

UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ



FACULTAD DE INGENIERÍA

Departamento de Ingeniería en Computación e Informática



**Sistema de comunicación asistencial para el
cuidado de personas en situación de dependencia
“ALBA”**

Autor(es): Daniel Alday

Tomás Silva

Juan Yampara

Asignatura: Proyecto II

Profesor: Diego Aracena

ARICA, 29 Agosto 2023

Historial de Cambios

Fecha	Versión	Descripción	Autor(es)
29/08/2023	1.0	Nombre de proyecto y panorama general	Juan Yampara
10/09/2023	1.2	Revisión y anotaciones en el informe.	Daniel Alday Tomás Silva Juan Yampara
12/09/2023	1.3	Distribución del informe y avance en el resumen de proyecto.	Daniel Alday Tomás Silva Juan Yampara
18/08/2023	1.4	Edición de la redacción del resumen	Juan Yampara
24/09/2023	1.5	Finalización de tareas para la primera entrega del informe	Daniel Alday Tomás Silva Juan Yampara

1. Tabla de contenidos

Historial de Cambios	2
1. Tabla de contenidos	3
2. Panorama General	5
2.1. Resumen del proyecto	5
2.1.1. Objetivo general	5
2.1.2. Objetivos específicos	5
2.2.3. Suposiciones y Restricciones	5
2.2.4. Entregables del proyecto	6
3. Organización del proyecto	7
3.1. Personal y entidades internas	7
3.2. Roles y Responsabilidades	7
3.3. Mecanismos de comunicación y organización	8
4. Planificación de los procesos de gestión	8
4.1. Planificación de recursos	8
4.1.1. Programación del proyecto	8
Equipos para la programación	8
Software externo utilizado	9
De uso libre	9
Pagados	9
Sistema operativo Raspberry Pi	10
4.1.2. Electrónica del proyecto	11
Raspberry Pi 4	11
Especificaciones técnicas	12
Sensores	13
Considerados	13
No considerados	14
Equipos móviles	15
4.1.3. Recursos Humanos	16
Costos hora por rol	16
Tiempo dedicado a cada rol (por tarea específica)	16
Costo de la contratación	17
4.2. Costos totales	18
4.2.1. Recursos tangibles	18
4.2.2. Recursos intangibles	18
4.2.3. Tabla de costos totales	18

4.3. Distribución de tiempos	19
4.3.1. Carta Gantt	19
4.3.2. Asignación de tiempos	19
Etapas previstas	19
4.4. Planificación de la gestión de riesgos	20
5. Referencias	22
5.1. Referencias Adicionales	23

2. Panorama General

2.1. Resumen del proyecto

La discapacidad en Chile es un problema social que ha tenido un antes y después del estudio ENDISC() del 2004, ya que provocó un mayor compromiso para la inclusión y participación social de las personas en situación de discapacidad¹. Según el estudio ENDISC del 2022, el 9.8% de la población adulta se encuentra en situación de dependencia, siendo el 3.8% de estas con una dependencia severa. Estos últimos son aquellos que requieren de un tercero para realizar algunas tareas o actividades diarias.

La labor de los cuidadores, por lo general, conlleva a la persona a sufrir de desgaste, sobrecarga y cuadros de estrés agudos, esto se agrava si el cuidador no posee las capacitaciones necesarias para el cuidado.

El proyecto "ALBA" busca mejorar la comunicación existente entre la persona en situación de dependencia y el cuidador, centrándose en el aumento de la independencia de la persona, facilitar el monitoreo de salud y reducir la carga laboral al personal encargado del cuidado de la persona.

2.1.1 Objetivo general

El objetivo del sistema "ALBA" es proveer una mejor comunicación entre el cuidador y la persona en situación de dependencia, brindando más independencia a la persona en situación de dependencia y reduciendo la carga laboral para el cuidador respectivamente.

2.1.2. Objetivos específicos

- Estudiar y definir los recursos necesarios para construir el sistema.
- Diseñar el sistema "ALBA" para su construcción.
- Planificar el desarrollo del proyecto.
- Desarrollar e implementar los conocimientos (desarrollo de software por ejemplo) y los recursos necesarios (uso del raspberry pi, sensores, entre otros) para desarrollar el sistema "ALBA".
- Realizar pruebas de los instrumentos del sistema para verificar el estado del proyecto.

2.2.3. Suposiciones y Restricciones

Se espera que el proyecto sea un éxito se deberá cumplir con las siguientes cuestiones:

- La persona en situación de dependencia tendrá la capacidad de utilizar el sistema "ALBA".
- El cuidador tendrá la disposición y el tiempo para utilizar el sistema "ALBA".

