



Title: Dispositivo para el control de la cadena de frío de muestras biológicas (DICAF)

Author: RAMÍREZ-QUIJAS, Mayra Denisse Jacqueline

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCONIMI Control Number: 2020-42
BCONIMI Classification (2020): 120320-0042

Pages: 27
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
143 – 50 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

| | | |
|---------|-------------|------------|
| Mexico | Colombia | Guatemala |
| Bolivia | Cameroon | Democratic |
| Spain | El Salvador | Republic |
| Ecuador | Taiwan | of Congo |
| Peru | Paraguay | Nicaragua |

CUERPO ACADÉMICO DE MODELADO MATEMÁTICO INGENIERA BIOMÉDICA



Profesores Investigadores

M.I. Pedro de Jesús López Cacho
M.C. Juana Lizbeth Gonzales Casillas
M.C. Mayra Denisse Ramírez Quijas
M.I. Edgar Rivera León

Alumnos

Noe Alejandro Flores Patiño (Estadía)
Alejandro Ramírez Escobar (Estadía)
Tanía Judith Mendoza Torres (Estancia)
Patria López
Ibeth Monteserrat
Samuel



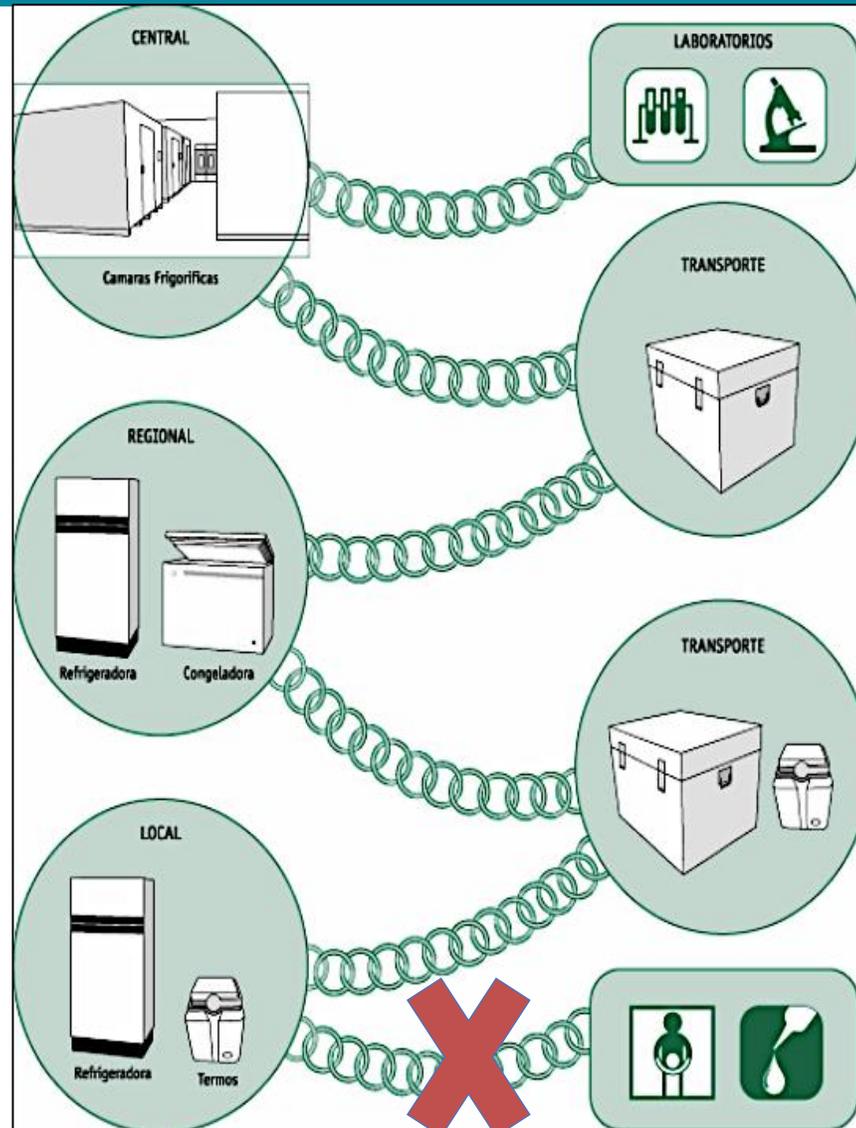
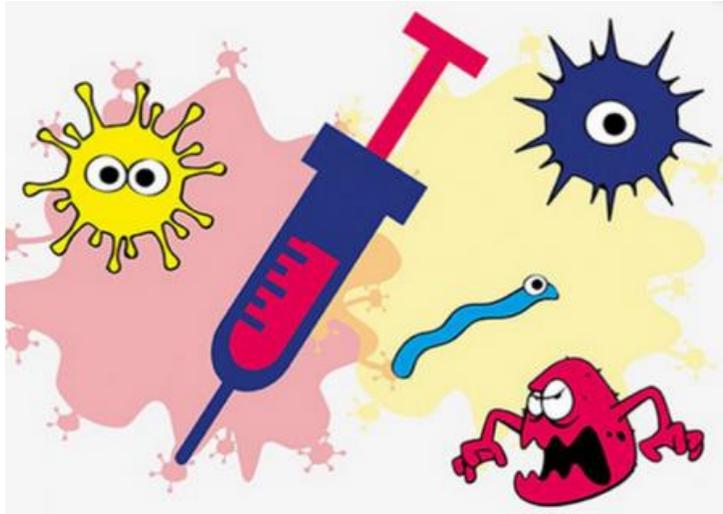


Fig. 1 Cadena de frío en vacunas



Virus y Bacterias

Atenuados e inactivos

2- 8 °C

Pérdida de la
cadena de frío



- ◆ Disminuyen su eficiencia
- ◆ Produce toxinas
- ◆ Riesgo para la salud
- ◆ Inseguras de utilizar



Campaña de vacunación



Ensamble del sistema
hermético

- ◆ Recorrer largas distancias a comunidades y colonias alejadas de la unidad de salud.
- ◆ Preparación de la hielera.
- ◆ Duración de la campaña de 5-8 horas.
- ◆ Abrir la hielera constantemente.
- ◆ Medir temperatura cada 2 horas y registrar en bitácora.
- ◆ Sistema de refrigeración obsoleto.

