab perteneciente a la ciudad de Ambato, se realizaron 21 pruebas de sangre en el transcurso de 45 días, mediante la utilización del sistema bioelectrónico y pruebas de biometría de sangre para la detección de Leucemia Mieloide Crónica, realizadas por el laboratorista. Este proceso se aprecia en la **figura 36** y **figura 37**.



1



2

Figura 38 Toma de muestras de sangre.

Elaborado por: El investigador

La prueba de biometría hemática generó la cantidad y porcentaje de células presentes en las muestras de sangre, entregando un total de 20 pruebas en las cuales no se mostraba un valor fuera de los rangos de referencia en una persona sana, mientras que la prueba restante presentaba valores anormales en los rangos de referencia presentes en los tipos de glóbulos blancos.

Los exámenes realizados por el sistema bioelectrónico, basados en parámetros corriente y voltaje presentaron un diagrama de histéresis, con valores constantes de corriente a lo largo del dominio tiempo, en las pruebas de 20 pacientes, a diferencia de la persona que presentaba Leucemia Mieloide Crónica, debido a que su resultado generó picos de corriente en el diagrama de histéresis, las pruebas se observan en el **anexo 11**.

Al obtener los resultados generados por los 2 métodos de análisis de LMC en muestras de sangre, se genera una tabla comparativa con los resultados emitidos, permitiendo obtener un grado de confiabilidad del sistema bioelectrónico en base a pruebas realizadas en el laboratorio Ambalab. Los diagnósticos emitidos se muestran en la **tabla 11**.

Tabla 11 Resultados análisis de LMC

Resultados		
Paciente	Biometría Hepática	Sistema Bioelectrónico
Paciente NN 1	Negativo	Negativo
Paciente NN 2	Negativo	Negativo
Paciente NN 3	Positivo	Positivo
Paciente NN 4	Negativo	Negativo
Paciente NN 5	Negativo	Negativo
Paciente NN 6	Negativo	Negativo
Paciente NN 7	Negativo	Negativo
Paciente NN 8	Negativo	Negativo
Paciente NN 9	Negativo	Negativo
Paciente NN 10	Negativo	Negativo
Paciente NN 11	Negativo	Negativo
Paciente NN 12	Negativo	Negativo
Paciente NN 13	Negativo	Negativo
Paciente NN 14	Negativo	Negativo
Paciente NN 15	Negativo	Negativo
Paciente NN 16	Negativo	Negativo
Paciente NN 17	Negativo	Negativo
Paciente NN 18	Negativo	Negativo
Paciente NN 19	Negativo	Negativo
Paciente NN 20	Negativo	Negativo
Paciente NN 21	Negativo	Negativo

En base a los resultados obtenidos por el sistema bioelectrónico para la detección de LMC descritos en la **tabla 11**, se procede a comparar con los resultados emitidos por el equipo certificado BCC 3900, obteniendo un porcentaje de confiabilidad del 100% del sistema.

Las muestras de los pacientes fueron comparadas mediante pruebas de biometría de sangre, conjuntamente con las pruebas realizadas por el sistema bioelectrónico. Como se observa en la **figura 39** y **figura 40**.



Figura 39 Muestras de sangre de pacientes
Elaborado por: El investigador



Figura 40 Muestras de sangre en celda electroquímica.
Elaborado por: El investigador

El posible diagnóstico generado por el sistema bioelectrónico se muestra en la **figura 41**, obteniendo el mismo resultado que las pruebas generadas por contador hematológico como se aprecia en la **figura 42**.

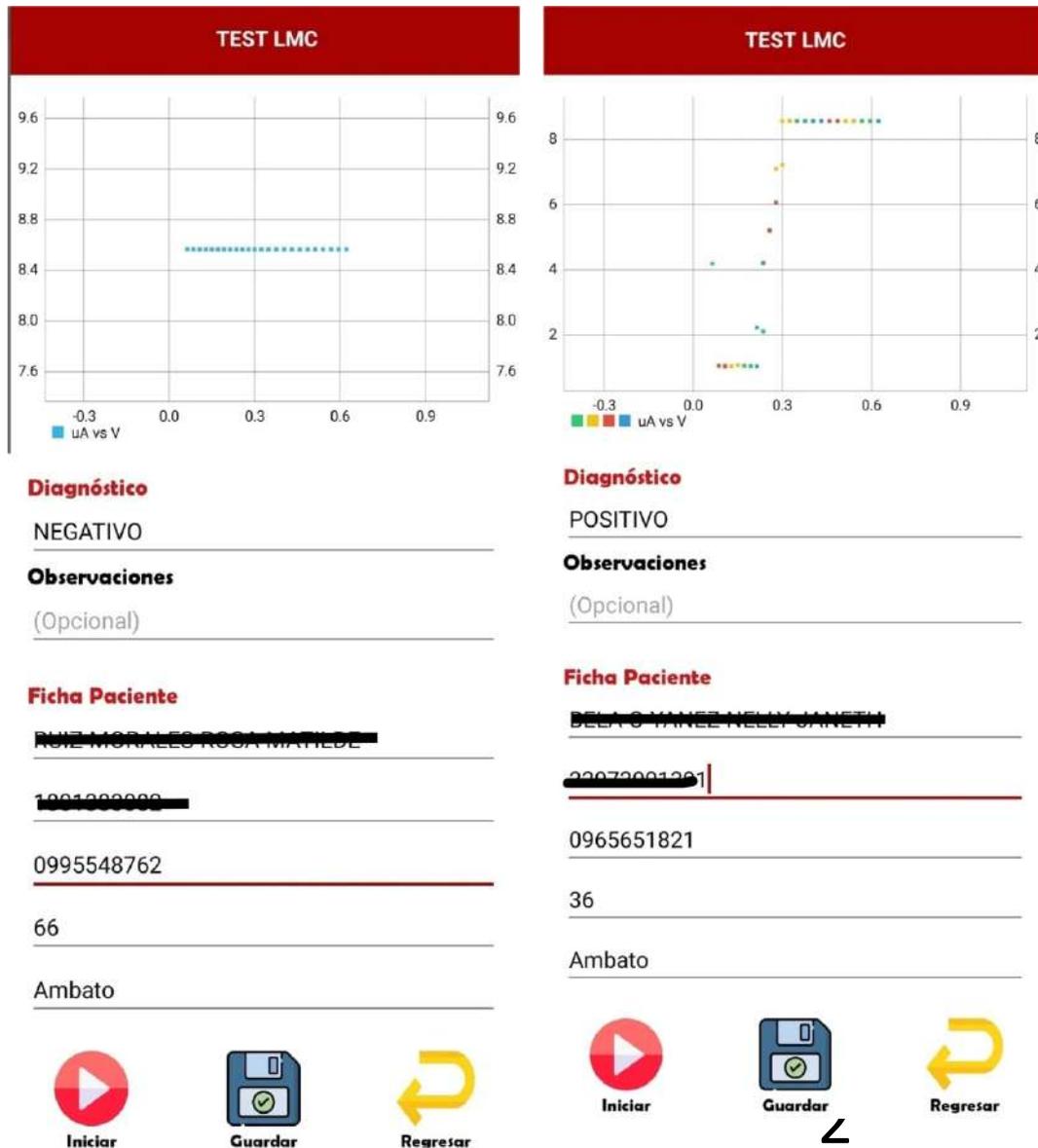


Figura 41 Test de Diagnóstico LMC 1) Test negativo 2) Test positivo

Elaborado por: El investigador

ORDEN NO. 1627

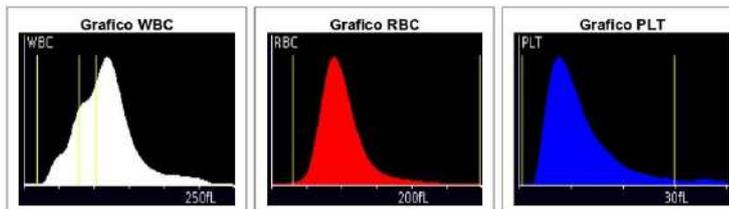
PACIENTE NN 1

Identificación:
Fecha nacimiento: 1986-07-21
Edad: 36 años Sexo: Femenino

Fecha de ingreso: 2022-05-21 7:44AM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:42AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	↓ 2.68	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	↓ 8.8	g/dL	14 - 16.5
Hematocrito	↓ 28.2	%	37 - 50
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	↑ 105.5	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	↑ 32.7	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	31.1	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	↑ 21.5	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	65.5	μm ²	
Plaquetas	436	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.47	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	10.8	μm ³	7.4 - 11
Índice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	14.6	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento células grandes)	140	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción células grandes)	32.2	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	↑ 66.17	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	↓ 16	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	↑ 71	%	46 - 65
Monocitos (%)	↑ 10	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	3	%	0 - 6
Linfocitos (#)	↑ 10.85	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	↑ 46.92	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	↑ 8.4	10 ³ /μL	0.3 - 1



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: Lcda. Iveth Nuñez

Figura 42 Resultados contador hematológico.

Elaborado por: El investigador

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Ecuador carece de un registro de estadísticas actualizadas referentes a Leucemia Mieloide Crónica, sin embargo, según el último censo emitido por SOLCA en el año 2013, se presenta una tasa de mortalidad anual de 64.34% en pacientes con Leucemia, debido a dos factores principales. El primer factor se debe a que algunos pacientes son asintomáticos al presentar síntomas recurrentes en afecciones comunes, mientras que el segundo factor se debe a la falta de recursos necesarios para realizarse exámenes de LMC.
- El sistema bioelectrónico permite que el médico a cargo pueda gestionar el proceso de almacenamiento y lectura los datos de las pruebas realizadas a pacientes con posible diagnóstico de LMC, mediante el uso de una interfaz web, que puede ser controlada de manera remota, a la vez que facilita la adquisición de datos estadísticos sobre el padecimiento de esta enfermedad, al tener acceso al registro de fichas médicas.
- El sistema bioelectrónico al utilizar el método de voltimetría cíclica, permite mejorar el tiempo de análisis de las pruebas de LMC de los pacientes, obteniendo un posible diagnóstico en 15 segundos, ya que no necesita centrifugar las células de la sangre a diferencia de los exámenes de biometría hepática realizados en los laboratorios clínicos, que pueden llegar a tardar más de 30 min.
- El sistema bioelectrónico presenta una aplicación móvil e interfaz web desarrolladas en base a software libre, que facilita el uso y monitoreo de datos estadísticos, el cual al comparar los resultados con el contador hematológico BCC 3900 de un total de 21 muestras de pacientes de diferentes edades y géneros, en un periodo de 45 días, permitió obtener una efectividad del 95%, además de generar un registro en su base de datos que puede ser exportado en un formato de Excel.