¹ «Folleto Tercer Estudio Nacional de la Discapacidad - III ENDISC 2022», *Servicio Nacional de la Discapacidad*, 2022. <https://www.senadis.gob.cl/descarga/i/7171/documento>

- Los recursos necesarios para construir el sistema estarán disponibles cuando se necesiten.
 - El equipo de proyecto tendrá la experiencia y las habilidades necesarias para completar el proyecto.
 - El sistema "ALBA" será aceptado por las personas en situación de dependencia y los cuidadores.
 - El equipo completará y entregará los trabajos asignados en el tiempo estimado.
 - Los instrumentos utilizados cumplirán con las funcionalidades esperadas para el sistema.

Las restricciones para este proyecto son las siguientes:

- **Compatibilidad entre software y hardware:** Versiones compatibles exactamente con otra.
- **Económico:** El costo de los elementos (sensores, cables, entre otros) debe ser de acuerdo a un presupuesto.
- **Usuarios o público definido:** Los usuarios que utilizarán este sistema serán aquellos que estén a cargo de una persona en situación de dependencia y la persona quien está siendo cuidada.

2.2.4. Entregables del proyecto

Los entregables del proyecto son los siguientes:

1. Primera Presentación del proyecto
2. Maqueta del sistema
3. Informe del proyecto (primera parte)
4. Segunda Presentación del proyecto
5. Informe del proyecto (segunda parte)
6. Redmine uta (Wiki, bitácoras y Carta Gantt)
7. Poster Promocional
8. Manual de usuario
9. Sistema "ALBA"

3. Organización del proyecto

3.1. Personal y entidades internas

Entidades Internas	Personal encargado	Descripción
Jefe de Proyecto	Daniel Alday	El jefe de proyecto debe ser la persona encargada de gestionar y organizar el trabajo en equipo como también asegurarse de que las tareas se dividan de manera equitativa.
Jefe Analista	Tomás Silva	Un jefe analista tiene como objetivo principal el diseño y planificación del proyecto. Este se enfoca en comprender e investigar acerca de los requerimientos y restricciones relacionadas al "Sistema".
Jefe de Tecnología	Juan Yampara	Un jefe de tecnología es quien investiga los artefactos tecnológicos a utilizar, es decir, se encarga de su implementación, mantenimiento y desarrollo.

3.2. Roles y Responsabilidades

Los roles que tomarán cada integrante del equipo serán:

Programador	Se encargará de diseñar la arquitectura de software, desarrollar aplicaciones y sistemas de control, además de realizar pruebas de funcionamiento del software para su depuración.
Técnico de hardware	Encargado de seleccionar los componentes de hardware (como sensores y actuadores) y ensamblar los prototipos de hardware, desarrollar pruebas del mismo y solucionar los problemas que se presenten relacionados con el funcionamiento del hardware.
Diseñador	Encargado de diseñar presentaciones, diagramas e interfaces y transmitir información compleja a través de ellas. Se encarga también de asegurar un mínimo de calidad y atraktividad para el material audiovisual que genera.
Técnico de redes	Encargado de investigar sobre las herramientas y conocimientos necesarios para poder implementar una red y diseñar su estructura.
Especialista en documentación	Mantiene la documentación del proyecto actualizada manteniendo un registro constante de la información relevante para un proyecto.

3.3. Mecanismos de comunicación y organización

Un proyecto necesita coordinación entre los integrantes del equipo, es por ello que para el desarrollo del sistema "ALBA" se requieren de los siguientes medios de comunicación

- **Whatsapp:** Será el principal medio de comunicación por el cual los integrantes poseen mayor disponibilidad.
- **Discord:** Utilizado para reuniones, discord es un excelente medio para las reuniones y presentación en el equipo.
- **Google Drive:** Organización de archivos, carpetas y avances del sistema, google drive nos brindará un espacio en donde se pueda almacenar la información relacionada.
- **Obsidian:** Como medio de organización, sirve para que cada integrante del equipo elabore borradores, bosquejos o modelos de sus tareas asignadas. Este medio está conectado a google drive.
- **Redmine:** Ideal para almacenar la documentación y el seguimiento de los plazos.

4. Planificación de los procesos de gestión

4.1. Planificación de recursos

4.1.1. Programación del proyecto

Dentro de los proyectos relacionados con el Internet de las Cosas (IoT), es indiscutible la centralidad y relevancia que posee el software. Si bien los dispositivos electrónicos y los sensores son el aspecto exterior de cualquier sistema, es el software el que les da vida, inteligencia y la capacidad de trabajar en conjunto de manera programada y lógica.

En esta sección, analizaremos los aspectos financieros esenciales para la implementación del software de este proyecto.

Equipos para la programación

Para el apartado de programación del código necesario para el proyecto, se dispondrán equipos (notebooks) personales para cada integrante del grupo.