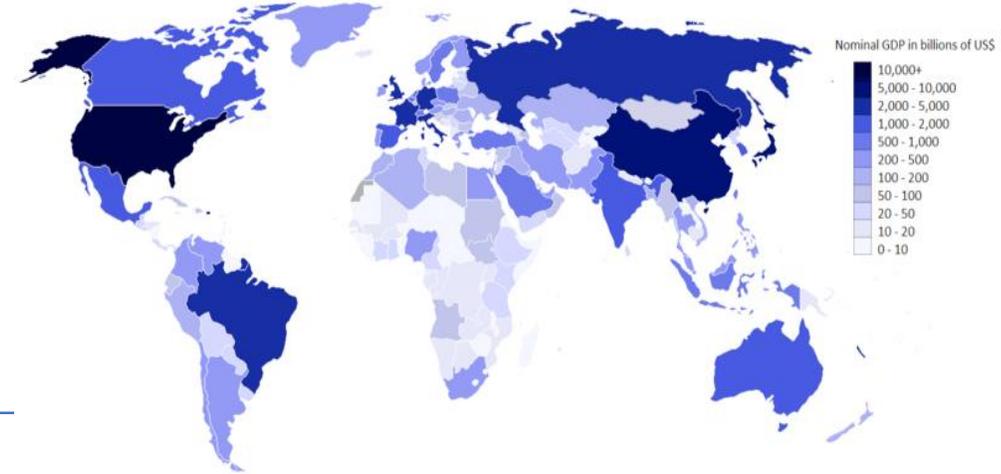


La vacunación es un derecho de la población, el 86% de la población esta inmunizada.

Mayo 2015

31 menores fueron afectados por falta de la cadena de frio en Chiapas de los cuales 2 fallecieron (IMSS).

17 millones de dosis desperdiciadas



- ◆ Falta de vacunación.
- ◆ Daños en la salud.
- ◆ Inversión económica para adquirir la vacunas en hospitales privados.

Tabla 1. Análisis comparativo de precios en vacunas del sector público y privado

| VACUNAS | PRECIO POR DOSIS EN IMSS | PRECIO POR DOSIS EN PRIVADO | NÚMERO TOTAL DE VACUNAS POR DÍA | PRECIO TOTAL IMSS (\$) | PRECIO TOTAL PRIVADO (\$) |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------------------|---------------------------|
| BCG | 249.1 | 588 | 2 | 498.2 | 1176 |
| HEPATITIS B | 22.2 | 525 | 4 | 88.8 | 2100 |
| P E N T A V A L E N T E | | | | | |
| ACELULAR | 355.63 | 900 | 5 | 1778.15 | 4500 |
| ROTAVIRUS | 73 | 995 | 3 | 219 | 2985 |
| ANTINEUMOCOCCICA | | | | | |
| TRECEVALENTE | 163.28 | 1067 | 4 | 653.12 | 4268 |
| DPT | 35.1 | 675 | 2 | 70.2 | 1350 |
| TRIPLE VIRAL | 101.8 | 540 | 2 | 203.6 | 1080 |
| VACUNA VPH | 172.5 | 4350 | 1 | 172.5 | 4350 |
| H E P T I T I S B | | | | | |
| ADOLESCENTE | 22.2 | 525 | 0 | 0 | 0 |
| HEPATITIS B GRUPO DE RIESGO | 22.2 | 525 | 1 | 22.2 | 525 |
| TOXÓIDE DIFTERINA | | | | | |
| ADOLESCENTE | 7.45 | 1463.5 | 0 | 0 | 0 |
| TOXOIDE DIFTERINA MUJER 20- 59 | 7.45 | 1463.5 | 1 | 7.45 | 1463.5 |
| TOXOIDE DIFTERINA HOMBRE 20-59 | 7.45 | 1463.5 | 1 | 7.45 | 1463.5 |
| TOXOIDE DIFTERINA EMBARAZADA | 7.45 | 1463.5 | 1 | 7.45 | 1463.5 |
| TOXOIDE TETÁNICO | | | | | |
| ADULTO | 7.45 | 1463.5 | 1 | 7.45 | 1463.5 |
| NEUMOCOCO | 183.7 | 450 | 1 | 183.7 | 450 |
| TDPA EN EMBARAZADAS | 235.88 | | 1 | 235.88 | 1000 |
| VARICELA | 343.32 | 1680 | 1 | 343.32 | 1680 |
| | | | | TOTAL PRECIO \$ | 4498.47 |
| | | | | | 31318 |

Surge la necesidad de desarrollar un sistema inteligente de monitoreo de temperatura de los equipos frigoríficos que almacenan y transporten sustancias biológicas; con el objetivo de controlar de manera eficiente los parámetros marcados por la OMS y se ajuste a las normativas mexicanas aplicables para estas sustancias.

- Norma Oficial Mexicana NOM-036-SSA2-2012.
- Norma Oficial Mexicana NOM-220-SSA1-2016.
- Manual que establece las disposiciones para mantener y controlar los equipos de la red de frío en el manejo de insumos para la salud en el IMSS.
- Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA2-1994

Diseño e implementación de un circuito electrónico para el monitoreo de condiciones ambientales óptimas de temperatura para el traslado de vacunas, así como desarrollar una plataforma para el registro y monitoreo de datos térmicos para un dispositivo que controle las condiciones térmicas óptimas en el traslado de vacunas aplicando las normas en el manejo del control de la cadena de frío, garantizando la integridad y seguridad de los productos.

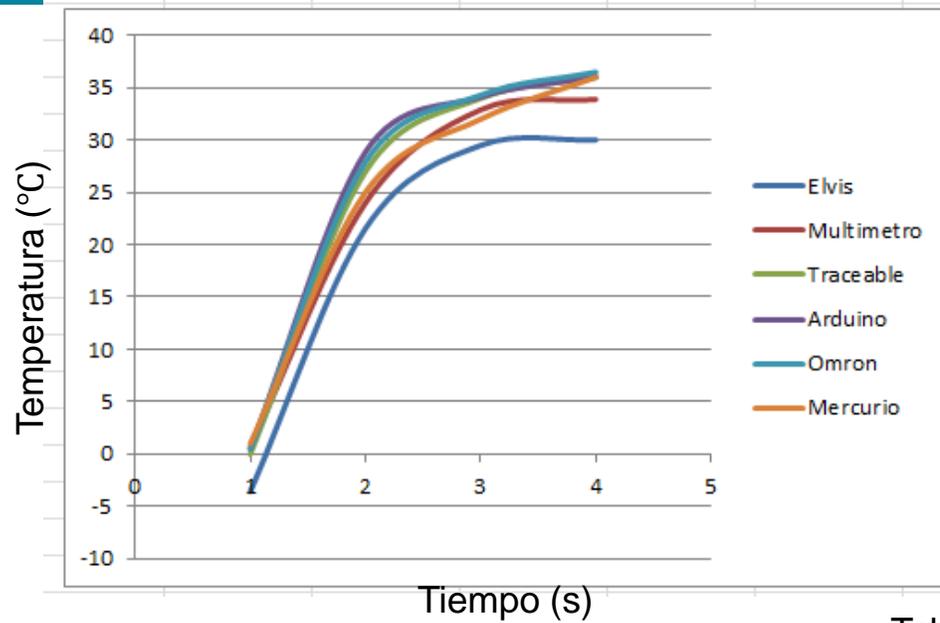
1. Revisar protocolos y bitácoras que se utilizan en hospitales y clínicas de la región.
2. Hacer uso de una tarjeta de adquisición para obtener datos térmicos del sensor más apto a utilizar.
3. Desarrollar una base de datos para el registro de los datos adquiridos tomando en cuenta el ID del registro, responsable, la fecha y la hora.
4. Realizar monitoreo de datos en tiempo real vía internet a través del diseño una interfaz para visualización de los registros a través de tablas y gráficas con un sistema de ingreso de usuario para seguridad del usuario.
5. Desarrollar un apartado de búsqueda dinámica para analizar los registros de temperatura por día, implementando la herramienta de creación de archivos PDF para la evidencia física de registros por día.
6. Instalar la plataforma en el sistema de Raspberry.
7. Diseño del dispositivo inteligente