4.2 Recomendaciones

- Para efectos de mejora en la administración de múltiples dispositivos bioelectrónicos, se puede enlazar mediante un número de serie y un código de verificación, almacenando la información en un nuevo nodo padre de la plataforma de Firebase.
- Se puede cambiar el número de bits de lectura al reemplazar el conversor ADC1115 por el conversor ADS8866, generando mayor cantidad de información, en los datos de lectura de la corriente del electrodo de trabajo, permitiendo obtener mayor apreciación en la gráfica del histograma.
- Se recomienda rediseñar la estructura del sistema bioelectrónico utilizando materiales con certificación IP 66 e IP67, conjuntamente con el diseño del biosensor, convirtiéndolo en un dispositivo comercial, apto para producción y distribución en entidades públicas o privadas.
- En caso de que el personal médico no disponga de un dispositivo móvil, se recomienda agregar una etapa de inicialización de parámetros de conexión inalámbrica, que permita la vinculación con el dispositivo y una etapa de control en la interfaz web, que facilite la gestión de los datos y ficha médica de los pacientes.
- Es recomendable crear un proceso adicional en el microcontrolador, que permita ser accionado mediante un pulsador físico, al no contar con comunicación Wifi, sugiriendo un diagnóstico rápido y visualizando en la pantalla OLED del sistema bioelectrónico.

Bibliografía

- [1] Azimi, S., Farahani, A., Docoslis, A. and Vahdatifar, S., 2021. Developing an integrated microfluidic and miniaturized electrochemical biosensor for point of care determination of glucose in human plasma samples. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 413(5), pp.1441 – 1452.
- [2] Mario, C., & Leal, R. (s/f). *Estudio técnico de un potenciostato para aplicaciones bes (bioelectrochemical systems) en la UNAB Autores: GYBRAM LATIFF SAAB*. Edu.co. Recuperado el 1 de septiembre de 2022, de https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/15441/2021_Tesis_Rivera_Leal_Carlos_Mario.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [3] Janyasupab, M. and Asavakijthananont, N., 2019. Development of Wireless based Potentiostat in Biomedical Applications. *2019 7th International Electrical Engineering Congress (iEECON)*,.
- [4] Álvarez Pérez, G. J. (2019). Análisis de soluciones para sistemas de medida basados en potenciostato [Trabajo fin de máster, Universidad Autónoma de Madrid]. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/688604/álvarez_pérez,_gabriel_tfm.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [5] González-Vidal, J. L., Galán-Vidal, C. A., Morales-Jiménez, F., García-Dávila, M. y Reyes-Ángeles, M. (2018). Desarrollo y Evaluación de un Potenciostato Electrónico Digital de Bajo Costo para la Cuantificación de Sustancias Químicas Mediante Biosensores Amperométricos. *PÄDI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 5(10). <https://doi.org/10.29057/icbi.v5i10.2925>
- [6] Varela-Briceño, C., 2018. Situación actual de la leucemia mieloide crónica en Costa Rica. *Scielo*, [online] Available at: <<https://www.scielo.sa.cr/pdf/amc/v60n1/0001-6002-amc-60-01-21.pdf>>.
- [7] Ainla, A., Mousavi, M. P. S., Tsaloglou, M.-N., Redston, J., Bell, J. G., Fernández-Abedul, M. T. y Whitesides, G. M. (2018). Open-Source Potentiostat for Wireless Electrochemical Detection with Smartphones. *Analytical Chemistry*, 90(10), 6240–6246. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.8b00850>
- [8] Guaman Aldaz, K., 2021. *Prevalencia del cromosoma filadelfia en Leucemia Mieloide Crónica en pacientes de Solca Guayaquil periodo 2006-2016*. [online] Repositorio.uees.edu.ec. Available at: <<http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/2620>> [Accessed 1 August 2021].
- [9] Yueh Huang, C., 2016. Design and Implementation of Potentiostat with Standalone Signal Generator for Vanillylmandelic Acid Biosensors.
- [10] Segura, B; Jimenez, F. N. and Giraldo, L. R.. Prototipo de potenciostato con aplicaciones en procesos electroquímicos. *Entre Ciencia e Ingeniería* [online]. 2016, vol.10, n.19, pp.61-69. ISSN 1909-8367.

- [11] Análisis tiempo-frecuencia y modelo de Randles para el cálculo de la resistencia de polarización. (2015). Revista de difusión científica, 9(2). <http://difu100cia.uaz.edu.mx/index.php/difuciencia/article/view/47>
- [12] Fundación Josep Carreras contra la Leucemia. 2021. *Leucemia mieloide crónica*. [online] Available at: <<https://www.fcarreras.org/es/leucemiamieloidecronica>> [Accessed 1 August 2021].
- [13] AEAL - Asociación Española de Afectados por Linfoma, M., 2021. 2. *La leucemia / AEAL*. [online] Aea.es. Available at: <<http://www.aea.es/leucemia-mieloide-cronica-espana/2-la-leucemia/#2-1LMC>> [Accessed 1 August 2021].
- [14] Aecc.es. 2021. *Leucemias: Mieloide Crónica*. [online] Available at: <<https://www.aecc.es/es/todo-sobre-cancer/tipos-cancer/leucemias/tipos/leucemia-mieloide-cronica>> [Accessed 2 August 2021].
- [15] Manual MSD versión para profesionales. 2021. *Leucemia mieloide crónica (LMC) - Hematología y oncología - Manual MSD versión para profesionales*. [online] Available at: <<https://www.msmanuals.com/es-es/professional/hematolog%C3%ADa-y-oncolog%C3%ADa/leucemias/leucemia-mieloide-cr%C3%B3nica-lmc>> [Accessed 2 August 2021]
- [16] Cancer.Net. 2021. *Leucemia - mieloide crónica - CML - en adultos - Fases*. [online] Available at: <<https://www.cancer.net/es/tipos-de-c%C3%A1ncer/leucemia-mieloide-cr%C3%B3nica-cml-en-adultos/fases>> [Accessed 1 August 2021].
- [17] Cancer.org. 2021. *Pruebas para diagnosticar la leucemia mieloide crónica*. [online] Available at: <<https://www.cancer.org/es/cancer/leucemia-mieloide-cronica/deteccion-diagnostico-clasificacion-por-etapas/como-se-diagnostica.html>> [Accessed 1 August 2021].
- [18] MayoClinic.org. 2021. *Leucemia mielógena crónica - Diagnóstico y tratamiento - Mayo Clinic*. [online] Available at: <<https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/chronic-myelogenous-leukemia/diagnosis-treatment/drc-20352422>> [Accessed 2 August 2021].
- [19] interna, M., MIBE, M., hematológicas, E. and (LMC), L., 2021. *Leucemia mieloide pro* <<https://empendium.com/manualmibe/chapter/B34.II.15.5.>> [Accessed 2 August 2021].
- [20] Internetsociety.org. 2021. [online] Available at: <<https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf>> [Accessed 2 August 2021].
- [21] Core.ac.uk. 2021. [online] Available at: <<https://core.ac.uk/download/pdf/81581111.pdf>> [Accessed 2 August 2021].

- [22] sap.com. 2021. [online] Available at: <<https://www.sap.com/latinamerica/insights/what-is-iot-internet-of-things.html>> [Accessed 2 August 2021].
- [23] El blog de T-Systems Iberia. 2021. Estas son las capas del Internet de las Cosas - El blog de T-Systems Iberia. [online] Available at: <<https://www.t-systemsblog.es/estas-son-las-capas-del-internet-de-las-cosas/>> [Accessed 2 August 2021].
- [24] Aprendiendo Arduino. 2018. Arquitecturas IoT. [online] Available at: <<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/11/11/arquitecturas-iot/>> [Accessed 30 November 2021].
- [25] Luis Llamas. 2019. Protocolos de comunicación para IoT. [online] Available at: <<https://www.luisllamas.es/protocolos-de-comunicacion-para-iot/>> [Accessed 30 November 2021].
- [26] AVR programación en C – 08 ADC del ATmega16/32. (s. f.). Vida Embebida. <https://vidaembebida.wordpress.com/2014/08/03/avr-programacion-en-c-08-adc-del-atmega16/>
- [27] *LMP91000 Sensor AFE System: Configurable AFE Potentiostat for Low-Power ChemicalSensing Applications.* (s. f.). <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lmp91000.pdf?ts=1658618447519>
- [28] Coelectrix, P. (2019, octubre 20). Calcular la Autonomía de una Batería. Coelectrix; coelectrix.com. <https://coelectrix.com/calcular-la-autonomia-de-una-bateria>
- [29] Guía para calcular las horas extras en Ecuador. (2020, septiembre 14). Documentación al día. <https://ladocumentacionaldia.com/c-ecuador/horas-extras-ecuador/>

ANEXO 1



TASAS DE MORTALIDAD PROMEDIAL ANUAL SEGÚN LOCALIZACIÓN TOPOGRÁFICA POR GRUPOS DE EDAD

AVERAGE ANNUAL MORTALITY BY AGE GROUP ACCORDING TO SITE

Institución que procesa: RNT; SEXO: AMBOS; EDAD DESDE 0 HASTA 999; RESIDENTES EN QUITO, QUITO, PICHINCHA; POR Topografías CIE : Leucemia mielóide; DESDE : 2009 HASTA : 2013; (CIE)

