

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

DISEÑO DE DISPENSADOR DE MEDICAMENTOS ELECTRÓNICO

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniero de Ejecución en
SISTEMAS COMPUTACIONALES

Alumno:

Danae Arielle Choupay Sepúlveda

Profesor Guía:

Mag. Víctor Cárdenas Schweiger

RESUMEN

KEYWORDS: IoT, Arduino, medicamentos, monitoreo

En el presente trabajo se aborda el problema de la toma de medicamentos, su organización y dispensación, y se propone un sistema automático y electrónico de dispensación de medicamentos basado en una placa de la familia Arduino. Este, busca hacer más simple la labor de tomar a la hora correcta y evitar la omisión de las dosis por parte del usuario final mediante alarmas programables. El proyecto contará con varias características que lo relacionan con el tema de Internet de las cosas (IoT), al poder ser controlado y monitorizado remotamente.

Como objetivos de este trabajo está completar el diseño de un dispensador, detallando hardware y software a utilizar en su desarrollo, además de la realización de una evaluación económica para conocer su factibilidad de mercado.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1: PLANTEO DEL PROBLEMA Y SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN 2

1 PLANTEO DEL PROBLEMA Y SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN 3

1.1 ANTECEDENTES GENERALES.....3

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....4

1.4.1 Importancia de resolverlo 4

1.4.2 Público objetivo 5

1.5 SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.....5

1.5.1 Requerimientos 5

1.6 Alternativas de solución 6

1.6.1 Alternativa 1: Pastillero con compartimentos 6

1.6.3 Alternativa 3: Dispensador de medicamentos “PillDrill™” 7

1.7 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN 9

1.7.1 Alternativa seleccionada 10

1.8 VALOR AGREGADO 10

1.9 OBJETIVOS DEL SISTEMA PROPUESTO.....10

1.9.1 Objetivo general..... 10

1.9.2 Objetivos específicos 10

CAPÍTULO 2: DESARROLLO TÉCNICO DE LA SOLUCIÓN 11

2 DESARROLLO TÉCNICO DE LA SOLUCIÓN 12

2.1 CONCEPTOS GENERALES 12

2.1.1 Internet of Things (IoT)..... 12

2.1.2 Arduino 13

2.2 HARDWARE Y COMPONENTES DEL DISPOSITIVO 16

2.2.1 Diseño de la carcasa..... 16

2.2.2 Partes Electrónicas..... 17

2.3 SOFTWARE 27

2.4 PROCESOS DEL SISTEMA.....30

2.4.1 Ingreso de credenciales..... 30

2.4.2 Programación de las alarmas..... 30

2.4.3 Dispensación del Medicamento..... 31

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN ECONÓMICA 32

3 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....33

3.1 INVERSIÓN INICIAL 33

3.1.1 Activos Fijos Tangibles..... 33

3.1.2 Activos Fijos Intangibles 34

3.1.3 Gastos de puesta en marcha..... 34

3.1.4 Capital de trabajo..... 35

3.2 DEPRECIACIÓN 35

3.3 EGRESOS.....36

3.4 INGRESOS.....37

3.4.1 Proyecciones de venta 37

3.5 FINANCIAMIENTO 38

3.6 FLUJOS DE CAJA 39

3.6.1 Flujo de Caja Optimista 40

3.6.2 Flujo de Caja Pesimista..... 41

3.6.3 Aplicación de financiamientos a los flujos de caja..... 42

3.6.4 Resumen..... 47

3.7 ANALISIS DE SENSIBILIDAD.....48

CONCLUSIONES.....49

BIBLIOGRAFÍA 50

ANEXOS 52

CÓDIGO FUENTE 53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Envejecimiento mundial	4
Figura 1-2. Proyección del número de personas con Demencia en Chile	4
Figura 1-3. Pastillero con divisiones	7
Figura 1-4. Pastillero Electrónico “Pilly InnovaGoods”	7
Figura 1-5. Kit completo de pastillero inteligente “pilldrill”	8
Figura 2-1. Internet de las cosas	12
Figura 2-2. Comparación a escala de placas Arduino	14
Figura 2-3. Tabla comparativa entre Arduino UNO R3 y Arduino MKR.....	15
Figura 2-4. Adaptador MKR2UNO y su forma de uso	16
Figura 2-5. Planos de la carcasa, vista superior	17
Figura 2-6. Planos de la carcasa, vista lateral	17
Figura 2-7. Modelo 3D del prototipo de carcasa.....	18
Figura 2-8. Placa Arduino Nano 33 IoT (versión sin cabeceras).....	19
Figura 2-9. Diagrama de pines Arduino Nano 33 IoT	20
Figura 2-10. Posición de los conectores, vista superior	20
Figura 2-11. Sensor de Movimiento PIR HC-SR501 - Vista 2D y dimensiones	21
Figura 2-10. Vista anterior y posterior del sensor de ritmo cardiaco	21
Figura 2-13. Sensor DHT11 en sus 2 presentaciones.....	22
Figura 2-12. Módulo RTC DS1302 con batería CR2032.....	23
Figura 2-12. Motor Micro Servo SG-90.....	23
Figura 2-14. Estructura de una pantalla tipo LCD	24
Figura 2-15. Estructura de una pantalla tipo OLED.....	24
Figura 2-16. Pantalla OLED de 1,3 pulgadas conectada a breadboard y placa Arduino	25
Figura 2-17. Pines VUSB en el reverso de la placa Arduino 33 IoT	25
Figura 2-18. Diagrama esquemático de las conexiones	26
Figura 2-19. Estado de conexión del dispositivo	27
Figura 2-20. Ejemplo de dashboard en Arduino Iot Cloud	28
Figura 2-21. Pantalla de configuración de conexión en Arduino Cloud Iot	30
Figura 2-22. Diagrama general de ingreso de medicamento	30
Figura 2-23. Diagrama de Ingreso de nuevo medicamento (detalle)	31
Figura 2-24. Diagrama de proceso de entrega de medicamento	31
Figura 3-1. Resultados de encuesta	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Requerimientos 6