- IMSS 14 Silao
- CAISES Silao
- CAISES Romita



- Medias
- Pesos
- Materiales
- Asesoría

Fig. 5, 6, 7 y 8 Partes del sistema de transporte de vacunas en campañas de vacunación



Grafica 1. Curva de temperatura

Tabla 2. Temperatura en °C de 6 termómetros para curva de calibración

| | Agua fría C | Temperatura Ambiente C | Temperatura corporal C |
|----------------------------|-------------|------------------------|------------------------|
| Elvis | -3.567 | 21.57 | 30.03 |
| Multímetro | 0.7 | 24 | 33.9 |
| Traceable | 0 | 27 | 36 |
| Tarjeta programable | 0.5 | 28.87 | 36.06 |
| Omron | 0.5 | 27.9 | 36.5 |
| Mercurio | 1 | 25 | 36 |

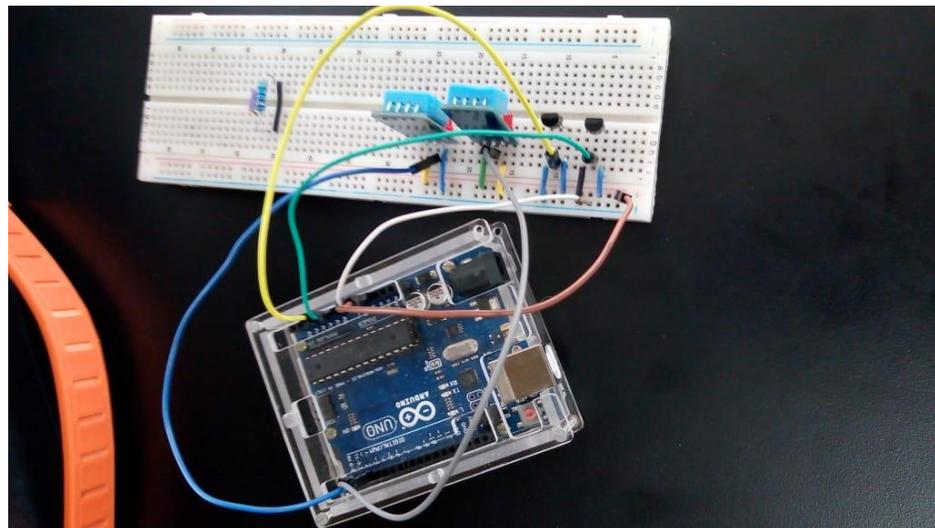
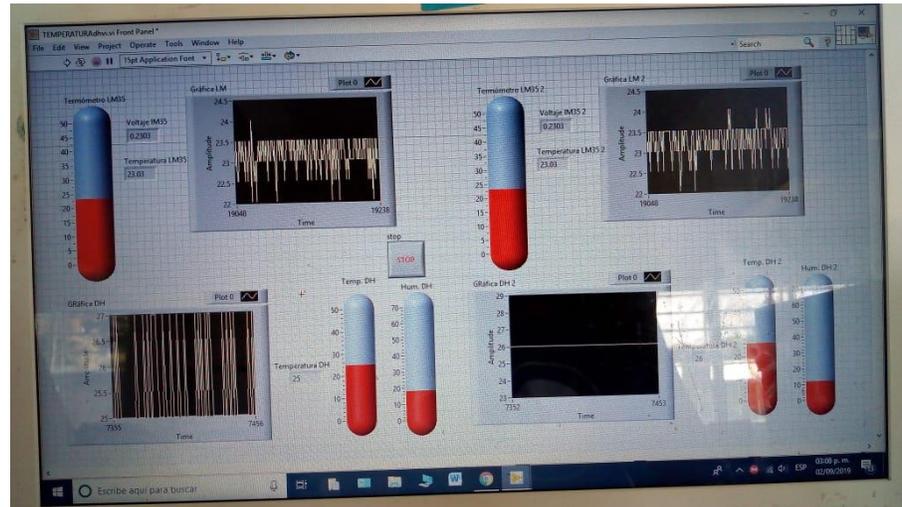


Figura 9, 10 y 11 Pruebas de calibración de termómetros

Sensor Traceable DS18B20

Sensor resistente a la humedad
Rango de temperatura es de -
55°C- 125 °C
Rango de alimentación de 3 a 5 V