LOCALIZACIÓN / SITE	Total	Edad	Tasas por grupos de edad														Tasa cruda T.E.E.			T.Tr.T.Ac.%		
			casos	desc.	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74		75+	Crude rate
C82 Leucemia mielóide [myeloid leukaemia]	166	0	1.4	0.0	0.5	1.5	1.0	0.6	1.0	1.7	1.4	0.9	4.2	4.4	2.1	10.2	4.6	18.9	2.0	2.0	2.3	0.2
SITIOS C82-C84 [C82-C84 sites]	166	0	1.4	0.0	0.5	1.5	1.0	0.6	1.0	1.7	1.4	0.9	4.2	4.4	2.1	10.2	4.6	18.9	2.0	2.0	2.3	0.2
TODOS LOS SITIOS, incluye C50-S8 y C60-C63 [all sites include C50-S8 & C60-C63]	166	0	1.4	0.0	0.5	1.5	1.0	0.6	1.0	1.7	1.4	0.9	4.2	4.4	2.1	10.2	4.6	18.9	2.0	2.0	2.3	0.2
TODOS LOS SITIOS - C44 [all sites but C44]	166	0	1.4	0.0	0.5	1.5	1.0	0.6	1.0	1.7	1.4	0.9	4.2	4.4	2.1	10.2	4.6	18.9	2.0	2.0	2.3	0.2
TODOS LOS SITIOS - insitu D* excepto D39.0,D43,D45,D46,D47,D75.8 [all sites but insitu]	166	0	1.4	0.0	0.5	1.5	1.0	0.6	1.0	1.7	1.4	0.9	4.2	4.4	2.1	10.2	4.6	18.9	2.0	2.0	2.3	0.2
TODOS LOS SITIOS - insitu D* excepto D39.0,D43,D45,D46,D47,D75.8) - C44 [all sites but insitu but skin]	166	0	1.4	0.0	0.5	1.5	1.0	0.6	1.0	1.7	1.4	0.9	4.2	4.4	2.1	10.2	4.6	18.9	2.0	2.0	2.3	0.2

Figura 43 Tasa de mortalidad ambos sexos.

Fuente: SOLCA Quito



TASAS DE INCIDENCIA PROMEDIAL ANUAL SEGÚN LOCALIZACIÓN TOPOGRÁFICA POR GRUPOS DE EDAD

AVERAGE ANNUAL INCIDENCE BY AGE GROUP ACCORDING TO SITE

Institución que procesa: RNT; SEXO: FEMENINO; EDAD DESDE 0 HASTA 999; RESIDENTES EN QUITO, QUITO, PICHINCHA; POR Topografías CIE : Leucemia mielóide; DESDE : 2009 HASTA : 2013; (CIE)

LOCALIZACIÓN / SITE	Total	Edad	Tasas por grupos de edad														Tasa cruda T.E.E.			T.Tr.T.Ac.%		
			casos	desc.	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74		75+	Crude rate
C82 Leucemia mielóide [myeloid leukaemia]	123	0	2.0	0.5	1.4	1.3	1.0	1.0	0.9	4.2	3.4	2.4	2.0	2.4	4.6	9.8	9.7	27.4	2.9	2.8	3.2	0.2
SITIOS C82-C84 [C82-C84 sites]	123	0	2.0	0.5	1.4	1.3	1.0	1.0	0.9	4.2	3.4	2.4	2.0	2.4	4.6	9.8	9.7	27.4	2.9	2.8	3.2	0.2
TODOS LOS SITIOS [all sites]	123	0	2.0	0.5	1.4	1.3	1.0	1.0	0.9	4.2	3.4	2.4	2.0	2.4	4.6	9.8	9.7	27.4	2.9	2.8	3.2	0.2
TODOS LOS SITIOS - C44 [all sites but C44]	123	0	2.0	0.5	1.4	1.3	1.0	1.0	0.9	4.2	3.4	2.4	2.0	2.4	4.6	9.8	9.7	27.4	2.9	2.8	3.2	0.2
TODOS LOS SITIOS - insitu D* excepto D39.0,D43,D45,D46,D47,D75.8 [all sites but insitu]	123	0	2.0	0.5	1.4	1.3	1.0	1.0	0.9	4.2	3.4	2.4	2.0	2.4	4.6	9.8	9.7	27.4	2.9	2.8	3.2	0.2
TODOS LOS SITIOS - insitu D* excepto D39.0,D43,D45,D46,D47,D75.8) - C44 [all sites but insitu but skin]	123	0	2.0	0.5	1.4	1.3	1.0	1.0	0.9	4.2	3.4	2.4	2.0	2.4	4.6	9.8	9.7	27.4	2.9	2.8	3.2	0.2

Figura 44 Tasa mortalidad incidencia en mujeres.

Fuente: SOLCA Quito



TUMORES MALIGNOS SEGÚN LOCALIZACION TOPOGRÁFICA POR GRUPOS DE EDAD

CANCER CASES BY AGE GROUPS ACCORDING TO SITE

Institución que procesa: RNT; SEXO: AMBOS; EDAD DESDE 0 HASTA 999; RESIDENTES EN QUITO, QUITO, PICHINCHA; POR Topografías CIE: Leucemia mielóide; DESDE: 2009 HASTA: 2013; (CIE)

	0-4		5-9		10-14		15-19		20-24		25-29		30-34		35-39	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
C92 Leucemia mielóide [myeloid leukaemia]	14	5.4	3	1.2	10	3.8	16	6.2	13	5.0	14	5.4	8	3.1	22	8.5
Total	14	5.4	3	1.2	10	3.8	16	6.2	13	5.0	14	5.4	8	3.1	22	8.5

	40-44		45-49		50-54		55-59		60-64		65-69		70-74		75-79	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
C92 Leucemia mielóide [myeloid leukaemia]	19	7.4	8	3.1	18	7.0	16	6.2	10	3.9	20	7.6	12	4.7	22	8.5
Total	19	7.4	8	3.1	18	7.0	16	6.2	10	3.9	20	7.6	12	4.7	22	8.5

	80+ años		Total	
	No.	%	No.	%
C92 Leucemia mielóide [myeloid leukaemia]	33	12.8	258	100.0
Total	33	12.8	258	100.0

Figura 45 Casos de mortalidad por edad.

Fuente: SOLCA Quito



TASAS DE INCIDENCIA PROMEDIAL ANUAL SEGÚN LOCALIZACIÓN TOPOGRÁFICA POR GRUPOS DE EDAD

AVERAGE ANNUAL INCIDENCE BY AGE GROUP ACCORDING TO SITE

Institución que procesa: RNT; SEXO: MASCULINO; EDAD DESDE 0 HASTA 999; RESIDENTES EN QUITO, QUITO, PICHINCHA; POR Topografías CIE: Leucemia mielóide; DESDE: 2009 HASTA: 2013; (CIE)

LOCALIZACION / SITE	Total cases	Edad desc.	Tasas por grupos de edad														Tasa cruda T.E.E.			T.Tr.T.Ac.% Tr.R. C.R.%		
			0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75+	Crude rate		ASRW	
C92 Leucemia mielóide [myeloid leukaemia]	135	0	1.9	0.3	1.3	3.0	2.3	2.6	1.5	3.3	4.3	0.9	7.9	8.1	3.6	11.7	8.7	23.9	3.4	3.5	4.4	0.3
SITIOS C92-C94 [C92-C94 sites]	135	0	1.9	0.3	1.3	3.0	2.3	2.6	1.5	3.3	4.3	0.9	7.9	8.1	3.6	11.7	8.7	23.9	3.4	3.5	4.4	0.3
TODOS LOS SITIOS [all sites]	135	0	1.9	0.3	1.3	3.0	2.3	2.6	1.5	3.3	4.3	0.9	7.9	8.1	3.6	11.7	8.7	23.9	3.4	3.5	4.4	0.3
TODOS LOS SITIOS - C44 [all sites but C44]	135	0	1.9	0.3	1.3	3.0	2.3	2.6	1.5	3.3	4.3	0.9	7.9	8.1	3.6	11.7	8.7	23.9	3.4	3.5	4.4	0.3
TODOS LOS SITIOS - insitu(D* excepto D39.0,D43,D45,D46,D47,D75.8) [all sites but insitu]	135	0	1.9	0.3	1.3	3.0	2.3	2.6	1.5	3.3	4.3	0.9	7.9	8.1	3.6	11.7	8.7	23.9	3.4	3.5	4.4	0.3
TODOS LOS SITIOS - insitu(D* excepto D39.0,D43,D45,D46,D47,D75.8) - C44 [all sites but insitu but skin]	135	0	1.9	0.3	1.3	3.0	2.3	2.6	1.5	3.3	4.3	0.9	7.9	8.1	3.6	11.7	8.7	23.9	3.4	3.5	4.4	0.3

Figura 46 Tasa mortalidad incidencia en hombres.

Fuente: SOLCA Quito

ANEXO 2

CÓDIGO MÓVIL DE CONEXIÓN CON BLUETOOTH

```
if (SerialBT.available()) {
    char c = SerialBT.read();
    if (c == '\n') {
        if (bufferReceive == "SCAN") {
            Serial.println("scan start");
            int n = WiFi.scanNetworks();
            Serial.println("scan done");
            if (n > 0) {
                for (int i = 0; i < n; i++) {
                    SerialBT.print(WiFi.SSID(i));
                    SerialBT.print(',');
                    Serial.println(WiFi.SSID(i));
                    delay(0); // nop
                }
            }
            SerialBT.print('\n');
        }
        bufferReceive = "";
    } else {
        bufferReceive += c;
    }

    if (bufferReceive == "CONNECT:") {
        String parameter[10];
        int i = 0;
        while(1) {
            if (SerialBT.available()) {
                char c2 = SerialBT.read();
                // Serial.printf("Receive: %c\n", c2);
                if (c2 == '\t') {
                    i++;
                }
            }
        }
    }
}
```

```
    } else if (c2 == '\n') {
        break;
    } else {
        parameter[i] += c2;
    }
}
delay(0); // nop
}
String ssid = parameter[0];
String password = parameter[1];
ssid2 = ssid.c_str();
password2 = password.c_str();
Serial.println("SSID: " + ssid);
Serial.println("PASSWORD: " + password);
bufferReceive = "";
IniWifi();
```