Total notebooks: 3

Software externo utilizado

De uso libre

Nombre del Software	Uso dado	Condiciones de uso
Visual Studio Code	Utilizado para programar los programas necesarios	Libre uso bajo los Términos de licencia de Microsoft
Lucidchart	Utilizado para diagramar y esquematizar interacciones con el sistema (usando UML)	Plan gratuito bajo los Términos de uso del Software Lucid
Canva	Utilizado para diseñar diagramas demostrativos	Libre uso bajo los Términos de uso de Canva
Google Workspace	Utilizado para facilitar el guardado en la nube y comunicación de archivos	Proporcionado por la institución UTA
WhatsApp	Utilizado para la comunicación informal del grupo de trabajo	Libre uso bajo los Términos de servicio de WhatsApp
Discord	Utilizado para la realización de reuniones remotas del grupo de trabajo	Libre uso bajo los Términos de servicio de Discord
Obsidian	Utilizado para anotar y organizar ideas del grupo de trabajo	Libre uso <i>personal</i> bajo los Términos de licencia de Obsidian
Redmine	Utilizado para planear y organizar tareas y documentos del proyecto	Proporcionado por la institución UTA
Sweet Home 3D	Utilizado para diagramar y visualizar la aplicación del sistema del proyecto en la vida real	Software de libre disposición. Véase Términos de licencia

Pagados

Nombre del Software	Uso dado	Coste de uso
Microsoft 365	Utilizado para suplir necesidades de ofimática (documentos y presentaciones)	\$34.999 CLP/mes (2-6 personas por licencia)

Sistema operativo Raspberry Pi

Para poder realizar la interconexión del código programado con la propia Raspberry Pi, es necesario contar con el sistema operativo apropiado para asegurar que esta misma funcione adecuadamente.

Para la Raspberry Pi, hay una ingente cantidad de sistemas operativos disponibles que pueden ser instalados en ella. Para propósitos de la programación inicial, se busca un sistema operativo fácil de usar y que provea de compatibilidad con los sensores que se usarán en el armado del sistema. Es por ello que, el sistema utilizado para el desarrollo de este proyecto será Raspberry Pi OS, el sistema operativo oficial secundado por los mismos creadores de Raspberry Pi².

“Raspberry Pi OS es un sistema operativo gratuito basado en Debian, optimizado para el hardware Raspberry Pi y es el sistema operativo recomendado para uso normal en una Raspberry Pi. El sistema operativo viene con más de 35.000 paquetes: software precompilado incluido en un formato agradable para una fácil instalación en su Raspberry Pi.

El sistema operativo Raspberry Pi está en desarrollo activo, con énfasis en mejorar la estabilidad y el rendimiento de tantos paquetes Debian como sea posible en Raspberry Pi.”

Traducido de:

“Raspberry Pi OS is a free operating system based on Debian, optimised for the Raspberry Pi hardware, and is the recommended operating system for normal use on a Raspberry Pi. The OS comes with over 35,000 packages: pre-compiled software bundled in a nice format for easy installation on your Raspberry Pi.

Raspberry Pi OS is under active development, with an emphasis on improving the stability and performance of as many Debian packages as possible on Raspberry Pi.”³

² R. P. Ltd, «Raspberry Pi OS – Raspberry Pi», *Raspberry Pi*. <https://www.raspberrypi.com/software/>

³ «Raspberry Pi Documentation - Raspberry Pi OS». <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/os.html>

4.1.2. Electrónica del proyecto

Así también como se necesita software para el desarrollo de este proyecto, se necesita también hardware para complementar su funcionamiento. Se listan a continuación los componentes electrónicos a usar en el transcurso de este proyecto.

Raspberry Pi 4

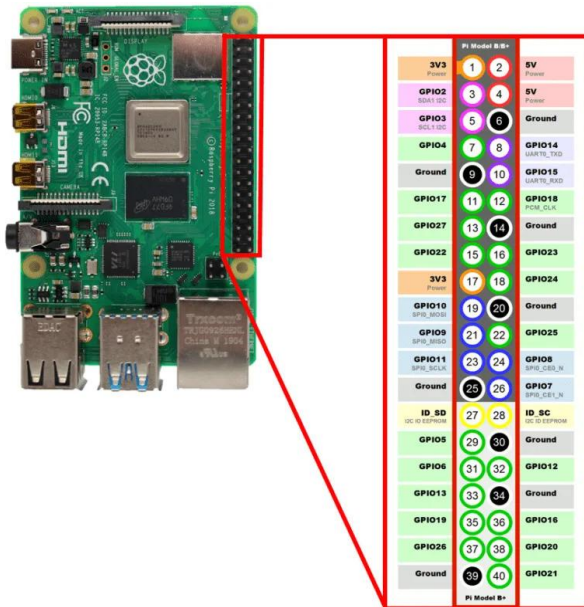
Es el núcleo fundamental del sistema. Conecta al usuario cuidador con las lecturas provistas por los sensores. Contiene el código y los aparatos necesarios para permitir esta interconexión. Se contempla el uso de una Raspberry Pi 4 para el desarrollo de este proyecto.