Tabla 1-2. Comparación de precios de alternativas 9

Tabla 1-3. Escala de calificación de alternativas 9

Tabla 1-4. Comparación de Soluciones Posibles 9

Tabla 2-1. Comparación de características de conectividad 13

Tabla 2-2. Comparación de placas MKR WiFi 1010 con Nano 33 IoT..... 15

Tabla 2-3. Propiedades físico-mecánicas del plástico ABS..... 18

Table 2-4. Características de la placa Arduino Nano 33 IoT 19

Tabla 2-5. Características técnicas del motor microservo SG90 23

Tabla 2-6. Librerías necesarias para funcionamiento de las partes 29

Tabla 3-1. Resumen de Inversiones 33

Tabla 3-2. Activos Fijos Tangibles 34

Tabla 3-3. Activos Fijos Intangibles 34

Tabla 3-4. Gastos de puesta en marcha 35

Tabla 3-5. Capital de Trabajo..... 35

Tabla 3-6. Depreciación por periodo..... 36

Tabla 3-7. Depreciación por años 36

Tabla 3-8. Egresos por años 37

Tabla 3-9. Egresos por años 38

Tabla 3-10. Amortización del 75% 38

Tabla 3-11. Amortización del 50% 39

Tabla 3-12. Amortización del 25% 39

Tabla 3-13. Flujo de Caja Puro 40

Tabla 3-14. Indicadores del Flujo de Caja Puro..... 40

Tabla 3-15. Flujo de Caja Puro Optimista..... 41

Tabla 3-16. Indicadores del flujo Caja Puro Optimista..... 41

Tabla 3-17. Flujo de Caja Puro Pesimista 42

Tabla 3-18. Indicadores del flujo de caja puro pesimista..... 42

Tabla 3-19. Flujo de Caja normal con 25% de financiamiento 43

Tabla 3-20. Flujo de Caja normal con 50% de financiamiento 43

Tabla 3-21. Flujo de Caja normal con 75% de financiamiento 44

Tabla 3-22. Flujo de Caja optimista con 25% de financiamiento 44

Tabla 3-23. Flujo de Caja optimista con 50% de financiamiento 45

Tabla 3-24. Flujo de Caja optimista con 75% de financiamiento 45

Tabla 3-25. Flujo de Caja pesimista con 25% de financiamiento 46

Tabla 3-26. Flujo de Caja pesimista con 50% de financiamiento 46

Tabla 3-27. Flujo de Caja pesimista con 75% de financiamiento 47

Tabla 3-28. Resumen de los flujos de caja 47

Tabla 3-29. Analisis de sensibilidad, ejemplo no rentable..... 48

Tabla 3-30. Analisis de sensibilidad, ejemplo rentable..... 48

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

A. SIGLA

DC	:	Direct Current (corriente directa)
GND	:	Ground (tierra)
GPL	:	General Public License
GSM	:	Global System for Mobile Communications
IDE	:	Integrated Development Environment
IoT	:	Internet of Things (Internet de las Cosas)
LCD	:	Liquid Crystal Display (Pantalla de cristal líquido)
LGPL	:	Lesser General Public License
LPWAN	:	Low-power Wide Area Network (WAN de bajo consumo)
OLED	:	Organic Light-Emitting Diode (Diodo emisor de luz orgánico)
PWM	:	Pulse Width Modulation (Modulación de ancho de pulso)
VCC	:	Voltage Common Collector

B. SIMBOLOGÍA

cm	:	Centímetro
gr	:	Gramo
kB	:	kilobyte
mm	:	Milímetro
MHz	:	Megahercio
V	:	Voltios

INTRODUCCIÓN

La toma de medicamentos, y sus efectos secundarios son un tema de importancia a nivel mundial y nacional, considerando el continuo aumento de la población y los efectos en países como Chile. En este trabajo se propone la creación de un dispositivo electrónico para dispensar medicamentos que funciona dentro del ámbito de Internet de las Cosas, al utilizar las capacidades de interconexión de la placa Arduino Nano 33 IoT.

En el primer capítulo se presenta el contexto tras el cual se desarrolla el proyecto, las alternativas de solución al problema, los diferentes acercamientos de cada uno y se comparan los puntos claves para respaldar la decisión de desarrollo de la propuesta en este trabajo, se consideran requerimientos y se fijan los objetivos.