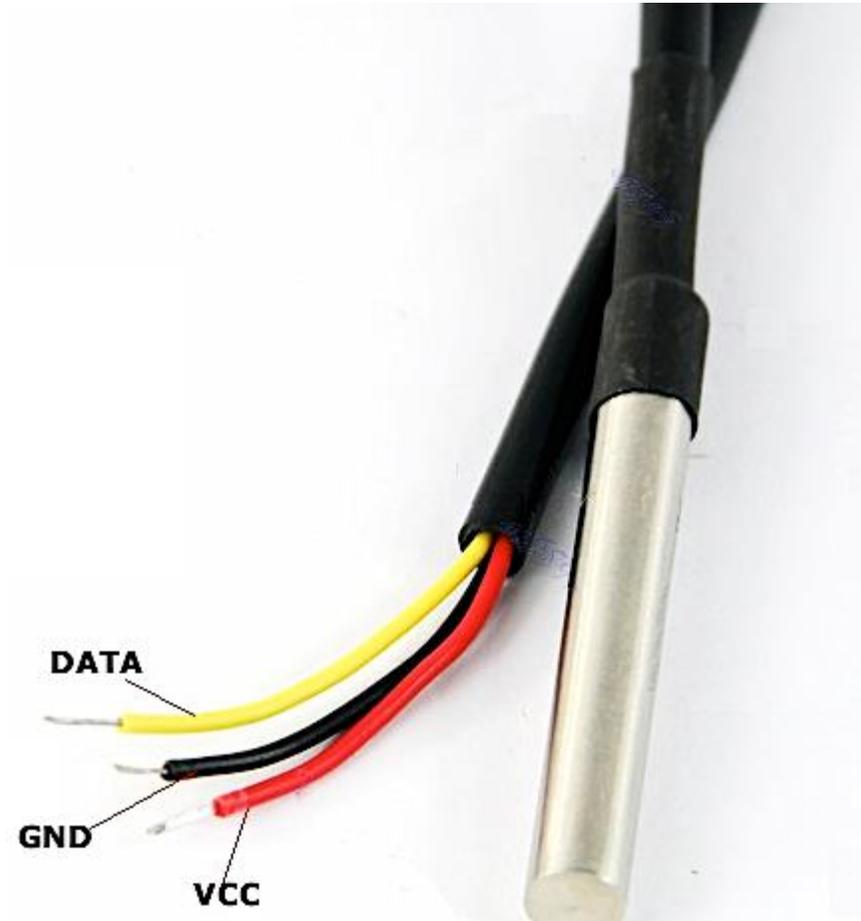


Figura 12. Sensor
DS18B20

- Base de datos en MySQL
- Código en PHP

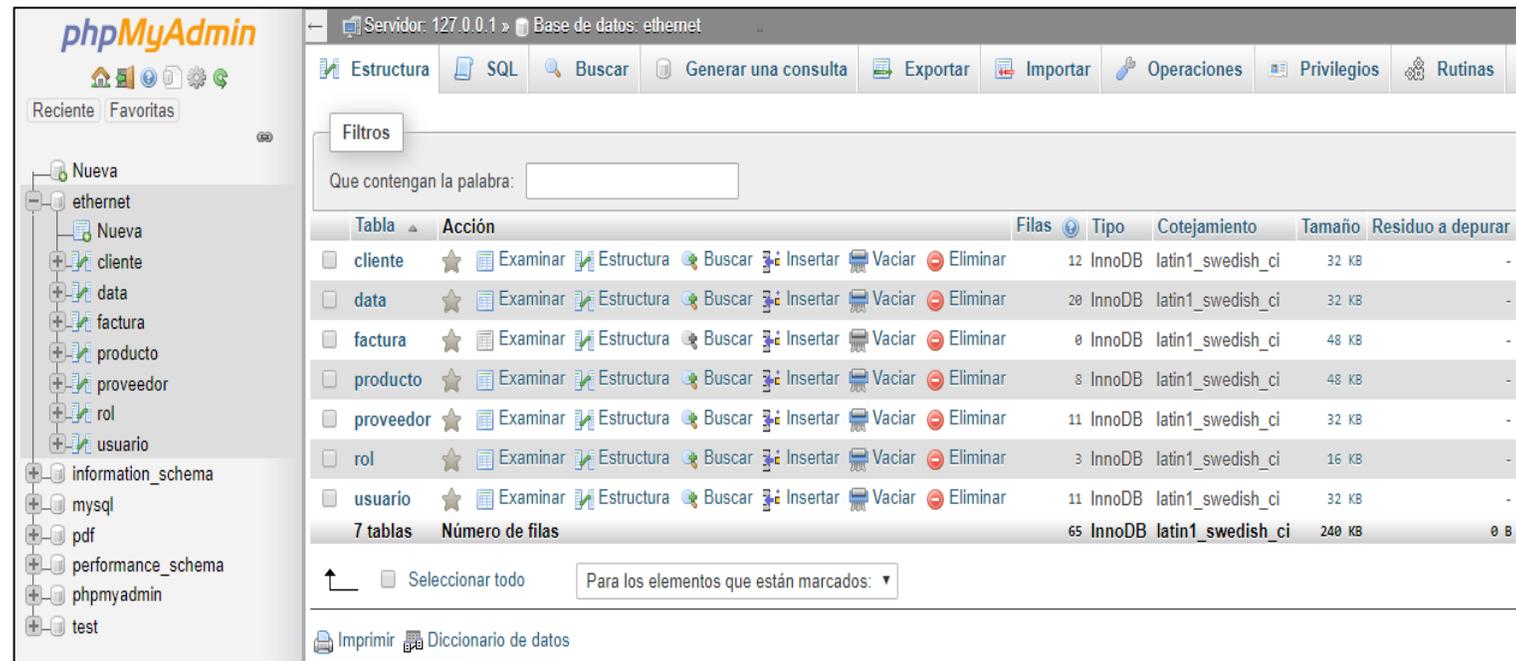


Fig. 13 Base de datos realizada en MySQL

Cadena de frio

Iniciar Sesión

o [Registrarse](#)

Fig. 14 Sistema de registro

Cadena de frio

Seleccione Ingresar sesion o Registrarse

[Iniciar Sesión](#) o [Registrarse](#)

INICIAR SESIÓN



Fig. 15 Sistema de registro

Registro usuario

Nombre

Correo electrónico

Usuario

Clave

Tipo Usuario

Fig. 16 Datos de registro

Lista de usuarios

| ID | Nombre | Correo | Usuario | Rol | Acciones |
|----|-------------------|--------------------------------|-----------|------------------|---|
| 1 | Alejandro Ramirez | are2879@gmail.com | admin | Administrador | Editar |
| 18 | Noe | 16030381@upbicentenario.edu.mx | noeflores | Personal medico | Editar Eliminar |
| 20 | Pedro Cacho | plopezc@upbicentenario.edu.mx | pedro | Personal tecnico | Editar Eliminar |

Fig. 17 Lista de usuarios

Sistema de monitorización de temperatura Silao Gto, 15 de Octubre de 2019 | ALEJANDRO RAMIREZ -1