“La Raspberry Pi 4 es el último producto de la familia Raspberry Pi, con un procesador quad-core de 64 bits con 1,5 GHz, Red inalámbrica de banda dual 2.4/5 GHz, Bluetooth 5 / BLE, Ethernet más rápido (Gigabit y capacidad PoE a través de un PoE HAT separado).

La LAN inalámbrica de doble banda viene con certificación de cumplimiento modular, lo que permite que la placa se diseñe en productos finales con pruebas de cumplimiento de LAN inalámbrica significativamente reducidas, lo que mejora tanto el costo como el tiempo de comercialización.”⁴



⁴ Paguayo, «Raspberry Pi 4 - Raspberry Pi», *Raspberry Pi*, sep. 2019, [En línea]. Disponible en: <https://raspberrypi.cl/raspberry-pi-4/>

Especificaciones técnicas⁵

- Broadcom BCM2711, Quad core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
- 1GB, 2GB or 4GB LPDDR4-2400 SDRAM (depende del modelo)
- 2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11ac wireless, Bluetooth 5.0, BLE
- Gigabit Ethernet
- 2 USB 3.0 ports; 2 USB 2.0 ports.
- GPIO de 40 pines estándar de Raspberry Pi (tiene total retrocompatibilidad con modelos anteriores)
- 2 puertos micro-HDMI (soporta hasta 4k 60fps)
- 2-lane MIPI DSI display port
- 2-lane MIPI CSI camera port
- Puerto de 4 polos de audio estéreo y vídeo componente
- H.265 (4kp60 decode), H264 (1080p60 decode, 1080p30 encode)
- OpenGL ES 3.0 graphics
- Puerto Micro-SD para el sistema operativo y almacenamiento masivo
- 5V DC por conector USB-C (mínimo 3A*)
- 5V DC por header GPIO (mínimo 3A*)
- Power over Ethernet (PoE) enabled (necesita un PoE HAT aparte)
- Temperatura de trabajo: 0 – 50 grados C ambiente

Se puede usar un cargador de buena calidad de 2.5A si la carga total de los puertos USB es inferior a 500mA

⁵ Paguayo, «Raspberry Pi 4 - Raspberry Pi», *Raspberry Pi*, sep. 2019, [En línea]. Disponible en: <https://raspberrypi.cl/raspberry-pi-4/>

Sensores

Complementando los objetivos principales del proyecto, la finalidad que se tiene con los sensores es proporcionar gran cantidad de datos fisiológicos generales a los usuarios del sistema, considerando también los costos adicionales que estos conllevan, y la incomodidad que estos puedan generar en la PSD (intrusividad).

Lista de sensores:

1. **Considerados**
 - a. Sensor de temperatura (por infrarrojo)
 - b. Sensor de ritmo cardíaco (por fotopleletismografía)
 - c. Cámara con visión nocturna
2. **No considerados**
 - a. Sensor de presión sanguínea
 - i. Esfigmomanómetro (Manual y Permanente)
 - ii. Cánula intravenosa
 - iii. Sensor ultrasónico
 - b. Sensor de presencia

Considerados

Sensor de temperatura	Para proveer la temperatura corporal, se optará por el uso de un sensor térmico infrarrojo. Este sensor brinda lecturas rápidas, efectivas y poco intrusivas, ya que no requiere de contacto ni de un tiempo de actuación prolongado. ⁶
Sensor de ritmo cardíaco	Para proveer el ritmo cardíaco, se optará por el uso de un sensor de ritmo cardíaco por <i>fotopleletismografía</i> . ⁷ Para su correcto funcionamiento, este sensor se sitúa inmediatamente sobre la piel de la PSD. Es notable también señalar que para asegurar que el sensor arroje un resultado efectivo, este requiere de una gran cantidad de mediciones. Por tanto, no es tan rápido al arrojar resultados. ^{8,9}

⁶ «Termómetro infrarrojo».

<https://mx.omega.com/prodinfo/termometro-infrarrojo.html#:~:text=Introducci%C3%B3n%20a%20los%20term%C3%B3metros%20infrarros,variaci%C3%B3n%20en%20la%20temperatura%20ambiente>

⁷ R. Medrán Medrán, «Medición del ritmo cardíaco mediante Fotopleletismografía», *e-reading «Trabajos y proyectos de estudios de la E.T.S.T»*, 2018. <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/12461> (accedido 24 de septiembre de 2023).