En el segundo capítulo se detalla la naturaleza del dispositivo en sí, ahondando en sus características y su relación con el Internet de las Cosas, además se detallan todos los componentes que conformarán el sistema, tanto en hardware como en software, las razones para el uso de cada una y su funcionamiento en conjunto.

Finalmente, se realiza un estudio económico del proyecto, en el cual se evalúa la factibilidad del mismo, se desglosan los probables gastos asociados en temas de Inversión, las alternativas de financiamiento, escenarios de venta y conclusiones sobre rentabilidad, al analizar los flujos de caja resultantes.

Como agregado se incorporan anexos y bibliografía, en estos se encontrarán documentos como el código fuente propuesto para el programa y resultados de la encuesta realizada para apoyar el estudio.

CAPÍTULO 1: PLANTEO DEL PROBLEMA Y SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN

1 **PLANTEO DEL PROBLEMA Y SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN**

¿Qué sucede si una cura se vuelve más peligrosa que el problema? Existen diversos riesgos asociados al consumo de medicamentos, peligros por sobredosis u omisión, además de numerosos efectos secundarios que pueden causar cambios significativos en la forma de vida de la persona. Si bien existen ahora muchas mejoras respecto al cuidado de la salud, es necesario poder acceder y manejar de manera segura estas medicaciones de manera que la vida diaria se mantenga.

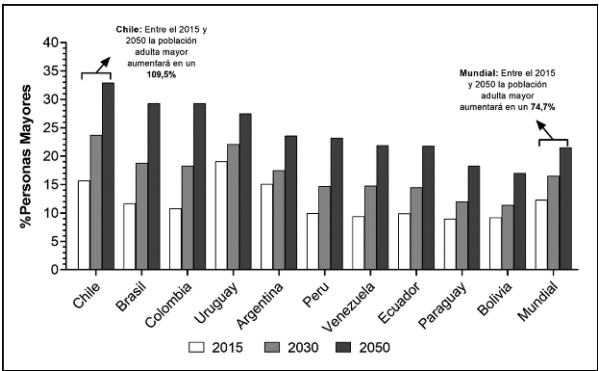
1.1 **ANTECEDENTES GENERALES**

En la época actual se cuenta con grandes avances en tecnología, los que han mejorado la calidad de vida de gran parte de la población, la tecnología se ha hecho cada vez más accesible para mayor cantidad de gente de todos los estratos sociales, sin embargo, siempre han sido enfocados a la población joven o adulta, completamente independiente, con sus capacidades cognitivas intactas.

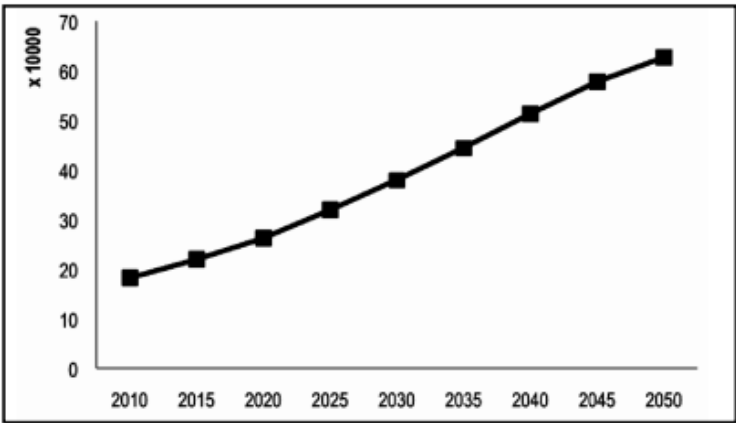
1.1.1 Contexto

Según estudios de la Organización Mundial de la Salud, se estima que entre el 2015 y el 2050 la población de adultos mayores aumentará en un 109,5% (Figura 1-1), especialmente en los países de bajos y medianos ingresos como Chile, esto quiere decir que la población de tercera edad en Chile será de más de un 34% en el año 2050, de entre los cuales hasta un 30% de ellos sufrirán algún tipo de demencia. (Figura 1-2)

Conforme al censo del año 2017, la población de 65 años o más comprende el 11,4% de un total de población censada de 17.574.003. Cifra que según estimaciones del Fondo Monetario Internacional ha aumentado a un número de 20.086.386.



Fuente: Revista Médica de Chile, Vol. 148 Núm. 6 (2020)
Figura 1-1. Envejecimiento mundial



Fuente: Revista Chilena De Salud Pública, Vol. 17 Núm. 1 (2013)

Figura 1-2. Proyección del número de personas con demencia en Chile

1.4 **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Se ha mencionado que existe un grupo de personas en la población que se ven afectados por su condición de discapacidad física o mental, quienes corren riesgos de sufrir episodios de auto-lesión, accidentes, hospitalizaciones o incluso la muerte por efecto de no tener bajo su control dicha discapacidad.

La raíz de los problemas se origina por un descuido en la salud mental o física del paciente. Esto ocurre al no administrarse correctamente los medicamentos que dichos pacientes deben tomar según sus condiciones individuales. Al tratarse de un público objetivo con problemas de memoria es muy probable que accidentes ocurran si no se cuenta con un sistema ordenado para llevar cuenta de los medicamentos que debe tomar y dispensarse.