CÓDIGO MÓVIL DE CONEXIÓN CON WIFI

```
WiFi.disconnect();
WiFi.mode(WIFI_STA);
WiFi.begin(ssid2, password2);
Serial.print("Conectando a WiFi ..");
int k=0;
while ((WiFi.status() != WL_CONNECTED)&& (k<30)) {
  Serial.print('.');
  counter=counter+3.45;
  datosOledWifi("Conectando",ssid2);
  delay(1000);
  k++;
}
```

CÓDIGO MÓVIL DE ENVIO DATOS A FIREBASE

```
FirestoreJson json;

json.add("HORARIO", REGISTRO);
json.add("FECHA", consfecha);
json.add("HORA", conshora);
json.add("VOUT", VOUT+"/");
json.add("IWE", IWE+"/");
json.add("VWE", VWE+"/");
json.add("VRE", VRE+"/");
json.add("CEDULA", "-");
json.add("EDAD", "-");
json.add("DIAGNOSTICO", "-");
json.add("NOMBRE", "-");

if (num<0){
    fechafinal=fechaopt;
}else{
    fechafinal=consfecha;
}
```

CÓDIGO MÓVIL DE VOLTIMETRÍA

```
for(int j=0; j< 3; j++){
    pstat.setPosBias();
    for (i = 11; i >= 1; i--)
    {
        pstat.setBias(i);
        aux=1;
        calculo3();
        delay(settling_time);
        delay(rate);
    }
    pstat.setNegBias(); // Polaridad (-)

    for (i = 0; i < 13; i++)
    {
        pstat.setBias(i);
        aux=0;
        calculo3();
        delay(settling_time);
        delay(rate);
    }
    for (i = 11; i >= 0; i--)
    {
        pstat.setBias(i);
        aux=0;
        calculo3();
        delay(settling_time);
        delay(rate);
    }
    pstat.setPosBias();
    for (i = 1; i < 12; i++)
    {
```

```
pstat.setBias(i);  
aux=1;  
calculo3();  
delay(settling_time);  
delay(rate);  
}  
pstat.setBias(0);  
}
```

CALCULOS IW

```
WE=analogRead(36);
  adc0=ads.readADC_SingleEnded(0);
  adc1=ads.readADC_SingleEnded(1);
  adc2=ads.readADC_SingleEnded(2);

  IWE0=(WE*vref)/4095;
  double fac=1000000;
  double IWE2=fac*(vref-IWE0)/Rref;
  double IWE3=fac*(IWE0-vref)/Rref;
  double IWE4=fac*(vref-IWE0)/Rref;
  double porval=porcentaje(i);
  String vout;
  String iwe=convalor(IWE2);
  String vre=convalor(adc1 * multiplicador*0.001);
  String vwe=convalor((adc0 * multiplicador*0.001));
  String vce=convalor(adc2 * multiplicador*0.001);
  if (aux==1){
    vout=convalor(-i*vsal+0.3);
    Serial.print(-i);
  }else{
    vout=convalor(i*vsal+0.3+porval);
    Serial.print(i);}
  Serial.print(" ");Serial.print(vout);Serial.print(" ");
  Serial.print("vo: ");Serial.print(WE);Serial.print(" ");
  Serial.print("CE: ");Serial.print(vce);Serial.print(" V, ");
  Serial.print("RE: ");Serial.print(vre);Serial.print(" V, ");
  Serial.print("WE: ");Serial.print(vwe);Serial.print(" V, ");
  Serial.print(convalor(IWE2));Serial.println(" uA, ");ob
  VOUT=VOUT+"/"+vout;
  IWE=IWE+"/"+iwe;
  VWE=VWE+"/"+vwe;
  VRE=VRE+"/"+vre;
```

ANEXO 3

CÓDIGO MÓVIL DE AUTENTICACIÓN DE USUARIO

```
auth.signInWithEmailAndPassword(email, password)
    .addOnCompleteListener(LoginActivity.this, new
OnCompleteListener<AuthResult>() {
    @Override
    public void onComplete(@NonNull Task<AuthResult> task) {
        progressBar.setVisibility(View.GONE);
        if (!task.isSuccessful()) {
            // there was an error
            if (password.length() < 6) {
                inputPassword.setError(getString(R.string.minimum_password));
            } else {
                Toast.makeText(LoginActivity.this, getString(R.string.auth_failed),
Toast.LENGTH_LONG).show();
                inputEmail.setEnabled(true);
                inputPassword.setEnabled(true);
            }
        } else {
            inputEmail.setEnabled(true);
            inputPassword.setEnabled(true);

            FirebaseUser user = FirebaseAuth.getInstance().getCurrentUser();
            name=user.getEmail();
            uid2 = user.getUid();

            Intent i = new Intent(getApplicationContext(), MenuActivity.class);
            startActivity(i);
            finish();
        }
    }
});
```

CÓDIGO MÓVIL DE CREACIÓN USUARIO

```
auth.createUserWithEmailAndPassword(email,  
password).addOnCompleteListener(SignupActivity.this, new  
OnCompleteListener<AuthResult>() {  
    @Override  
        public void onComplete(@NonNull Task<AuthResult> task) {  
            Toast.makeText(SignupActivity.this, "Usuario "+dirnodo+  
"\n" +" Creado Exitosamente", Toast.LENGTH_SHORT).show();  
            progressBar.setVisibility(View.GONE);  
            if (!task.isSuccessful()) {  
                Toast.makeText(SignupActivity.this, "Autenticación fallida." +  
task.getException(),  
                Toast.LENGTH_SHORT).show();  
            } else {  
                FirebaseUser user = FirebaseAuth.getInstance().getCurrentUser();  
                if (user != null) {  
                    uid = user.getId();  
                }  
                auth = FirebaseAuth.getInstance();  
                mDataRef3 =  
                FirebaseDatabase.getInstance().getReference().child(FirebaseReferencias.NodoPadr  
e+ "/Usuarios/"+dirnodo+"/"+uid);  
                    mDataRef3.child("Nombre").setValue(nombre);  
                    mDataRef3.child("Telefono").setValue(telefono);  
                    mDataRef3.child("Email").setValue(email);  
                    mDataRef3.child("Ci").setValue(cedula);  
                    mDataRef3.child("Acceso").setValue(dirnodo);  
                mDataRef3.child("key").setValue(mDataRef3.getKey().toString());  
                Intent i = new Intent(getApplicationContext(),  
MenuActivity.class);  
                    i.putExtra("uid",uid);  
                    startActivity(i);  
                    finish();
```

CÓDIGO MÓVIL DE RESET CONTRASEÑA

```
auth.sendPasswordResetEmail(email)
    .addOnCompleteListener(new OnCompleteListener<Void>() {
        @Override
        public void onComplete(@NonNull Task<Void> task) {
            if (task.isSuccessful()) {
                Toast.makeText(ResetPasswordActivity.this, "Se ha enviado las
instrucciones para restaurar la contraseña al Email",
                Toast.LENGTH_SHORT).show();
            } else {
                Toast.makeText(ResetPasswordActivity.this, "Falló el envío de reseteo
al email ", Toast.LENGTH_SHORT).show();
            }

            progressBar.setVisibility(View.GONE);
        }
    });
```

ANEXO 4

CÓDIGO MÓVIL DE RECEPCIÓN DE DATOS BLUETOOTH

```
if (msg.what == handlerState) {
    readMessage = (String) msg.obj;
    DataStringIN.append(readMessage);
    nombredes = DataStringIN.indexOf(String.valueOf('\n'));
    confirma=DataStringIN.indexOf(String.valueOf('#'));

    log.i("values52", String.valueOf(nombredes));
    log.i("values53", String.valueOf(confirma));

    if ((confirma>4)&&(confirma<8)){
        log.i("values51", "Conexión INCORRECTA");
        DataStringIN.delete(0,DataStringIN.length());
        Toast.makeText(getApplicationContext(),
            "ERROR AL CONECTAR A LA RED
WIFI",Toast.LENGTH_LONG).show();
    }

    if((confirma>7)&&(confirma<16)){
        log.i("values51", "Conexion correcta");
        dataInPrint = DataStringIN.substring(0, confirma);
        Textip.setText(dataInPrint);
        DataStringIN.delete(0,DataStringIN.length());
        Toast.makeText(getApplicationContext(),
            "LEUCOM SE CONECTÓ A LA RED
WIFI",Toast.LENGTH_LONG).show();
    }

    if (nombredes > 0) {
        escaneoredes();
    }
}
```

CÓDIGO MÓVIL DE BUSQUEDA DE REDES WIFI

```
ArrayAdapter<String> adapter = new
ArrayAdapter<String>(getApplicationContext(),
    android.R.layout.simple_list_item_1, names);
listview.setAdapter(adapter);

listview.setOnItemClickListener(new AdapterView.OnItemClickListener() {
    @Override
    public void onItemClick(AdapterView<?> adapterView, View view, int position,
long id) {
        Redwifi.setText(names.get(position));
        LyWifi.setVisibility(View.VISIBLE);
        listview.setVisibility(View.GONE);
    }});

Btnwific.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View view) {
        MyConexionBT.write("CONNECT:"+(String)
            Redwifi.getText()+"\t"+Passwifi.getText()+"\n");
        names.clear();
        screenwifi.cancel();
    }});

Btnsalirwifi.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View view) {
        LyWifi.setVisibility(View.GONE);
        listview.setVisibility(View.VISIBLE);
    }});

nombredes=-1;
screenwifi.show();
```

ANEXO 5

CÓDIGO MÓVIL DE SINCRONIZACIÓN DE DATOS

```
private String lasttest(){
    FirebaseDatabase.getInstance().getReference();
    FirebaseDatabase.getInstance().getReference().child("LEUCOM/Datos").limitToLast(1)
    .addListenerForSingleValueEvent(
        new ValueEventListener() {
            @Override
            public void onDataChange(DataSnapshot dataSnapshot) {

                if (dataSnapshot.exists()){

                    for(DataSnapshot ds: dataSnapshot.getChildren()){
                        log.i("vol2",ds.getKey());
                        keytest=ds.getKey();

                        if(keytest!=null){
                            FirebaseDatabase.getInstance();
                            DatabaseReference usuario_identi = FirebaseDatabase.getInstance().getReference(
                                FirebaseDatabase.Referencias.REFERENCIAS);
                            usuario_identi.child("Datos/"+keytest).addValueEventListener(
                                new ValueEventListener() {
                                    @Override
                                    public void onDataChange(DataSnapshot dataSnapshot) {
                                        ConsultaBD
                                        consultaBD=dataSnapshot.getValue(ConsultaBD.class);

                                        if (consultaBD!=null){
                                            log.i("vol",consultaBD.getFECHA());
                                            log.i("vol",consultaBD.getIWE());
                                            log.i("vol",consultaBD.getVOUT());
                                        }
                                    }
                                }
                            );
                        }
                    }
                }
            }
        }
    );
}
```