⁸ «Aumento en la efectividad de la identificación de cimas y pies en el pulso fotopleletismográfico al reconstruirlo mediante filtrado adaptativo», *ScieELO*, [En línea]. Disponible en:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-99402017000100061&lang=pt

⁹ SriTu Hobby, «How to use the heart Pulse Sensor with Arduino | Heart Pulse Monitoring System», *YouTube*. 3 de octubre de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=aKus0FV4deU>

Cámara (con visión nocturna)	Teniendo en cuenta el enfoque propuesto en un principio, consideramos así también con este sensor proporcionar un vistazo rápido al estado general de la PSD, como lo puede ser su posición o postura dentro de su cuarto. Considerando la mayor cantidad de situaciones posibles, se optará por la capacidad de la cámara de ver en entornos con poca o nula luz (visión nocturna).
------------------------------	--

No considerados

Los sensores que no cumplen con la visión de la propuesta de este proyecto por cualquier motivo son listados en esta sección. Ya sea por ser muy caros, muy lentos en arrojar resultados, o por ser muy intrusivos a la hora de ser instalados.

Sensor de presión sanguínea	<p>Se consideró que proporcionar la presión sanguínea como dato es de alta relevancia para el usuario del sistema.</p> <p>Por razones de logística, un aparato como éste no existe en la medida que el proyecto requiere. Se listan las alternativas vistas.¹⁰</p>	<p>Esfigmomanómetro (Oscilometría)</p> <p>Se considera la mejor de las alternativas en el momento de desarrollo de este proyecto. Tiene la cualidad de que su período de actuación es largo y es muy lento en arrojar resultados, además de ser muy grande a comparación de otros sensores mínimamente intrusivos.</p> <p>Posee dos formas de instalarse, manual y permanente. La forma manual tiene la ventaja de que es más cómoda la mayor parte del tiempo, puesto que con manual se refiere a instalar y retirar el esfigmomanómetro de la PSD a necesidad de la lectura. La forma automática contempla que la PSD tenga puesto el esfigmomanómetro todo el tiempo y que, frente a la necesidad de una lectura, este se active y arroje los resultados. Se considera que la eficacia que brinda esta forma de instalación no compensa la comodidad perdida por las razones mencionadas anteriormente.</p>
	<p>Cánula Intravenosa (Oscilometría)</p> <p>Por obvias razones, el sistema no cuenta con las capacidades para soportar el chequeo efectivo y más importante aún, cumpliendo con las regulaciones requeridas, el monitoreo activo del torrente sanguíneo de una persona.¹¹</p>	

¹⁰ A. Al-Qatatsheh *et al.*, «Blood pressure sensors: materials, fabrication methods, performance evaluations and future perspectives», *Sensors*, vol. 20, n.º 16, p. 4484, ago. 2020, doi: 10.3390/s20164484.

¹¹K. Huang, F. Tan, T. Wang, y Y. Yang, «A highly sensitive Pressure-Sensing array for blood pressure estimation assisted by Machine-Learning techniques», *Sensors*, vol. 19, n.º 4, p. 848, feb. 2019, doi: 10.3390/s19040848.

		<p>Sensor ultrasónico (Efecto Doppler)</p> <p>Se encuentra en desarrollo actualmente. Es una idea prometedora pero por el momento no se han encontrado pruebas físicas de que este sensor pueda funcionar en la actualidad. Se espera que se desarrolle en el futuro para poder implementarse en el sistema.^{12 13 14 15} [OBJ] [OBJ] [OBJ] [OBJ]</p>
Sensor de presencia	<p>Consideramos que para el propósito de este proyecto, este sensor puede servir de gran ayuda. Sin embargo, la instalación de estos sensores es costosa e introduce complejidad innecesaria para los usuarios del sistema.</p> <p>Dependiendo del desarrollo futuro que pueda tener el proyecto, se considerará nuevamente si estos sensores pueden brindar algún tipo de ayuda extra a los usuarios del sistema.¹⁶</p>	

Equipos móviles

El sistema presentado por este proyecto cuenta con un subsistema que involucra una aplicación móvil. Con el fin de ir revisando los avances en este subsistema se usará un emulador para facilitar la integración con el proyecto y abaratar costos.

¹² «Ultrasound: accurate pulse wave velocity and blood pressure | IMEC».

<https://www.imec-int.com/en/press/imecs-ultrasound-sensor-technology-yields-accurate-pulse-wave-velocity-and-blood-pressure>

¹³ M. Meusel *et al.*, «Measurement of blood pressure by Ultrasound—The applicability of devices, algorithms and a view in local hemodynamics», *Diagnostics*, vol. 11, n.º 12, p. 2255, dic. 2021, doi: 10.3390/diagnostics11122255.