1.4.1 **Importancia de resolverlo**

El consumo de medicamentos es algo que debe ser monitorizado con suma cautela, pues se pueden producir efectos colaterales muy graves para la salud, por ejemplo, en el uso de benzodiacepinas, al dejar de administrar el medicamento de manera súbita, el paciente corre el riesgo de experimentar efectos secundarios que afectarán gravemente su funcionamiento cotidiano como son la confusión, pérdida de memoria, desconcentración y en ciertos casos convulsiones, coma e incluso la muerte.

1.4.2 Público objetivo

El público objetivo del proyecto son las personas que procuran de un consumo ininterrumpido de medicamentos, y que, además, presentan recurrentes problemas para recordar el momento o cantidad exacta de la dosis, pudiendo caer en el riesgo de olvidar tomar completamente una dosis o tomarla dos veces y provocar efectos secundarios graves, como abstinencia o sobre medicación.

Dentro de este grupo se destaca la población de tercera edad y pacientes tomando medicación que afecte la química del cerebro y genere dependencia y también pacientes con condiciones crónicas que sólo pueden ser controladas con la ingesta de la dosis diaria recetada por su médico.

Entre los grupos de personas que se verían beneficiadas con este producto están:

- ☐ Pacientes dependientes (tercera edad, discapacitados, enfermos crónicos)
- ☐ Cuidadores y profesionales del área de salud

Al tratarse de un producto para el cuidado de un tercero, en la mayoría de los casos éste será adquirido por un cuidador a cargo del paciente objetivo.

1.5 **SOLUCIÓN DEL PROBLEMA**

La solución más directa del problema es contar con un sistema con el cual se pueda organizar y administrar tales medicamentos de manera correcta y oportuna, esta solución por lo general se traduce en la forma de pastilleros organizadores de las dosis diarias o semanales.

1.5.1 Requerimientos

Dada la naturaleza del problema planteado, es necesario que el dispositivo a diseñar sea un objeto de uso y forma lo más simplificado posible, utilizable por personas con baja destreza en los dedos, y según los requerimientos de la tabla 1-1.

Tabla 1-1. Requerimientos

Requerimiento	Descripción	Criterios de Aceptación
Facilidad de Uso	Que sea fácil de utilizar por el cliente final, especialmente gente de la Tercera Edad.	☐ Diseño simple ☐ Botones grandes y llamativos ☐ Que no utilice pantalla táctil
Portabilidad	Que pueda ser llevado de un lugar a otro sin mayor esfuerzo	☐ Funcionamiento a baterías ☐ Peso reducido
Tamaño Adecuado	Tener un volumen que permita su uso utilizando las 2 manos.	☐ Máximo de 12cm por lado
Conectividad	Monitoreo remoto del sistema	☐ Conexión con Arduino Cloud
Seguridad	Que no presente peligros	☐ Bordes redondeados
Durabilidad	Calidad del producto	☐ Fabricación con material resistente
Funcionalidad	Contar con funciones extras además de la principal tarea de ser un dispensador.	☐ Contará con sensores de temperatura ambiente y de pulso cardiaco.

Fuente: Elaboración propia basado en los requerimientos

1.6 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

A continuación, se detallan las actuales alternativas disponibles en el mercado para solucionar el problema y se contrastarán con la alternativa propuesta en el trabajo.

1.6.1 Alternativa 1: Pastillero con compartimentos

Envase por lo general hecho de plástico translúcido (Figura 1-3) que cuenta con una serie de compartimentos con tapa indicando día de la semana, o momento del día. Existen de diversas formas y tamaños, pero todos se limitan a ser sólo un contenedor en donde ordenar las píldoras a tomar. La característica principal de este tipo de pastillero es ser solamente un aparato organizador, incluya o no medios mecánicos, pero sin incorporación de ningún tipo de alarma, por lo que el consumo de los medicamentos al momento preciso queda completamente en manos de la memoria del cliente.



Fuente: Tienda online Ripley.com

Figura 1-3. Pastillero con divisiones

1.6.2 Alternativa 2: Pastillero con compartimentos y alarma

Ya combinando elementos electrónicos en su diseño, este tipo de pastillero, además de tener varios compartimentos para días o medicamentos específicos, cuenta con un sistema de reloj y alarmas configurables. Como ejemplo se encuentra el pastillero con alarma “Pilly Smart Pill Box” de InnovaGoods (ver Figura 1-4). Este cuenta con hasta 5 alarmas programables con vibración y sonido, una pantalla LCD, y un tamaño adecuado para ser transportado en un bolsillo fácilmente. Dentro del organizador existe un máximo de 4 compartimentos para organizar los medicamentos y extraerlos manualmente al momento que se active la alarma programada.