CÓDIGO MÓVIL DE ENVIO DE FICHA A BD

```
NodoRef1 = FirebaseDatabase.getInstance().getReference()
    .child(FirebaseReferencias.Paciente+"/").push();
NodoRef1.child("NOMBRE").setValue(pnombre);
NodoRef1.child("CEDULA").setValue(pci);
NodoRef1.child("TELEFONO").setValue(ptelefono);
NodoRef1.child("EDAD").setValue(pedad);
NodoRef1.child("RESIDENCIA").setValue(presidencia);
NodoRef1.child("REGISTRO").setValue(timeStamp);
NodoRef1.child("TIEMPO").setValue(timeStamp);

NodoRef1.child("DIAGNOSTICO").setValue("Completar");
NodoRef1.child("OBSERVACION").setValue("Opcional");
valdatos=false;
valuser=true;
Toast.makeText(getApplicationContext(), "Mensaje guardados" ,
    Toast.LENGTH_SHORT).show();
```

ANEXO 6

CÓDIGO MÓVIL DE CONSULTA DE FICHAS DE LOS PACIENTES

```
mDatabase = FirebaseDatabase.getInstance().getReference();
MensajesdeFirebase();
final Dialog screenhistorial = new Dialog(MenuActivity.this);
screenhistorial.setContent View(R.layout.infolistapacientes);
screenhistorial.setTitle("Historial");
mRecyclerView=(RecyclerView)screenhistorial.findViewById(R.id.recyclerViewM
Pacientes);
vistalinear1=(LinearLayout)screenhistorial.findViewById(R.id.vista2);
pbtnsalir=(ImageView)screenhistorial.findViewById(R.id.pbtnsalir);
mRecyclerView.setLayoutManager(new LinearLayoutManager(getBaseContext()));

mDatabase.child("LEUCOM/Usuarios/Paciente").addListenerForSingleValueEvent(new ValueEventListener() {
    @Override
    public void onDataChange(DataSnapshot dataSnapshot) {

        if (dataSnapshot.exists()){
            mMensajeList.clear();
            for(DataSnapshot ds: dataSnapshot.getChildren()){

                String texto = ds.child("texto").getValue().toString();
                String diagnostico = ds.child("Diagnostico").getValue().toString();
                String nombre=ds.child("Nombre").getValue().toString();
                String edad=ds.child("Edad").getValue().toString();
                mMensajeList.add(new Mensaje(texto,diagnostico,nombre,edad));
```

ANEXO 7

CÓDIGO MÓVIL DE INSTRUCCIONES APLICACIÓN

```
public void info_app (View v){  
    final Dialog mydiag2 = new Dialog(this);  
    mydiag2.setTitle("Instrucciones");  
    mydiag2.setContentView(R.layout.infopromo);  
    mydiag2.show();  
}
```

ANEXO 8

CÓDIGO WEB DE INICIO DE SESIÓN

```
<div id="login_div" class="main-div" style="display: block;">
  <h2>LEUCOM</h2>
  <h3>Potenciando tu negocio</h3>
  <input type="email" placeholder="Email..." id="email_field">
  <input type="password" placeholder="Password..." id="password_field">
  <button onclick="login()">Ingresar</button>
  <br>
  <button onclick="register()">Registrar</button>
</div>

<div id="user_div" class="loggedin-div" style="display: none;">
  <h3>Bienvenido</h3>
  <p id="user_para">Ingreso al sistema</p>
  <button onclick="logout()">Logout</button>
</div>

<script src="./LEUCOM_files/firebase.js"></script>
<script src="./LEUCOM_files/autenticacion.js"></script>
<script src="./LEUCOM_files/index.js"></script>
```

ANEXO 9

CÓDIGO WEB DE FICHAS MÉDICAS

```
<div class="container">
<!-- Contenedor para mostrar los datos leídos -->
<div id="result2" >
<center><table class="table2excel" data-tableName="Test" >
<thead>
<tr >
<th id="ind0">Fecha</th>
<th id="ind1">Hora</th>
<th id="ind2">Paciente</th>
<th id="ind3">Teléfono</th>
<th id="ind4">Ciudad</th>
<th id="ind5">Hora</th>
<th id="ind6">Diagnostico</th>
</tr>
</thead>
<tbody id="tabla">
</tbody>
</table>
</center>
</div>
</div>

for ( i=0; i<=days; i++) {
var nColumnas = $("#tabla tr:last td").length;
var fechaSumada = sumaFecha(i,fecha_inicio); /* Le sumas un día */
var tempRef = rootRef.child("LEUCOM/Registro/"+fechaSumada);
$("#SelectUser").empty();
if (tempRef!=""){
tempRef.on("child_added", function(snapshot, prevChildKey) {
var t = snapshot.val();
var key = snapshot.key;
```

```

var x = document.getElementById("SelectUser");
var c = document.createElement("option");
if (t.HORARIO!=""){
valkey[j]=key;
c.text = t.NOMBRE;
x.options.add(c, 2);
$("table
tbody").append('<tr><td >'+t.FECHA+'</td><td>'+t.HORA+'</td><td>'+key+'</td>
<td>'+t.NOMBRE+'</td><td>'+t.CEDULA+'</td><td>'+t.EDAD+'</td></td>'+</td
></td>'+</td><td>'+t.DIAGNOSTICO+'</td></tr>');
j=j+1;
}

```

ANEXO 10

CÓDIGO WEB DE INTERFAZ DE ANALISIS DE DATOS

```
sumaFecha = function(d, fecha)
{
var Fecha = new Date();
var sFecha = fecha || (Fecha.getDate() + "/" + (Fecha.getMonth() +1) + "/" +
Fecha.getFullYear());
var sep = sFecha.indexOf('/') != -1 ? '/' : '-';
var aFecha = sFecha.split(sep);
var fecha = aFecha[2]+'/'+aFecha[1]+'/'+aFecha[0];
fecha= new Date(fecha);
fecha.setDate(fecha.getDate()+parseInt(d));
var anno=fecha.getFullYear();
var mes= fecha.getMonth()+1;
var dia= fecha.getDate();
mes = (mes < 10) ? ("0" + mes) : mes;
dia = (dia < 10) ? ("0" + dia) : dia;
var fechaFinal = dia+sep+mes+sep+anno;
return (fechaFinal);
}

var chart = anychart.scatter();
var series = chart.marker(data);
chart.xGrid(true);
chart.yGrid(true);
chart.xMinorGrid(true);
chart.yMinorGrid(true);
chart.title("Resultados Voltimetria Ciclica");
chart.container("container");
chart.draw();

$('#btn3').click(function(){
$('.table2excel').table2excel({
```

```
        exclude: ".noExl",
name: "Excel Document Name",
filename: "Listado"+"_",
fileext: ".xls",
exclude_img: true,
exclude_links: true,
exclude_inputs: true
});
```

ANEXO 11

ORDEN NO. 1627

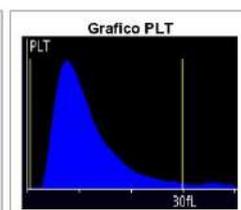
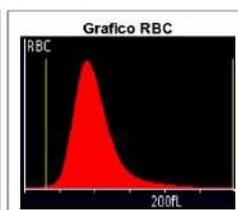
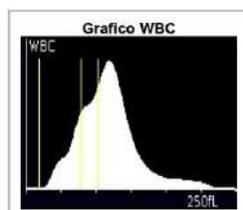
PACIENTE NN 1

Identificación:
Fecha nacimiento: 1986-07-21
Edad: 36 años **Sexo:** Femenino

Fecha de ingreso: 2022-05-21 7:44AM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:42AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	↓ 2.68	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	↓ 8.8	g/dL	14 - 16.5
Hematocrito	↓ 28.2	%	37 - 50
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	↑ 105.5	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	↑ 32.7	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	31.1	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	↑ 21.5	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	65.5	μm ²	
Plaquetas	436	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.47	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	10.8	μm ³	7.4 - 11
Índice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	14.6	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento células grandes)	140	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción células grandes)	32.2	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	↑ 66.17	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	↓ 16	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	↑ 71	%	46 - 65
Monocitos (%)	↑ 10	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	3	%	0 - 6
Linfocitos (#)	↑ 10.85	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	↑ 46.92	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	↑ 8.4	10 ³ /μL	0.3 - 1



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: Lcda. Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1642

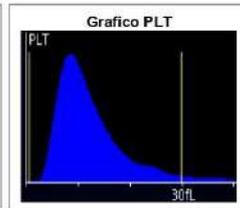
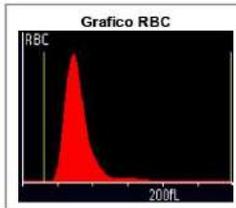
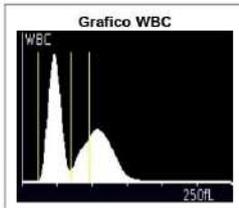
PACIENTE NN 2

Identificación:
Fecha nacimiento: 2011-12-25
Edad: 10 años 7 meses **Sexo:** Femenino

Fecha de ingreso: 2022-05-26 8:15AM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:42AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	5.36	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	↑ 16.1	g/dL	11.8 - 14.6
Hematocrito	↑ 47.9	%	35 - 47
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	89.3	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	29.8	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	33.6	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	11.6	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	38.4	μm ³	
Plaquetas	316	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.37	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	↑ 11.8	μm ³	7.4 - 11
Indice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	17	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento células grandes)	123	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción células grandes)	39	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	↓ 3.94	10 ³ /μL	4.5 - 13.5
Linfocitos (%)	↑ 52	%	32 - 50
Neutrófilos (%)	42	%	40 - 58
Monocitos (%)	4	%	3 - 7
Eosinófilos (%)	2	%	0 - 6
Linfocitos (#)	2.0	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	↓ 0.36	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	↑ 1.52	10 ³ /μL	0.3 - 1
Eritrosedimentación Wintrobe	↑ 19	mm/hora	1 - 15