¹⁴ N. Tamada, «US20160038117A1 - Ultrasonic blood pressure measuring device and blood pressure measuring Method - Google Patents», 11 de agosto de 2014. <https://patents.google.com/patent/US20160038117A1/en>

¹⁵ Waterloo Engineering, «Ultrasonic blood pressure sensor», *YouTube*. 1 de noviembre de 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=cjEPz9xqII0>

¹⁶ Enreta Domotica, «ADIOS a los SENSORES DE MOVIMIENTO - HOLA SENSOR DE PRESENCIA», *YouTube*. 16 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=1MXeFdh5080>

4.1.3. Recursos Humanos

Para el desarrollo del proyecto se consideran 16 semanas de trabajo continuo. Las horas de trabajo de cada rol se organizan y costean de la siguiente manera:

Costos hora por rol

Rol	Costo/hora	Personal que cumple el rol
Programador	\$5.231 CLP/hora ¹⁷	Daniel Alday, Tomás Silva, Juan Yampara
Técnico de hardware	\$3.077 CLP/hora ¹⁸	Juan Yampara, Tomás Silva
Diseñador	\$3.692 CLP/hora ¹⁹	Tomás Silva, Daniel Alday
Técnico de redes	\$3.200 CLP/hora ²⁰	Juan Yampara, Daniel Alday
Especialista en documentación	\$5.538 CLP/hora ²¹	Daniel Alday, Tomás Silva, Juan Yampara

Tiempo dedicado a cada rol (por tarea específica)

Las horas semanales mostradas a continuación no necesariamente se cumplen al mismo tiempo. Se considera la totalidad del proyecto al hablar de semanas y horas semanales.

Tarea específica	Semanas	Horas Semanales	Horas Totales
Programación	9 sem.	6 hrs./sem.	54 hrs.
Preparación Hardware	11 sem.	3 hrs./sem.	33 hrs.
Diseño	7 sem.	1.5 hrs./sem.	10.5 hrs.
Investigación de tecnologías de redes	3 sem.	4.5 hrs./sem.	13.5 hrs.
Documentar el proyecto	16 sem.	1.5 hrs./sem.	24 hrs.
Total horas		~8.4 hrs./sem.	135 hrs.

¹⁷ «Salario para programador en Chile - salario medio», *Talent.com*.

¹⁸ «Salario para técnico informático en Chile - salario medio», *Talent.com*.

¹⁹ «Salario para Diseñador en Chile - Salario Medio», *Talent.com*.

²⁰ «Salario para Técnico Redes en Chile - Salario Medio», *Talent.com*.

²¹ «Salario para Control Documental en Chile - Salario Medio», *Talent.com*.

Costo de la contratación

Rol contratado	Horas requeridas p./p.	N° personas encargadas	Total horas requeridas	Costo total contratación
Programador	54 hrs.	3	162 hrs.	\$847.422 CLP
Técnico de hardware	33 hrs.	2	66 hrs.	\$203.082 CLP
Diseñador	10.5 hrs.	2	21 hrs.	\$77.532 CLP
Técnico de redes	13.5 hrs.	2	27 hrs.	\$86.400 CLP
Especialista en documentación	24 hrs.	3	72 hrs.	\$398.736 CLP
Costo total recursos humanos				\$1.613.172 CLP

4.2. Costos totales

4.2.1. Recursos tangibles

Elemento		Uso	Unidades	Tipo de pago	Coste unitario est.	Coste total est.
Notebooks		Equipos dedicados a la codificación	3	Un solo pago	\$500.000 CLP	\$1.500.000 CLP
Raspberry Pi (4GB RAM)		Ser la pieza principal del sistema	1	Un solo pago	\$79.000 CLP	\$79.000 CLP
Sensores	Temperatura	Detectar, medir y digitalizar informaciones del mundo físico	1 (p/sensor)	Un solo pago	~ \$20.000 CLP	~ \$75.000 CLP ²²
	Ritmo Cardíaco				~ \$5.000 CLP	
	Cámara (visión nocturna)				~ \$20.000 CLP	
	Envío				~ \$30.000 CLP	

4.2.2. Recursos intangibles

Elemento	Uso	Unidades	Tipo de pago	Coste unitario est.	Coste total est.
Software (Licencias pagadas)	Facilitar tareas administrativas y de desarrollo	1 (servicio por suscripción)	Mensual	\$6.990 CLP/mes (5 meses)	\$34.950 CLP

4.2.3. Tabla de costos totales

Elemento	Costo
Recursos tangibles	\$1.654.000 CLP
Recursos intangibles	\$34.950 CLP
Recursos humanos	\$1.613.172 CLP
Costo total proyecto	\$3.302.122 CLP