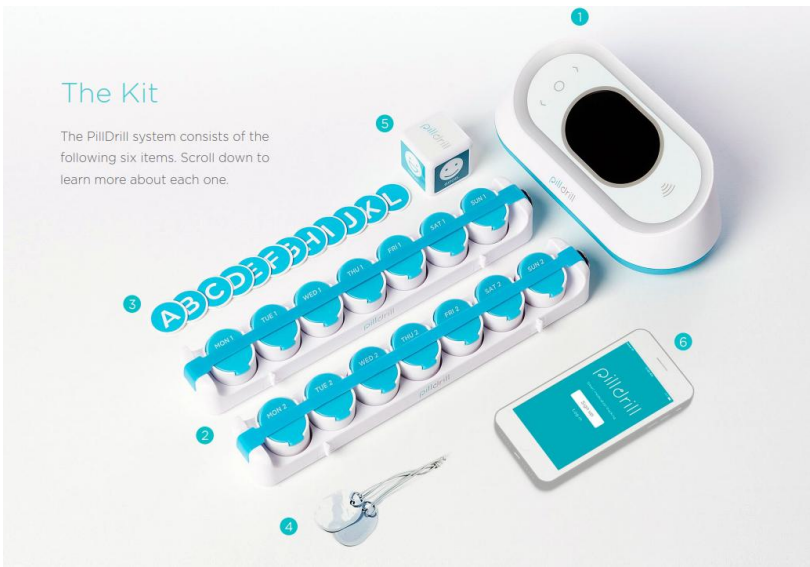
Fuente: Tienda online Ripley.com

Figura 1-4. Pastillero electrónico “Pilly InnovaGoods”

1.6.3 Alternativa 3: Dispensador de medicamentos “PillDrill™”

Es un pastillero inteligente conformado por una estación con alarma y sensores, pastilleros semanales, marcadores (ver Figura 1-5) y conectividad a una aplicación Android

especializada. Para su adquisición requiere ser importado del extranjero, ya que no está disponible en Chile, con un precio de 279USD sin contar envío internacional.



Fuente: Tienda online oficial Pilldrill.com

Figura 1-5. Kit completo de pastillero inteligente “pilldrill”

1.6.4 Alternativa 4: Proyecto “Smart Pill Pal”

Smart Pill Pal es un Dispensador de pastillas electrónico diseñado en base a la tecnología Arduino con el fin de ofrecer una solución a los problemas planteados en las secciones anteriores.

El énfasis del proyecto está en su característica de ser configurable para dispensar medicamentos de manera automatizada, de la forma más accesible posible para el paciente.

Características y funciones básicas:

- ☐ Dispensar pastillas automáticamente a horas pre configuradas
- ☐ Capacidad de ser configurado y monitoreado por un supervisor

Características extras:

- ☐ Sensor de Pulsaciones
- ☐ Pantalla OLED y parlante
- ☐ Funcionamiento con baterías
- ☐ Carcasa a prueba de golpes y con bordes redondeados
- ☐ Acceso a menú de configuración con opción de seguridad con contraseña

1.7 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Para la correcta evaluación de las soluciones se tomarán en cuenta 3 factores, el grado de innovación, los beneficios que entrega y su factibilidad tomando en cuenta aspectos de planificación y presupuesto (comparados en Tabla 1-2). Estos factores serán evaluados en una escala del 1 al 5 (Tabla 1-3), donde 1 corresponde a la más baja con “Muy deficiente”, indicando una marcada carencia en el factor evaluado; y 5 la más alta, indicando un excelente cumplimiento.

Tabla 1-2. Comparación de precios de alternativas

Alternativa 1*	Alternativa 2*	Alternativa 3**
\$8.990	\$19.990	\$265.485

Fuente: Elaboración propia

*Precios de Referencia al 1 de Agosto de 2024 en tienda Ripley.com
** 279USD; 1 USD = 951.56CLP. Precio del dólar al 2 de Agosto de 2024

Tabla 1-3. Escala de calificación de alternativas

Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Bueno	Óptimo
1	2	3	4	5

Fuente: Elaboración propia en base a escala de evaluación.

Tabla 1-4. Comparación de Soluciones Posibles

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	<u>Propuesta</u>
Innovación	1	2	4	4
Beneficio	2	3	5	5
Costo	5	4	2	3
Diseño accesible	2	3	4	5
Total	10	12	15	16

Fuente: Elaboración Propia

1.7.1 Alternativa seleccionada

En base a la comparación de alternativas y sus puntuaciones, la Propuesta o Alternativa 4 es la escogida pues reúne la mayor cantidad de puntos y supera a las demás en Innovación, Beneficio y Diseño (ver Tabla 1-4). Aunque en comparación con otras alternativas no resalta positivamente en términos de costos, esto se balancea con el resto de las puntuaciones.

1.8 VALOR AGREGADO

El proyecto ha sido ideado por y para personas con problemas de memoria y concentración con repetidas ocasiones de omisión en la toma de sus medicamentos y que comparte características con el público objetivo.

1.9 OBJETIVOS DEL SISTEMA PROPUESTO

El objetivo general y los objetivos específicos que busca cumplir el proyecto en los siguientes capítulos se definen a continuación.

1.9.1 Objetivo general

Diseñar un dispositivo dispensador de medicamentos automatizado.