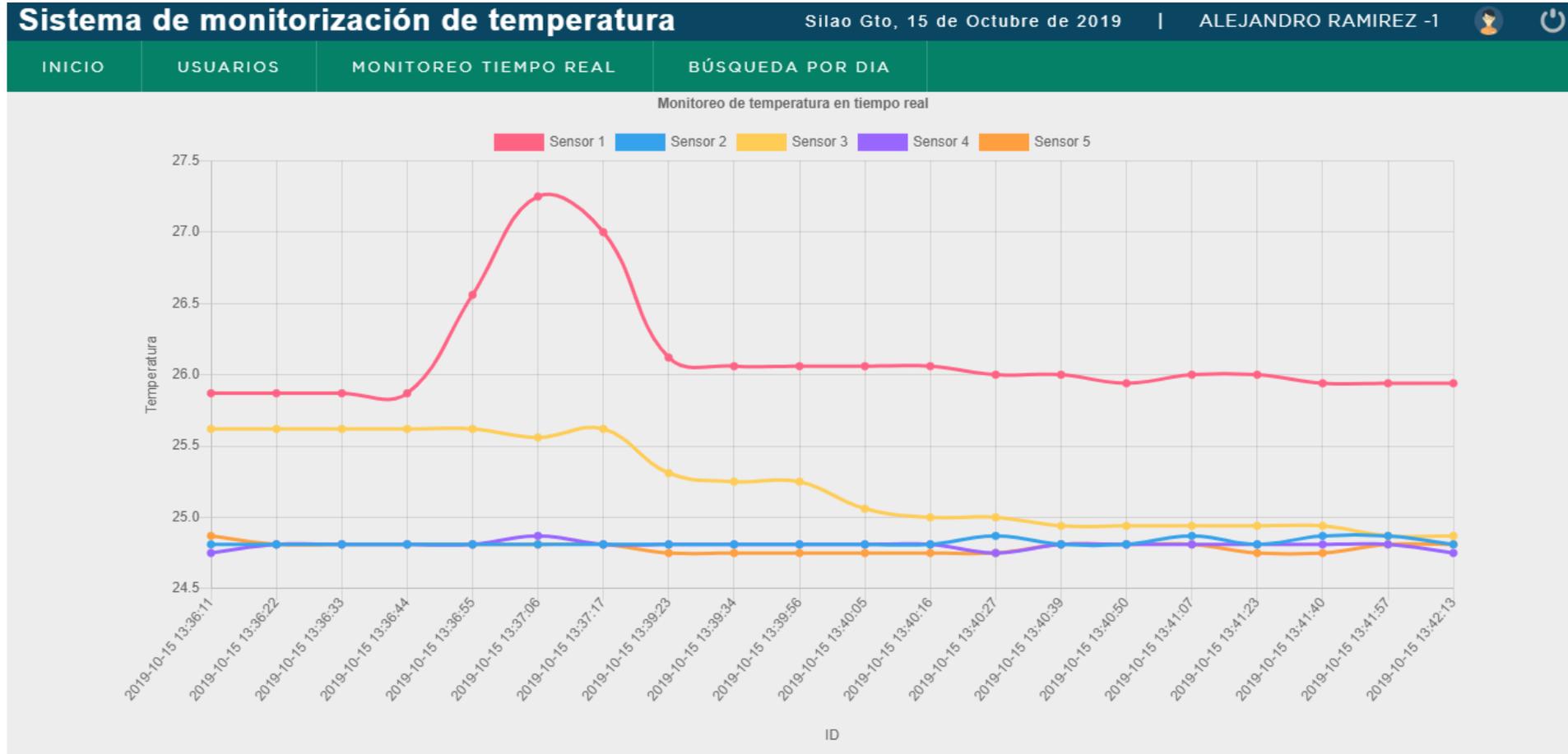
INICIO | USUARIOS | MONITOREO TIEMPO REAL | BÚSQUEDA POR DIA

Registro de temperatura histórico

| ID | Fecha | Sensor 1- °C | Sensor 2- °C | Sensor 3- °C | Sensor 4- °C | Sensor 5- °C |
|------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1675 | 2019-10-15 13:42:13 | 25.94 | 24.81 | 24.87 | 24.75 | 24.81 |
| 1674 | 2019-10-15 13:41:57 | 25.94 | 24.87 | 24.87 | 24.81 | 24.81 |
| 1673 | 2019-10-15 13:41:40 | 25.94 | 24.87 | 24.94 | 24.81 | 24.75 |
| 1672 | 2019-10-15 13:41:23 | 26.00 | 24.81 | 24.94 | 24.81 | 24.75 |
| 1671 | 2019-10-15 13:41:07 | 26.00 | 24.87 | 24.94 | 24.81 | 24.81 |
| 1670 | 2019-10-15 13:40:50 | 25.94 | 24.81 | 24.94 | 24.81 | 24.81 |
| 1669 | 2019-10-15 13:40:39 | 26.00 | 24.81 | 24.94 | 24.81 | 24.81 |
| 1668 | 2019-10-15 13:40:27 | 26.00 | 24.87 | 25.00 | 24.75 | 24.75 |
| 1667 | 2019-10-15 13:40:16 | 26.06 | 24.81 | 25.00 | 24.81 | 24.75 |
| 1666 | 2019-10-15 13:40:05 | 26.06 | 24.81 | 25.06 | 24.81 | 24.75 |

1 2 >> >|

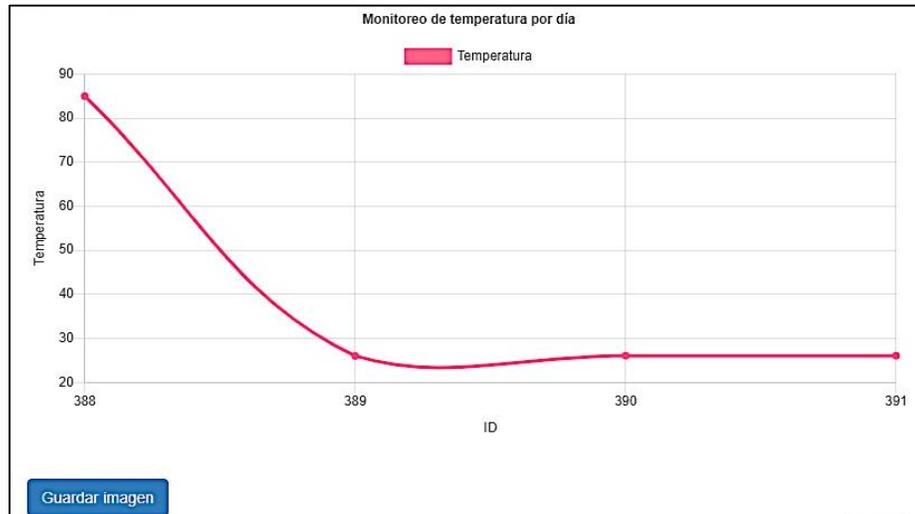
Fig. 17 Monitoreo de temperatura histórico