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: L.cda. Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1644

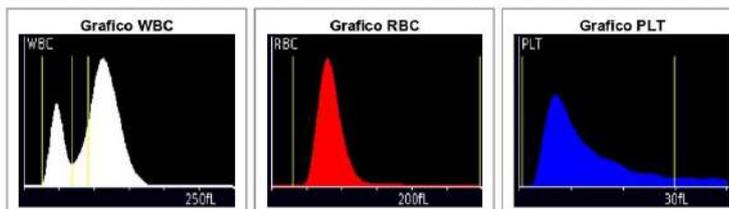
PACIENTE NN 3

Identificación:
Fecha nacimiento: 1936-11-22
Edad: 85 años 8 meses **Sexo:** Masculino

Fecha de ingreso: 2022-05-26 8:16AM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:43AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	↓ 3.34	10 ⁶ /μL	4.9 - 5.8
Hemoglobina	↓ 9.8	g/dL	14.5 - 17
Hematocrito	↓ 30.1	%	38 - 55
* Hematocrito Manual: 32 %			
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	90.3	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	29.2	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	32.5	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	13.3	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	43.2	μm ³	
Plaquetas	177	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.20	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	↑ 11.5	μm ³	7.4 - 11
Índice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	16.7	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento células grandes)	76	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción células grandes)	37.2	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	4.54	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	↓ 23	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	↑ 72	%	46 - 65
Monocitos (%)	↓ 3	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	2	%	0 - 6
Linfocitos (#)	↓ 0.89	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	3.14	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	0.31	10 ³ /μL	0.3 - 1
Entrosedimentación Wintrobe	↑ 29	mm/hora	1 - 20



ORDEN NO. 1645

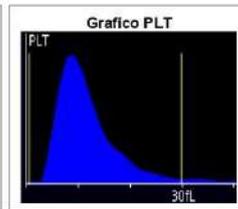
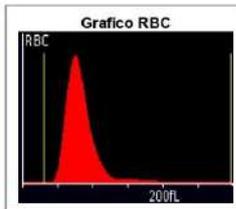
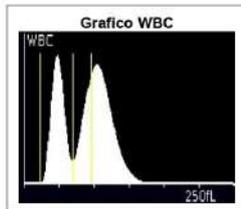
PACIENTE NN 4

Identificación:
Fecha nacimiento: 1983-12-18
Edad: 38 años 7 meses Sexo: Femenino

Fecha de ingreso: 2022-05-27 8:17AM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:44AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	4.88	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	14.2	g/dL	14 - 16.5
Hematocrito	42.8	%	37 - 50
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	87.8	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	29	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	33.2	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	13.1	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	43.2	μm ³	
Plaquetas	353	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.39	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	11.0	μm ³	7.4 - 11
Indice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	14.8	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento células grandes)	121	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción células grandes)	34.2	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	7.87	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	35	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	59	%	46 - 65
Monocitos (%)	4	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	2	%	0 - 6
Linfocitos (#)	2.49	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	4.59	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	0.79	10 ³ /μL	0.3 - 1
Entrosedimentación Wintrobe	17	mm/hora	1 - 20



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: Leda Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1646

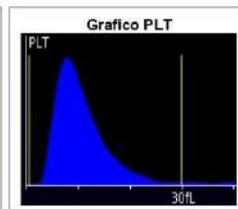
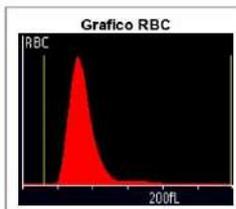
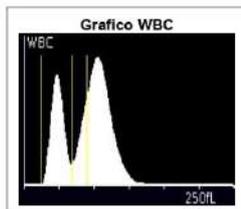
PACIENTE NN 5

Identificación:
Fecha nacimiento: 1974-04-17
Edad: 48 años 3 meses Sexo: Femenino

Fecha de ingreso: 2022-05-27 8:18AM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:44AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	4.88	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	15.1	g/dL	14 - 16.5
Hematocrito	44.9	%	37 - 50
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	92	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	30.7	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	33.6	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	12.8	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	42.4	μm ³	
Plaquetas	379	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.39	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	10.3	μm ³	7.4 - 11
Índice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	13.1	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento celulas grandes)	108	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción celulas grandes)	28.6	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	7.53	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	29	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	64	%	46 - 65
Monocitos (%)	4	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	3	%	0 - 6
Linfocitos (#)	2.11	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrofilos (#)	4.87	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	0.55	10 ³ /μL	0.3 - 1
Entrosedimentación Wintrobe	16	mm/hora	1 - 20



Método: CBC-JMI Automatizado

Validado por: Loda Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1647

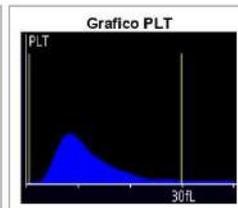
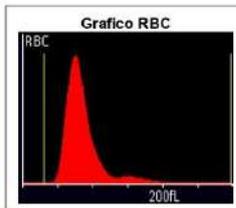
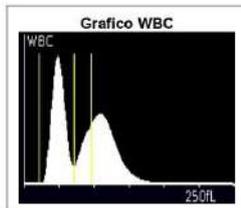
PACIENTE NN 6

Identificación:
Fecha nacimiento: 2006-10-15
Edad: 15 años 9 meses Sexo: Femenino

Fecha de ingreso: 2022-05-31 8:19AM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:45AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	5.42	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	↑ 16.3	g/dL	11.7 - 16
Hematocrito	↑ 48.8	%	35 - 48
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	90.0	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	30	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	33.3	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	12.3	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	40.7	μm ³	
Plaquetas	439	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.5	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	↑ 11.8	μm ³	7.4 - 11
Índice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	16.6	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento células grandes)	↑ 166	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción células grandes)	37.9	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	7.89	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	43	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	50	%	46 - 65
Monocitos (%)	4	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	3	%	0 - 6
Linfocitos (#)	2.58	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	3.05	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	0.62	10 ³ /μL	0.3 - 1
Entrosedimentación Wintrobe	20	mm/hora	1 - 20



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: L.cda. Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1648

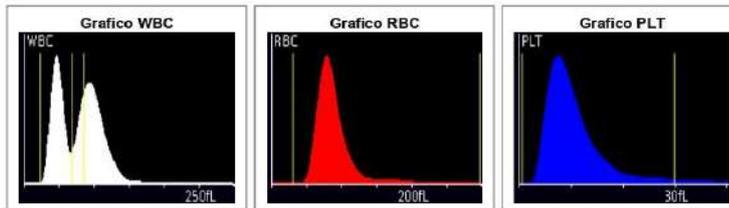
PACIENTE NN 7

Identificación:
Fecha nacimiento: 1982-03-11
Edad: 40 años 4 meses **Sexo:** Masculino

Fecha de ingreso: 2022-06-03 8:22AM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:46AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	5.28	10 ⁶ /μL	4.9 - 5.8
Hemoglobina	16.5	g/dL	14.5 - 17
Hematocrito	48.6	%	38 - 55
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	92.3	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	↑ 31.2	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	33.9	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	14	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	45.5	μm ³	
Plaquetas	338	10 ⁹ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.33	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	9.8	μm ³	7.4 - 11
Índice de Distribución Plaquetaria (PDW)c	12.3	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento células grandes)	83	10 ⁹ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción células grandes)	24.5	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	7.36	10 ⁹ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	42	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	50	%	46 - 65
Monocitos (%)	4	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	4	%	0 - 6
Linfocitos (#)	2.77	10 ⁹ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	3.46	10 ⁹ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	↑ 1.13	10 ⁹ /μL	0.3 - 1
Entrosedimentación Wintrobe	3	mm/hora	1 - 20



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: Lcda. Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1649

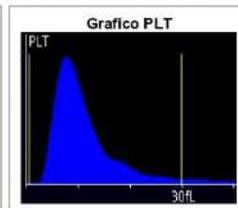
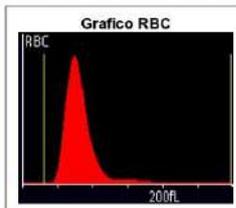
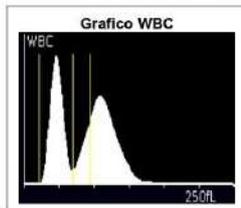
PACIENTE NN 8

Identificación:
Fecha nacimiento: 1990-11-08
Edad: 31 años 8 meses Sexo: Femenino

Fecha de ingreso: 2022-06-03 9:20AM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:46AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	4.84	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	14	g/dL	14 - 16.5
Hematocrito	41.6	%	37 - 50
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	85.9	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	28.6	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	33.4	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	12.8	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	41.5	μm ³	
Plaquetas	354	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.37	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	10.3	μm ³	7.4 - 11
Indice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	12.3	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento células grandes)	98	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción células grandes)	27.7	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	6.8	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	39	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	54	%	46 - 65
Monocitos (%)	4	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	3	%	0 - 6
Linfocitos (#)	2.55	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	3.77	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	0.48	10 ³ /μL	0.3 - 1
Entrosedimentación Wintrobe	15	mm/hora	1 - 20



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: Lcda. Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1566

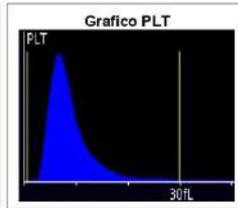
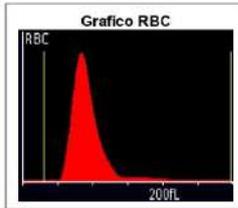
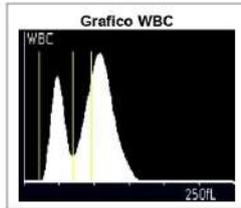
PACIENTE NN 9