1.9.2 Objetivos específicos

- ☐ Diseñar el software, incluyendo diagramas, códigos, librerías y lenguajes de programación a utilizar.
- ☐ Diseñar el hardware, especificando todas las partes individuales, esquemas de los circuitos, planos del diseño.
- ☐ Realizar análisis de costos del proyecto

CAPÍTULO 2: DESARROLLO TÉCNICO DE LA SOLUCIÓN

2 **DESARROLLO TÉCNICO DE LA SOLUCIÓN**

Para un correcto desarrollo del proyecto es necesario detallar a profundidad los elementos de Hardware y Software que serán utilizados en el desarrollo de la solución o que formarán parte del producto final.

En esta sección se explicarán las tecnologías que serán utilizadas en el proyecto de acuerdo a los requerimientos específicos que busca satisfacer el producto, considerando limitantes de tamaño, presupuesto, facilidad de uso, funcionalidad y existencia en el mercado.

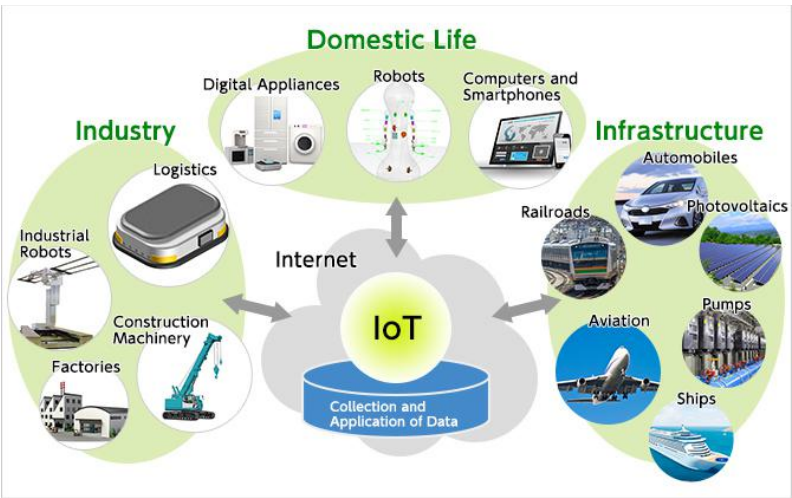
2.1 **CONCEPTOS GENERALES**

A continuación, se describirán los conceptos y tecnologías más relevantes del proyecto, entre ellos conceptos como el Internet de las Cosas, una introducción a los dispositivos Arduino y las razones por las que se eligieron modelos en específico para cada función.

2.1.1 **Internet of Things (IoT)**

El Internet of Things, “Internet de las cosas”, se refiere al concepto de la conexión de todo tipo de dispositivos electrónicos más allá de los dispositivos usuales como computadores, laptops o smartphones, incorporando a la red para lograr una completa intercomunicación entre los dispositivos que rodean a la sociedad cotidianamente. Cualquier dispositivo que sea capaz de conectarse a Internet forma parte del IoT y su uso abarca cualquier campo imaginable: Medicina, Transporte, Domótica, entre otros.

En este proyecto se está desarrollando un dispositivo que al contar con conexión a redes de datos formará parte del IoT (Figura 2-1).



Fuente: IoT (The Internet of Things) – NIDEC Corporation

Figura 2-1. Internet de las cosas

El objetivo de los sistemas IoT es conectar dispositivos a través de una red especializada como Celular, de satélite, WiFi, Bluetooth, entre otros. Al elegir una red para un dispositivo IoT hay que tener en cuenta 3 pilares fundamentales: Consumo de Energía, Rango de conectividad y Ancho de Banda. Según la comparación en la tabla 2-1, se determina que la conectividad por WiFi es ideal para el proyecto.

Tabla 2-1. Comparación de características de conectividad

	Satelital	Celular	WiFi	Bluetooth	Ethernet	LPWAN
Duración	Corta	Corta	Media	Media	Media	Larga
Consumo de poder	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Rango	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Alto
Ancho de Banda	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Suficiente

Fuente: Introduction to IoT - Leverage.com

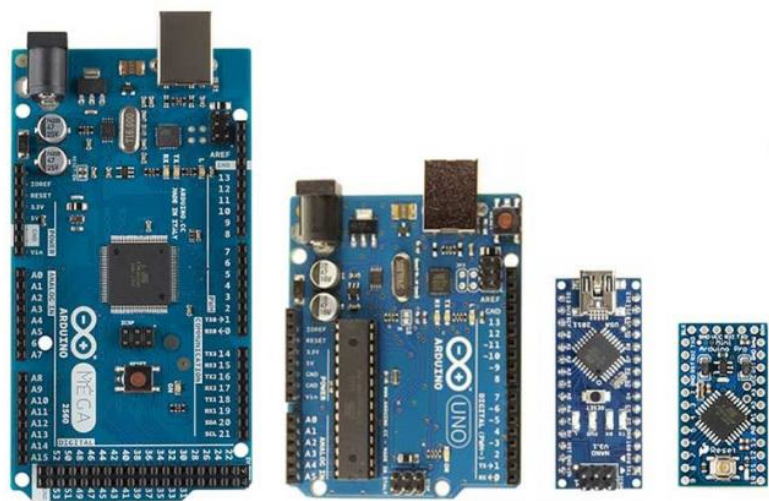
2.1.2 Arduino

Arduino es un término general que hace referencia a la marca ARDUINO, fundada en Italia en el año 2006 y que es reconocida por sus placas de prototipado electrónico de fácil uso existentes en el mercado con fines de hacer más simple el proceso de diseño de un nuevo sistema electrónico, sin necesidad de reunir todos los micro componentes por separado, lo que lo hace una herramienta con gran variedad de usos, por usuarios avanzados o principiantes.