Grafica 2. Gráfica de por ID temperatura histórico



Figura 18. Monitoreo de temperatura por día



Grafica 3. Monitoreo de temperatura por día

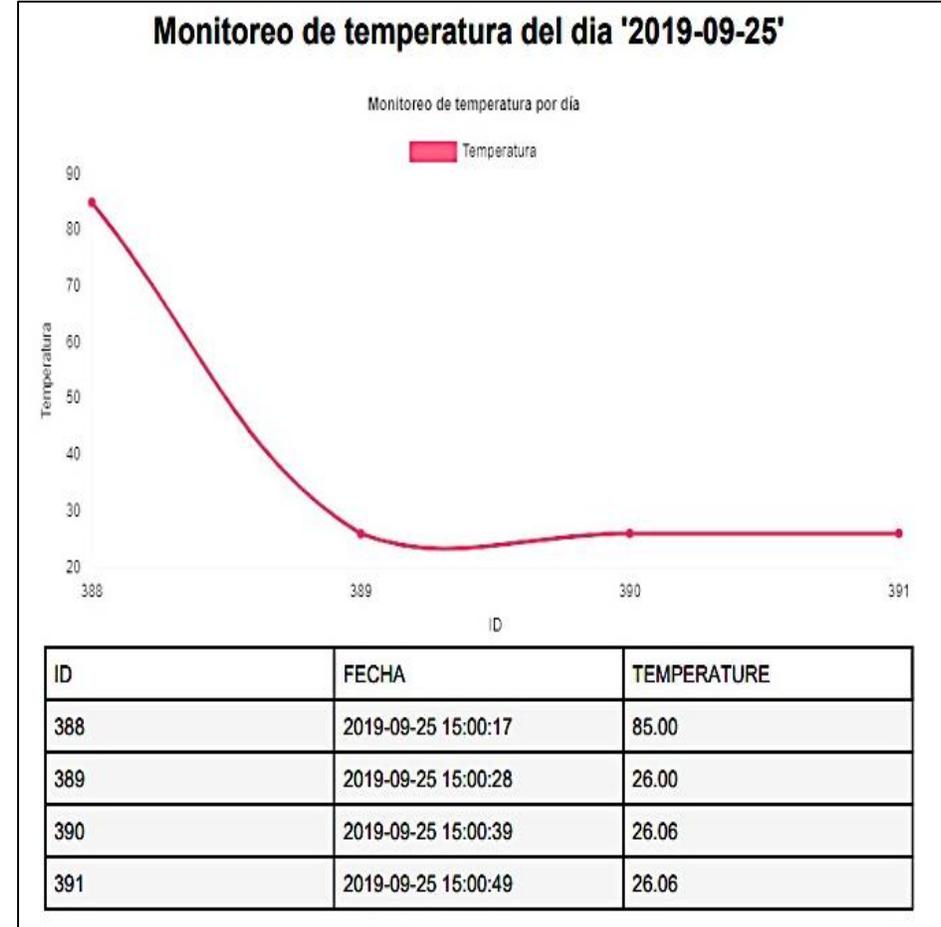


Figura 19. Formato en impresión PFD de monitoreo de temperatura por día