Identificación:
Fecha nacimiento: 1994-09-27
Edad: 27 años 9 meses **Sexo:** Femenino

Fecha de ingreso: 2022-06-07 9:21AM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:46AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	4.68	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	14.8	g/dL	14 - 16.5
Hematocrito	43.7	%	37 - 50
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	97.5	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	↑ 33	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	33.9	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	12.3	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	44	μm ³	
Plaquetas	273	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.23	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	8.3	μm ³	7.4 - 11
Índice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	↓ 9.6	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento células grandes)	↓ 42	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción células grandes)	18.3	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	4.68	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	29	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	64	%	46 - 65
Monocitos (%)	4	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	3	%	0 - 6
Linfocitos (#)	1.27	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	2.95	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	0.46	10 ³ /μL	0.3 - 1
Entrosedimentación Wintrobe	4	mm/hora	1 - 20



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: Loda Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1764

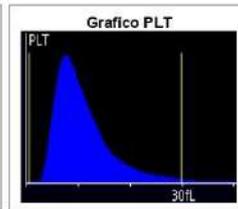
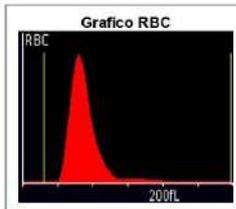
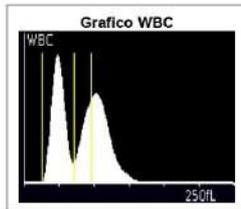
PACIENTE NN 10

Identificación:
Fecha nacimiento: 1993-06-25
Edad: 29 años 1 mes Sexo: Femenino

Fecha de ingreso: 2022-06-09 8:39AM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:47AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	↓ 4.57	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	14.4	g/dL	14 - 16.5
Hematocrito	42.6	%	37 - 50
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	93.4	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	↑ 31.3	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	33.7	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	11.8	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	41.5	μm ³	
Plaquetas	332	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.35	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	10.5	μm ³	7.4 - 11
Índice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	13.3	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento células grandes)	99	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción células grandes)	29.7	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	↓ 4.23	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	41	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	52	%	46 - 65
Monocitos (%)	4	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	3	%	0 - 6
Linfocitos (#)	1.68	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	2.06	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	0.49	10 ³ /μL	0.3 - 1
Entrosedimentación Wintrobe	13	mm/hora	1 - 20



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: Lcda. Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1765

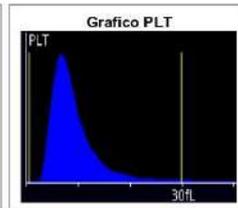
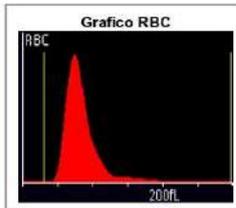
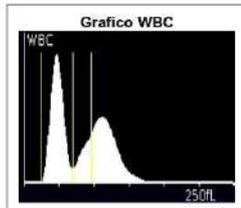
PACIENTE NN 11

Identificación:
 Fecha nacimiento: 1992-09-23
 Edad: 29 años 10 meses Sexo: Masculino

Fecha de ingreso: 2022-06-09 10:35AM GMT-05
 Fecha de impresión: 2022-08-22 7:47AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	5.71	10 ⁶ /μL	4.9 - 5.8
Hemoglobina	17.0	g/dL	14.5 - 17
Hematocrito	50.5	%	38 - 55
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	88.5	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	30	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	34	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	13.1	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	43.2	μm ³	
Plaquetas	376	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.33	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	8.8	μm ³	7.4 - 11
Índice de Distribución Plaquetaria (PDW)c	10.1	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento células grandes)	63	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción células grandes)	18.6	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	5.27	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	44	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	48	%	46 - 65
Monocitos (%)	4	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	4	%	0 - 6
Linfocitos (#)	2.26	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	2.48	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	0.53	10 ³ /μL	0.3 - 1
Eritrosedimentación Wintrobe	2	mm/hora	1 - 20



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: Lcda. Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1783

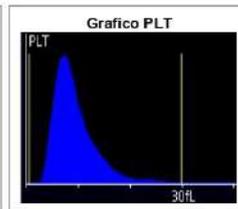
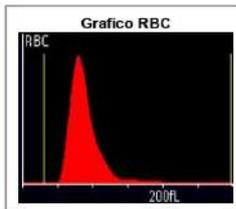
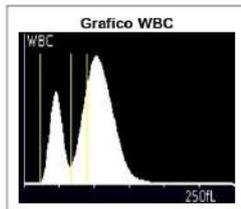
PACIENTE NN 12

Identificación:
Fecha nacimiento: 1985-04-05
Edad: 37 años 4 meses Sexo: Femenino

Fecha de ingreso: 2022-06-08 12:04PM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:48AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	↓ 4.3	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	14.1	g/dL	14 - 16.5
Hematocrito	40.2	%	37 - 50
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	93.9	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	↑ 32.7	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	35	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	11.6	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	44	μm ³	
Plaquetas	295	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.27	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	9.1	μm ³	7.4 - 11
Índice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	11.1	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento celulas grandes)	56	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción celulas grandes)	18.8	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	8.86	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	↓ 25	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	↑ 70	%	46 - 65
Monocitos (%)	↓ 3	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	2	%	0 - 6
Linfocitos (#)	1.96	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	6.25	10 ³ /μL	1.8 - 7
Monocitos (#)	0.65	10 ³ /μL	0.3 - 1
Eritrosedimentación Wintrobe	9	mm/hora	1 - 20



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: Lcda. Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1784

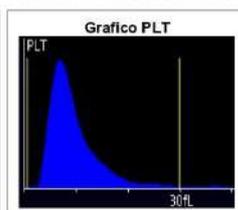
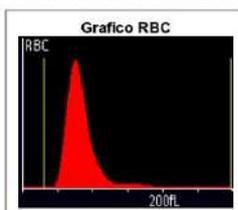
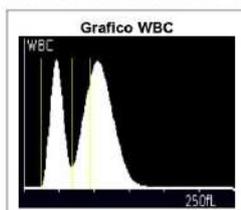
PACIENTE NN 13

Identificación:
Fecha nacimiento: 1997-01-18
Edad: 25 años 7 meses Sexo: Femenino

Fecha de ingreso: 2022-06-08 12:09PM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:48AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	4.76	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	14.7	g/dL	14 - 16.5
Hematocrito	41.9	%	37 - 50
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	88.1	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	30.7	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	35	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	12.3	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	40.7	μm ³	
Plaquetas	305	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.28	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	9.1	μm ³	7.4 - 11
Índice de Distribución Plaquetaria (PDW)c	11.1	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento celulas grandes)	60	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción celulas grandes)	19.7	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	7.22	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	31	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	63	%	46 - 65
Monocitos (%)	4	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	2	%	0 - 6
Linfocitos (#)	2.15	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrofilos (#)	4.38	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	0.69	10 ³ /μL	0.3 - 1
Entrosedimentación Wintrobe	10	mm/hora	1 - 20



Método: CBC-JMI Automatizado

Validado por: Lcda. Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1792

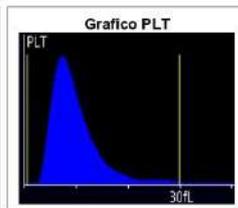
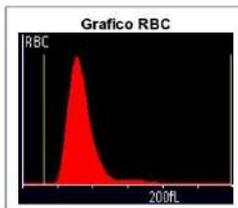
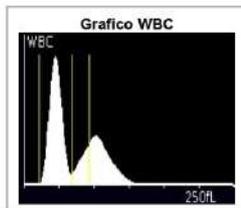
PACIENTE NN 14

Identificación:
Fecha nacimiento: 2008-08-31
Edad: 13 años 11 meses Sexo: Femenino

Fecha de ingreso: 2022-06-09 09:26PM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:49AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	4.8	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	14.7	g/dL	11.7 - 16
Hematocrito	43.2	%	35 - 48
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	90.3	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	30.6	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	33.9	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	12.3	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	42.4	μm ³	
Plaquetas	270	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.25	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	9.3	μm ³	7.4 - 11
Índice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	11.1	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento celulas grandes)	56	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción celulas grandes)	20.6	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	↓ 4.23	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	↑ 53	%	32 - 50
Neutrófilos (%)	↓ 39	%	40 - 58
Monocitos (%)	4	%	3 - 7
Eosinófilos (%)	4	%	0 - 6
Linfocitos (#)	2.22	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	1.62	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	0.39	10 ³ /μL	0.3 - 1
Eritrosedimentación Wintrobe	2	mm/hora	1 - 15



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: Lcda. Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1830

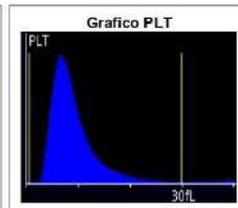
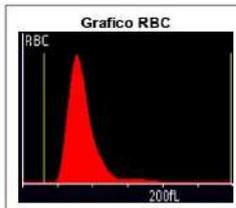
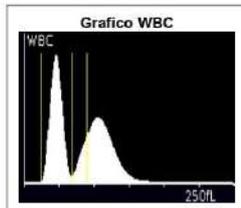
PACIENTE NN 15

Identificación:
Fecha nacimiento: 1956-05-01
Edad: 66 años 3 meses Sexo: Femenino

Fecha de ingreso: 2022-06-10 10:07PM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:49AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	4.86	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	15.1	g/dL	14 - 16.5
Hematocrito	44.2	%	37 - 50
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	91.3	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	31	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	34.1	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	12.6	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	43.2	μm ³	
Plaquetas	276	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.24	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	8.6	μm ³	7.4 - 11
Índice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	10.1	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento celulas grandes)	45	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción celulas grandes)	18.3	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	7.43	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	44	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	50	%	46 - 65
Monocitos (%)	4	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	2	%	0 - 6
Linfocitos (#)	3.21	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	3.76	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	0.46	10 ³ /μL	0.3 - 1
Eritrosedimentación Wintrobe	12	mm/hora	1 - 20



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: Lcda. Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1867