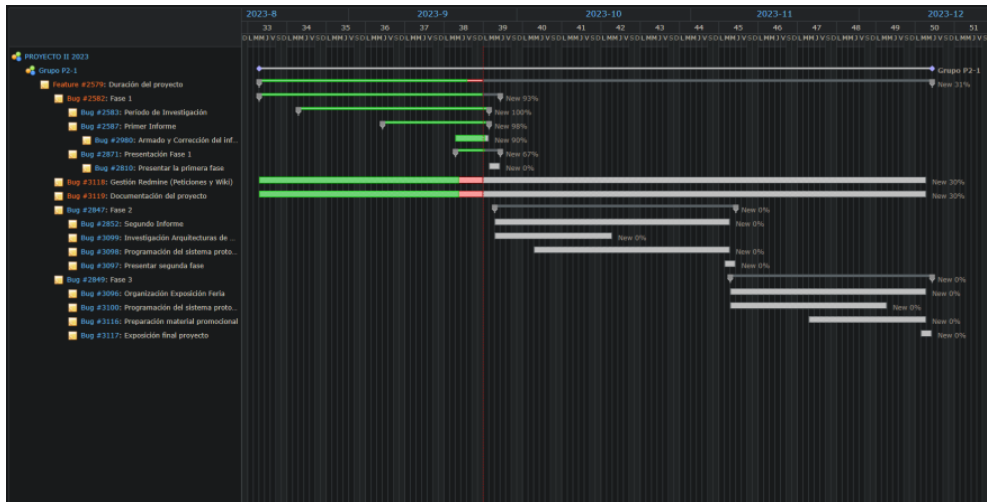
²² Precios obtenidos de distintas páginas chilenas. Véase las referencias.

4.3. Distribución de tiempos

4.3.1. Carta Gantt

Para propósitos de organización de tiempos y actividades, se elaboró una carta Gantt que permitirá visualizar y gestionar de manera eficiente el desarrollo del proyecto ALBA.

En esta sección se muestra cómo se planificó las tareas, etapas cruciales y los tiempos requeridos para su concreción.



Para las etapas más próximas el detalle de las tareas es mayor. Según el desarrollo del proyecto vaya avanzando, se irán agregando tareas más y más específicas según corresponda.

4.3.2. Asignación de tiempos

Para el desarrollo del proyecto se contemplan 16 semanas de trabajo, para las cuales, se trabajará una media de 12 horas semanales.

La duración total del proyecto está estimada en 192 horas de trabajo repartidas en 4 meses de desarrollo.

Etapas previstas

El proyecto se dividirá en tres fases, numeradas del 1 al 3.

Fase 1	Semanas comprendidas: 1 a la 5 (5)	Del 16/08 al 26/09
Fase 2	Semanas comprendidas: 6 a la 11 (6)	Del 27/09 al 07/11
Fase 3	Semanas comprendidas: 12 a la 16 (5)	Del 08/11 al 12/12

4.4. Planificación de la gestión de riesgos

Los posibles riesgos que se puede enfrentar el equipo se encuentran en la siguiente tabla


#	Riesgo	Probabilidad	Impacto
1	Funcionamiento deficiente del personal	20%	Marginal (3)
2	Poca investigación acerca de las interfaces y comunicación con raspberry Pi	40%	Crítico(2)
3	Distribución de tareas de manera deficiente	10%	Marginal(3)
4	Ausencia del personal por enfermedad	40%	Crítico(2)
5	Funcionamiento defectuoso de los dispositivos involucrados	20%	Catastrófico (4)
6	Daño del material utilizado para construir el sistema	30%	Catastrófico(4)
7	Pérdida de la documentación del proyecto	10%	Catastrófico(4)
8	Administración del tiempo de forma ineficiente	20%	Marginal(3)
9	Escasa documentación relacionada a los subsistemas del proyecto	40%	Marginal(3)
10	Retraso en las entregas del proyecto	20%	Catastrófico(4)

Las acciones para remediar estas situaciones son las siguientes:

1. **Funcionamiento deficiente del personal** : Realizar evaluaciones de desempeño periódicas, fomentar una comunicación abierta y retroalimentación para abordar preocupaciones.
2. **Poca investigación acerca de las interfaces y comunicación con Raspberry Pi**: Destinar tiempo adicional para investigar y probar las interfaces con Raspberry Pi antes de integrarlas en el proyecto.
3. **Mala distribución de tareas**: Establecer reuniones regulares de planificación y seguimiento para garantizar una distribución equitativa de las tareas.
4. **Falta por enfermedad por parte del personal**: Establecer un plan de contingencia para distribuir tareas en caso de ausencia.
5. **Funcionamiento defectuoso de los dispositivos involucrados**: Realizar pruebas rigurosas y mantenimiento preventivo de los dispositivos, y tener un plan de contingencia para la rápida sustitución de dispositivos en caso de fallos.
6. **Daño del material utilizado para construir el sistema**: Almacenar adecuadamente los materiales y equipos, evitando condiciones adversas.
7. **Pérdida de la documentación del proyecto**: Implementar un sistema de gestión de documentos sólido, realizar copias de seguridad regulares.
8. **Mala administración de los tiempos**: Utilizar herramientas de organización y planificación para poder estar consciente de los plazos de entrega.
9. **Poca documentación relacionada a los subsistemas del proyecto**: Priorizar la documentación relacionada a los subsistemas y registrar la documentación existente encontrada por parte de algún miembro del equipo.
10. **Retraso en las entregas del proyecto**: Monitorea de cerca el avance del proyecto y toma medidas preventivas para evitar retrasos.