Figura 20. Sistema cargado en Raspberry



Figura 21. Pantalla para selección de biológicos

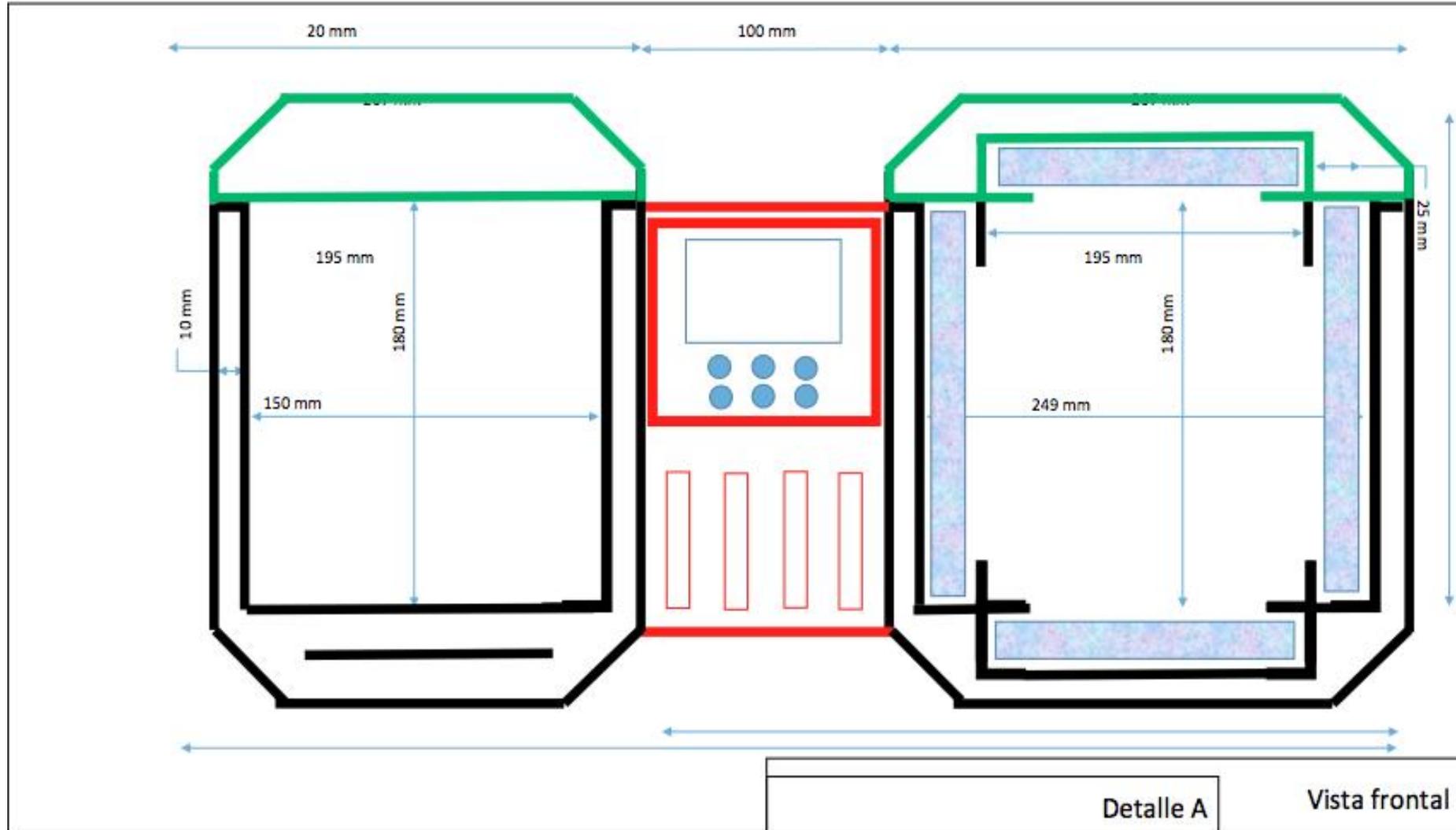


Figura 21. Diseño del dispositivo

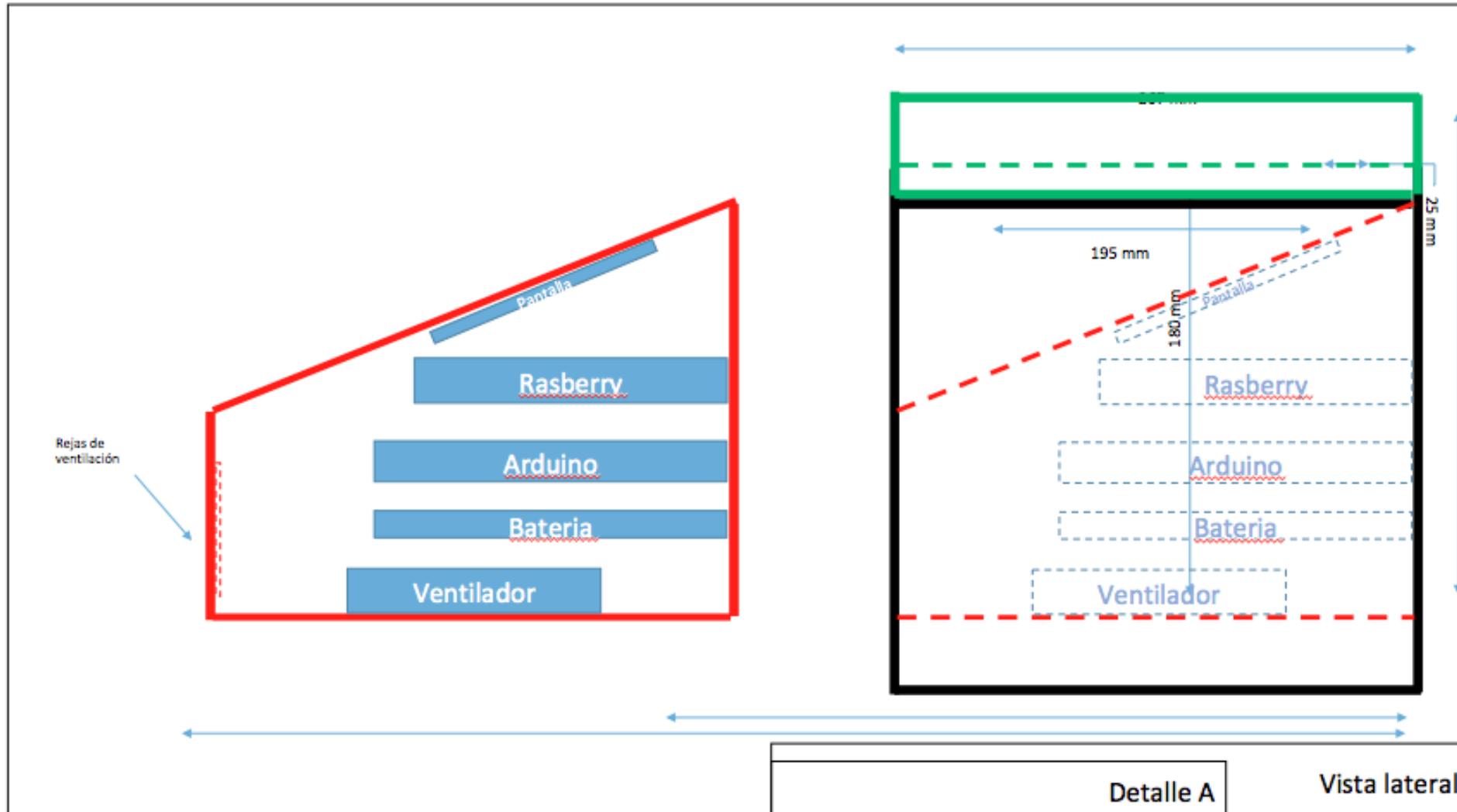
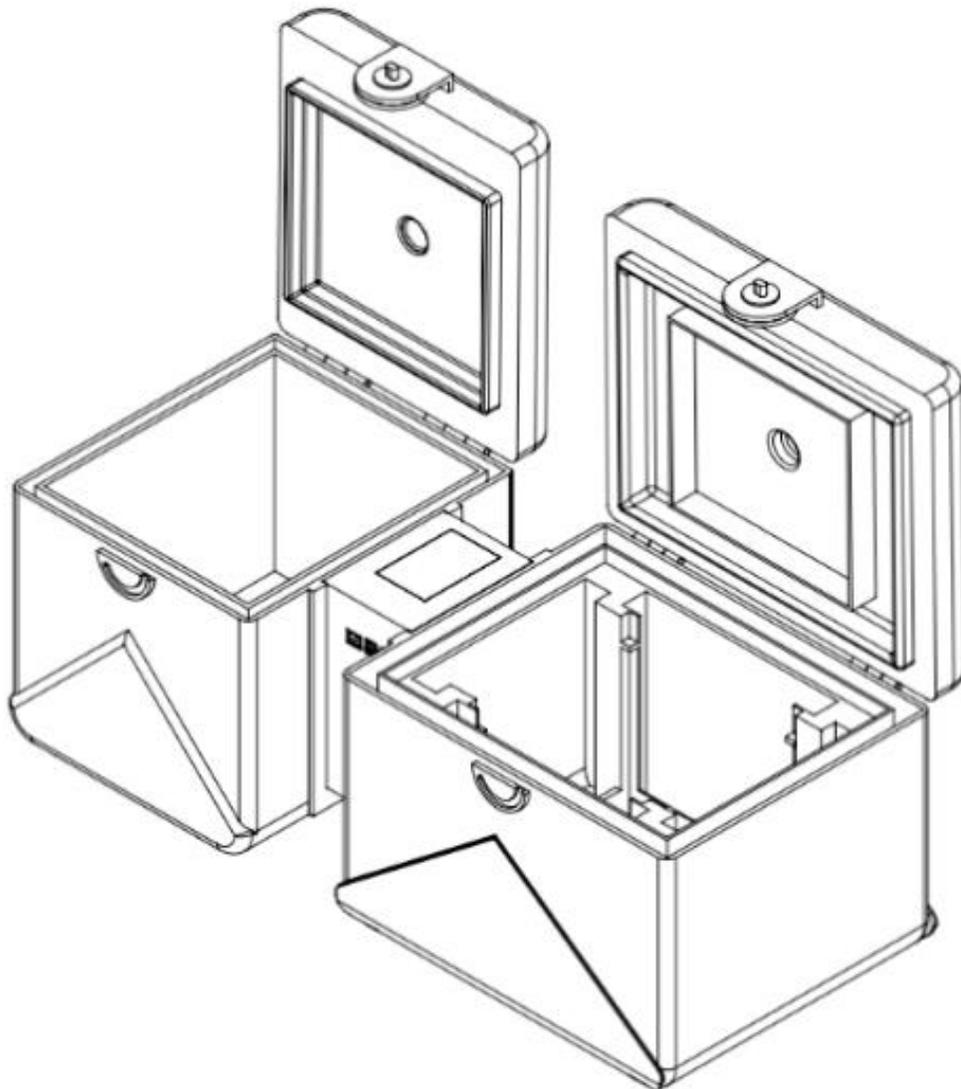