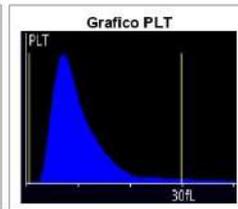
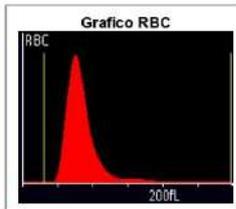
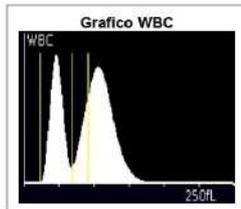
PACIENTE NN 16

Identificación:
Fecha nacimiento: 1973-06-26
Edad: 49 años 1 mes Sexo: Femenino

Fecha de ingreso: 2022-08-13 4:23PM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:49AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	4.96	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	15.2	g/dL	14 - 16.5
Hematocrito	44.1	%	37 - 50
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	88.8	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	30.5	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	34.5	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	13.3	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	41.5	μm ³	
Plaquetas	329	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.32	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	9.6	μm ³	7.4 - 11
Indice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	12.1	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento celulas grandes)	78	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción celulas grandes)	23.7	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	8.54	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	32	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	61	%	46 - 65
Monocitos (%)	4	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	3	%	0 - 6
Linfocitos (#)	2.67	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	5.23	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	0.64	10 ³ /μL	0.3 - 1
Eritrosedimentación Wintrobe	8	mm/hora	1 - 20



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: Lcda. Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1771

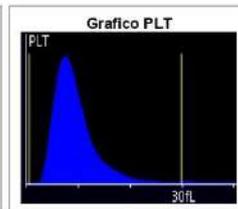
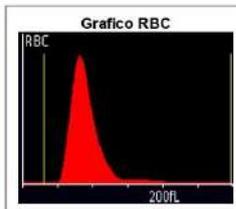
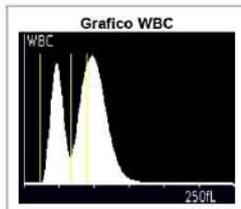
PACIENTE NN 17

Identificación:
Fecha nacimiento: 1996-04-20
Edad: 26 años 3 meses Sexo: Femenino

Fecha de ingreso: 2022-06-14 4:23PM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:50AM GMT-05
Médico: LABORATORIO LABNU

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	4.69	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	15.5	g/dL	14 - 16.5
Hematocrito	44.8	%	37 - 50
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	95.6	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	↑ 33	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	34.6	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	12.3	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	45.5	μm ²	
Plaquetas	↑ 477	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.43	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	9.1	μm ³	7.4 - 11
Índice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	10.5	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento células grandes)	85	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción células grandes)	18.7	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	9.67	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	30	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	62	%	46 - 65
Monocitos (%)	4	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	4	%	0 - 6
Linfocitos (#)	2.84	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	5.83	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	1	10 ³ /μL	0.3 - 1
Entrosedimentación Wintrobe	10	mm/hora	1 - 20



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: Lcda. Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1773

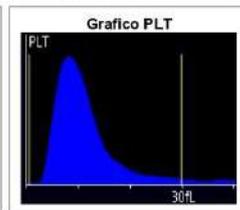
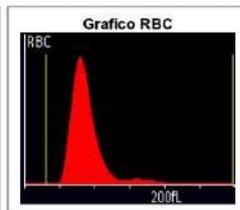
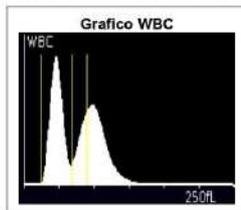
PACIENTE NN 18

Identificación:
Fecha nacimiento: 1989-02-01
Edad: 33 años 6 meses Sexo: Masculino

Fecha de ingreso: 2022-06-14 9:33AM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:51AM GMT-05
Médico: LABORATORIO LABNU

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	5.78	10 ⁶ /μL	4.9 - 5.8
Hemoglobina	↑ 17.5	g/dL	14.5 - 17
Hematocrito	53.8	%	38 - 55
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	93	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	30.2	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	32.5	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	12.3	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	41.5	μm ³	
Plaquetas	240	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.25	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	10.5	μm ³	7.4 - 11
Índice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	12.5	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento celulas grandes)	66	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción celulas grandes)	27.3	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	5.3	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	43	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	50	%	46 - 65
Monocitos (%)	4	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	3	%	0 - 6
Linfocitos (#)	2.21	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrofilos (#)	2.52	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	0.57	10 ³ /μL	0.3 - 1
Entrosedimentación Wintrobe	4	mm/hora	1 - 20



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: Lcda. Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1776

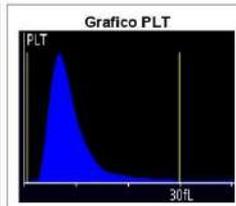
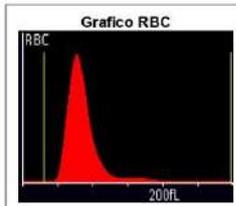
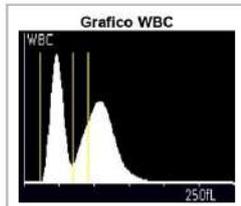
PACIENTE NN 19

Identificación:
Fecha nacimiento: 1992-03-31
Edad: 30 años 3 meses Sexo: Masculino

Fecha de ingreso: 2022-06-15 8:01AM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-12 9:07AM GMT-05
Médico: LABORATORIO LABNU

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	5.32	10 ⁶ /μL	4.9 - 5.8
Hemoglobina	16.5	g/dL	14.5 - 17
Hematocrito	47.9	%	38 - 55
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	90.1	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	30.8	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	34.4	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	13.1	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	41.5	μm ³	
Plaquetas	314	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.27	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	8.6	μm ³	7.4 - 11
Índice de Distribución Plaquetaria (PDW)c	↓ 9.6	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento células grandes)	46	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción células grandes)	↓ 14.6	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	7.41	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	38	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	55	%	46 - 65
Monocitos (%)	4	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	3	%	0 - 6
Linfocitos (#)	2.82	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrófilos (#)	3.97	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	0.62	10 ³ /μL	0.3 - 1
Entrosedimentación Wintrobe	6	mm/hora	1 - 20



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: Loda Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1777

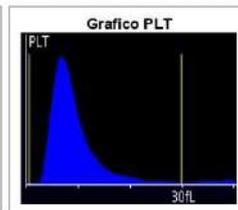
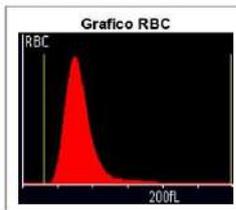
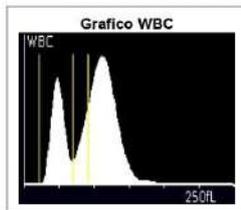
PACIENTE NN 20

Identificación:
Fecha nacimiento: 1975-01-30
Edad: 47 años 5 meses Sexo: Femenino

Fecha de ingreso: 2022-06-15 8:02AM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:41AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	5.09	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	14	g/dL	14 - 16.5
Hematocrito	44.1	%	37 - 50
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	86.8	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	27.5	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	31.7	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	15.1	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	45.5	μm ³	
Plaquetas	385	10 ³ /μL	150 - 450
Plaquetocrito	0.33	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	8.6	μm ³	7.4 - 11
Indice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	↓ 9.8	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento celulas grandes)	71	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción celulas grandes)	↓ 15.8	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	5.93	10 ³ /μL	4.5 - 11
Linfocitos (%)	28	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	65	%	46 - 65
Monocitos (%)	4	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	3	%	0 - 6
Linfocitos (#)	1.46	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrofilos (#)	4.01	10 ³ /μL	1.6 - 7
Monocitos (#)	0.46	10 ³ /μL	0.3 - 1
Entrosedimentación Wintrobe	10	mm/hora	1 - 20



Método: CBC-IMI Automatizado

Validado por: Lcda. Iveth Nuñez

ORDEN NO. 1778

PACIENTE NN 21

Identificación:
Fecha nacimiento: 1947-09-17
Edad: 74 años 10 meses Sexo: Femenino

Fecha de ingreso: 2022-06-15 8:15AM GMT-05
Fecha de impresión: 2022-08-22 7:43AM GMT-05

Informe de resultados

EXAMEN	RESULTADO	UNIDAD	V. REFERENCIA
HEMATOLOGÍA			
BIOMETRÍA HEMÁTICA			
Recuento de Glóbulos Rojos	↓ 4.01	10 ⁶ /μL	4.6 - 6
Hemoglobina	↓ 11.3	g/dL	14 - 16.5
Hematocrito	↓ 34.0	%	37 - 50
• Hematocrito Manual: 36 %			
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	84.5	μm ³	80 - 100
Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)	28.1	pg	27 - 31
Concentración de Hb Corp. Media (CHCM)	33.2	g/dL	30 - 36
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)c	14.1	%	11.5 - 15.5
Ancho de Distribución Eritrocitaria (RDW)s	44	μm ³	
Plaquetas	↑ 567	10 ³ /μL	150 - 450
• Contaje Manual de Plaquetas: 515 000 /uL			
Plaquetocrito	↑ 0.56	%	0.1 - 0.5
Volumen Plaquetario Medio (MPV)	9.8	μm ³	7.4 - 11
Indice de Distribución Plaquetaria (PDWc)	12.3	%	10 - 18
P-LCC (PLA: Recuento celulas grandes)	138	10 ³ /μL	44 - 140
P-LCR (PLA: Proporción celulas grandes)	24.3	%	18 - 50
Glóbulos Blancos	↑ 16.55	10 ³ /μL	4.5 - 11
• Contaje Manual de Globulos Blancos: 16 950 /uL			
Linfocitos (%)	↓ 10	%	28 - 44
Neutrófilos (%)	↑ 84	%	46 - 65
Monocitos (%)	↓ 3	%	4 - 6
Eosinófilos (%)	3	%	0 - 6
Linfocitos (#)	1.09	10 ³ /μL	1 - 4.4
Neutrofilos (#)	↑ 14.29	10 ³ /μL	1.8 - 7
Monocitos (#)	↑ 1.17	10 ³ /μL	0.3 - 1
Eritrosedimentación Wintrobe	↑ 24	mm/hora	1 - 20