5. Referencias

1. Servicio Nacional de la Discapacidad [SENADIS], «Folleto Tercer Estudio Nacional de la Discapacidad - III ENDISC 2022», <https://www.senadis.gob.cl>, 2022. <https://www.senadis.gob.cl/descarga/i/7171/documento> (accedido 12 de septiembre de 2023).
2. R. P. Ltd, «Raspberry Pi OS – Raspberry Pi», *Raspberry Pi*. <https://www.raspberrypi.com/software/>
3. «Raspberry Pi Documentation - Raspberry Pi OS». <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/os.html>
4. 5. Paguayo, «Raspberry Pi 4 - Raspberry Pi», *Raspberry Pi*, sep. 2019, [En línea]. Disponible en: <https://raspberrypi.cl/raspberry-pi-4/>
6. «Termómetro infrarrojo». <https://mx.omega.com/prodinfo/termometro-infrarrojo.html#:~:text=Introducci%C3%B3n%20a%20los%20term%C3%B3metros%20infrarrojos,variaci%C3%B3n%20en%20la%20temperatura%20ambiente>
7. R. Medrán Medrán, «Medición del ritmo cardíaco mediante Fotopleitismografía», *e-reading «Trabajos y proyectos de estudios de la E.T.S.T»*, 2018. <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/12461> (accedido 24 de septiembre de 2023).
8. «Aumento en la efectividad de la identificación de cimas y pies en el pulso fotopleitismográfico al reconstruirlo mediante filtrado adaptativo», *ScieELO*, [En línea]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-99402017000100061&lang=pt
9. SriTu Hobby, «How to use the heart Pulse Sensor with Arduino | Heart Pulse Monitoring System», *YouTube*. 3 de octubre de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=aKus0FV4deU>
10. A. Al-Qatatsheh *et al.*, «Blood pressure sensors: materials, fabrication methods, performance evaluations and future perspectives», *Sensors*, vol. 20, n.º 16, p. 4484, ago. 2020, doi: 10.3390/s20164484. <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/16/4484>
11. K. Huang, F. Tan, T. Wang, y Y. Yang, «A highly sensitive Pressure-Sensing array for blood pressure estimation assisted by Machine-Learning techniques», *Sensors*, vol. 19, n.º 4, p. 848, feb. 2019, doi: 10.3390/s19040848. <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/4/848>
12. «Ultrasound: accurate pulse wave velocity and blood pressure | IMEC». <https://www.imec-int.com/en/press/imecs-ultrasound-sensor-technology-yields-accurate-pulse-wave-velocity-and-blood-pressure>
13. M. Meusel *et al.*, «Measurement of blood pressure by Ultrasound—The applicability of devices, algorithms and a view in local hemodynamics», *Diagnostics*, vol. 11, n.º 12, p. 2255, dic. 2021, doi: 10.3390/diagnostics11122255. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8700406/>
14. N. Tamada, «US20160038117A1 - Ultrasonic blood pressure measuring device and blood pressure measuring Method - Google Patents», 11 de agosto de 2014. <https://patents.google.com/patent/US20160038117A1/en>

15. Waterloo Engineering, «Ultrasonic blood pressure sensor», *YouTube*. 1 de noviembre de 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=cjEPz9xqllQ>
16. Enreta Domotica, « ADIOS a los SENSORES DE MOVIMIENTO - HOLA SENSOR DE PRESENCIA», *YouTube*. 16 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=1MXeFdh5080>
17. “Salario para Programador en Chile - Salario Medio,” Talent.com. <https://cl.talent.com/salary?job=programador>
18. “Salario para Tecnico Informatico en Chile - Salario Medio,” Talent.com. <https://cl.talent.com/salary?job=tecnico+informatico>
19. “Salario para Diseñador en Chile - Salario Medio,” Talent.com. <https://cl.talent.com/salary?job=dise%C3%B1ador>
20. “Salario para Tecnico En Redes en Chile - Salario Medio,” Talent.com. <https://cl.talent.com/salary?job=tecnico+en+redes>
21. “Salario para Control Documental en Chile - Salario Medio,” Talent.com. <https://cl.talent.com/salary?job=control+documental>
22. *Sensor de temperatura GY-906 BAA Infrarrojo | Envío a todo Chile*. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.mechatronicstore.cl/sensor-de-temperatura-gy-906-mlx90614esf/>
22. *Sensor de ritmo cardiaco y frecuencia cardiaca | Envío a todo Chile*. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.mechatronicstore.cl/sensor-frecuencia-cardiaca/>
22. «Cámara Visión Nocturna y foco ajustable para Raspberry Pi Zero», *Altronics*. <https://altronics.cl/camara-ov5647-pi-zero-ir?search=camara>

5.1. Referencias Adicionales

- “Sensores,” *National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering*. <https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/sensores>