Existen multitud de placas de prototipado **Arduino** (Figura 2-2), entre las cuales elegir, variando en tamaño, cantidad de pines de entrada y salida, puertos o funcionalidades especiales según sea la necesidad del proyecto.

Arduino UNO

El **Arduino UNO** es el tipo de placa más reconocido y con el que más se asocia el término “**Arduino**”. Se trata de una placa con un microcontrolador integrado que incorpora todos los componentes necesarios para ser utilizada en proyectos de electrónica de manera autónoma como la base y el “cerebro” del sistema. Para su uso sólo se necesita de un cable USB para la transferencia de datos al microcontrolador y el entorno de desarrollo **Arduino IDE**.



Fuente: Techie Blog – blog.techiehunter.com

Figura 2-2. Comparación a escala de placas Arduino

Como complementos a la línea UNO, existen los llamados “shield”, los cuales son placas de similar tamaño que pueden ser acopladas al **Arduino UNO** para agregar más funcionalidades, como, por ejemplo, uso de tecnología Bluetooth, Ethernet o reproducción de MP3, según sea el requerimiento.

Existen muchos tipos de **Arduino Shield**, los cuales son fabricados por la misma marca o terceros, ya que estos productos están licenciados con una licencia de código abierto del tipo LGPL o GPL.

Placas Arduino IoT

Dentro de la gran variedad de placas Arduino (Figura 2-2) disponible se encuentran una gama diseñada especialmente para ser usada en proyectos de IoT, entre sus principales características se destacan su conectividad inalámbrica y compatibilidad con el **Arduino Cloud**. Además de cambiar en tamaño y agregar conectividad, los MKR cuentan con características como cantidad de pines disponibles, velocidad y memoria que lo hacen superior a las de **Arduino UNO** (Figura 2-3). Al igual que UNO, existen shields compatibles con la nueva tecnología MKR, con los cuales se puede agregar incluso más funcionalidades. Por otro lado, es también posible convertir una placa Arduino UNO en un equivalente a una placa MKR utilizando el Shield MKR2UNO (ver Figura 2-4).

Durante el desarrollo del proyecto se evaluaron distintos tipos de placas Arduino de la familia MKR antes mencionada para ser usadas como base del sistema, sin embargo, el año 2019 se lanzó un nuevo set de placas con las mismas ventajas de una placa MKR, pero en un formato más pequeño (ver Tabla 2-2), el mismo tamaño de una placa Arduino Nano. Esta reducción en el tamaño se logró sacrificando la fuente de poder y compatibilidad con los adaptadores

MKR2UNO, pero a su vez siendo ofrecidas a un precio más bajo, y pesando hasta 6 veces menos (32gr vs 5gr).

Tabla 2-2. Comparación de placas MKR WiFi 1010 con Nano 33 IoT

	MKR WiFi 1010	Nano 33 IoT
Dimensiones	25 x 61.5 mm	18 x 45 mm
Precio	38.60 USD	24.00 USD
Peso	32 gr.	5 gr. (con cabeceras)
Voltajes de operación	5V DC	3.3V DC
Conector de batería	Si	No
Pines Digitales I/O	8	14
Pines Análogos Input	7 (ADC 8/10/12 bit)	8 (ADC 8/10/12 bit)
Pines Análogos output	1 (DAC 10 bit)	1 (DAC 10 bit)
Pines PWM	13 (0 .. 8, 10, 12, 18 / A3, 19 / A4)	11 (2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 16 / A2, 17 / A3, 19 / A5)

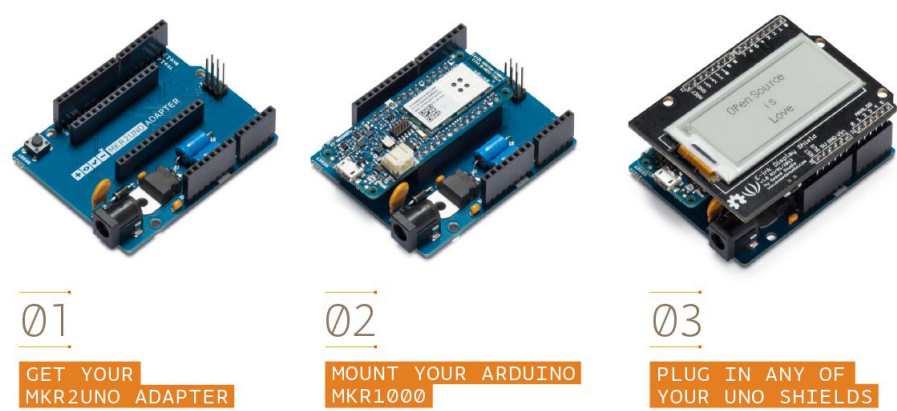
Fuente: Elaboración propia a partir de documentación oficial de Arduino