Figura 22. Diseño de la parte electrónica



- ✓ Sistema electrónico desmontable
- ✓ Dos tipos de almacenamiento
- ✓ Ajuste electrónico de temperatura
- ✓ Selección de parámetros
- ✓ Pantalla externa
- ✓ Gráfica en tiempo real
- ✓ Emisión de reporte en PDF

MODELO INDUSTRIAL

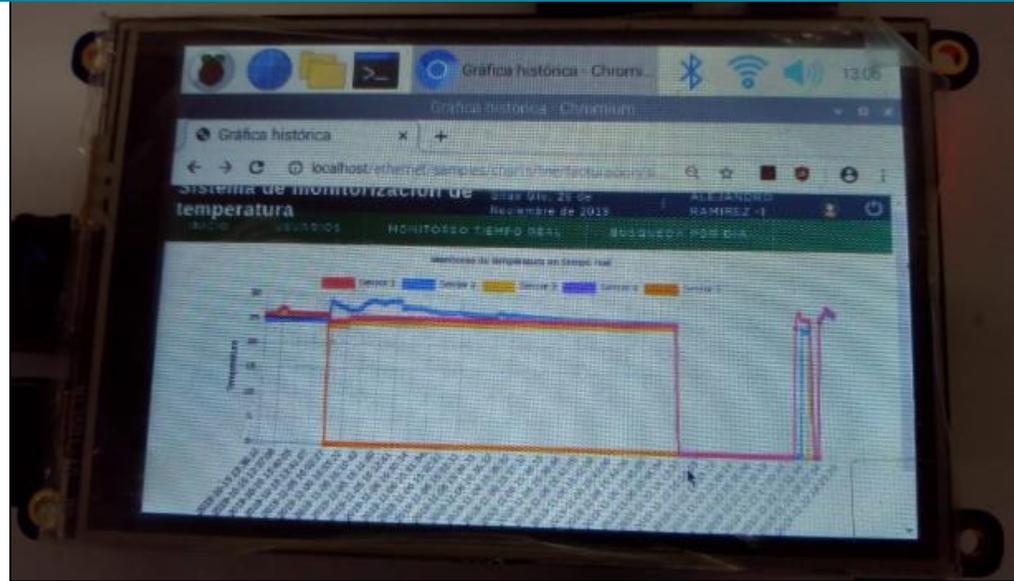
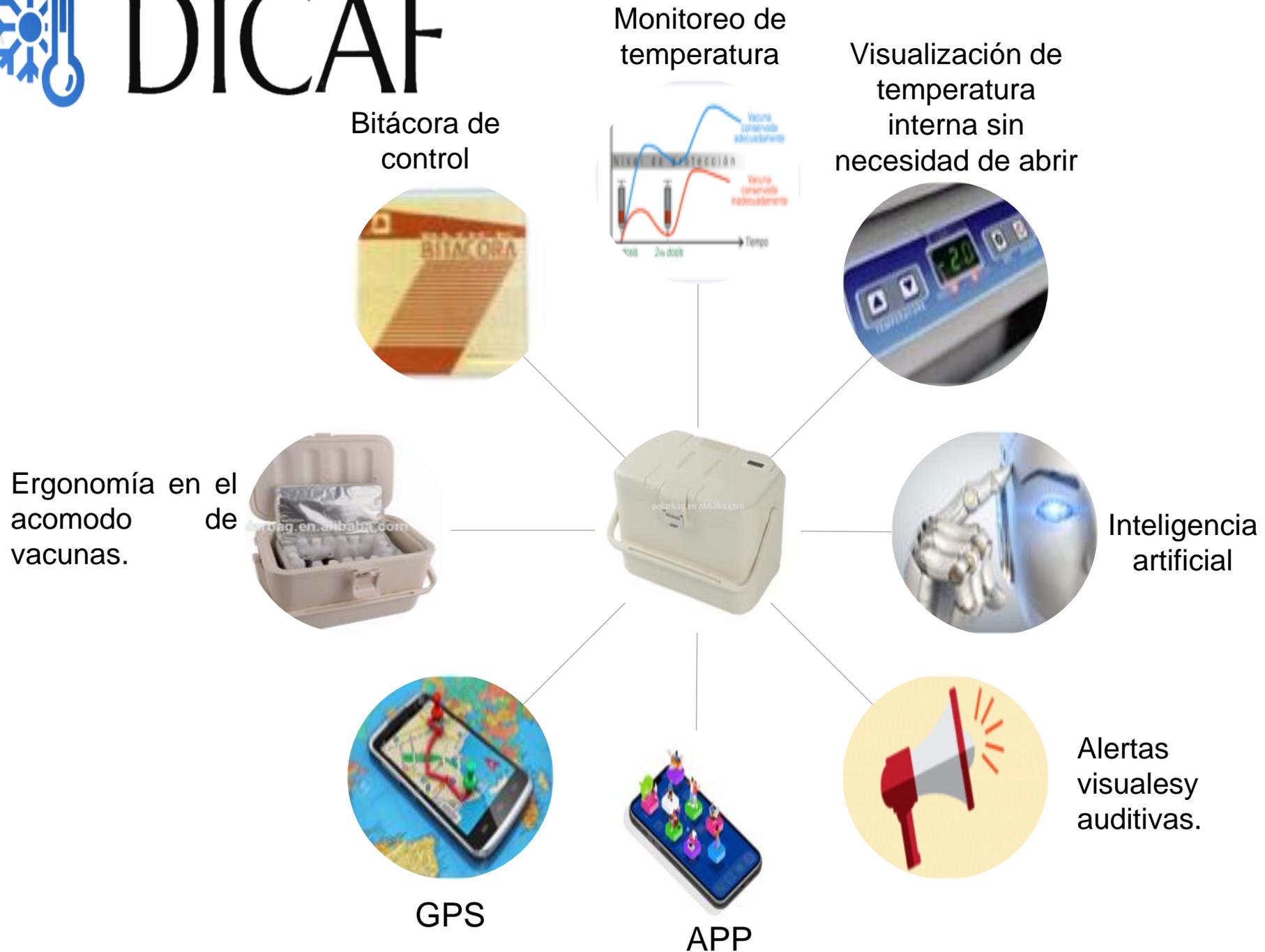


Figura 23 y 24. Funcionamiento del prototipo



DICAFA





ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCONIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)