	Arduino Uno R3	Arduino MKR Series
		
		
Price Point	\$19.99 - \$23.00	\$24.24 - \$71.00
Dimension	2.7" x 2.1"	2.42" x 0.98"
Microcontroller	ATmega328P	SAMD21 Cortex-M0+
Clock Speed	16 MHz	32.769 kHz (RTC); 48 MHz
Flash Memory	32 kB	256 kB
EEPROM	1 kB	None
SRAM	2 kB	32 kB
Digital I/O Pins	14	22
PWM Digital I/O Pins	6	12
Analog I/O Pins	6	8
Shield Compatibility	Yes	Specialty Shields or use MKR2UNO Board
Wireless Connectivity	No (Can add by using Shields)	Wi-Fi, GSM, Lo-Ra, SigFox

Fuente: Arduino Uno vs Arduino MKR Series -

www.arrow.com

Figura 2-3. Tabla comparativa entre Arduino UNO R3 y Arduino MKR



Fuente: Página Oficial - arduino.cc

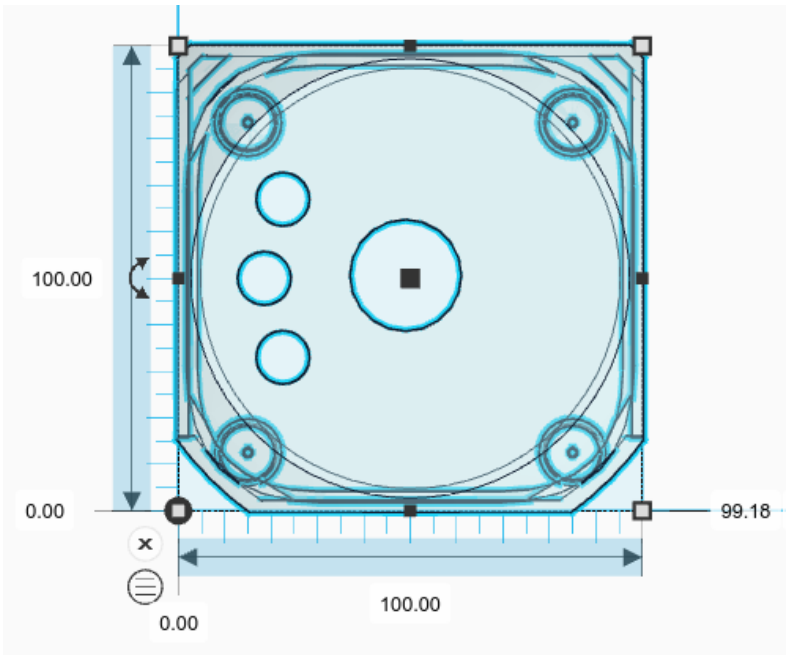
Figura 2-4: Adaptador MKR2UNO y su forma de uso

2.2 HARDWARE Y COMPONENTES DEL DISPOSITIVO

A continuación, se detallan los componentes elegidos para cubrir con las funcionalidades del dispositivo y se explica brevemente su funcionamiento y los criterios utilizados para su elección.

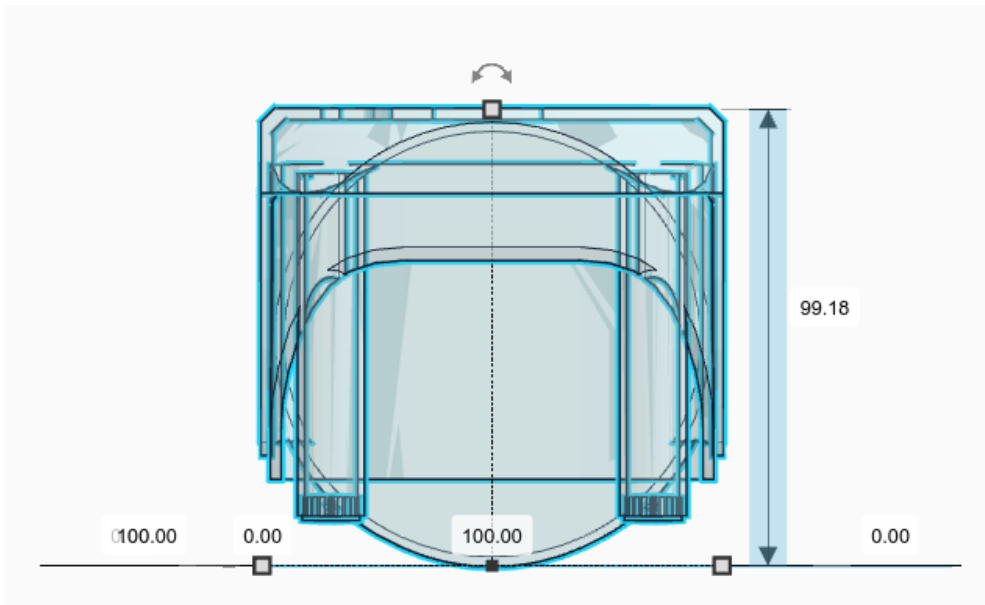
2.2.1 Diseño de la carcasa

Para el diseño de la carcasa del dispositivo se ha hecho uso de la función de modelado 3D con la plataforma **TINKERCAD** de **Autodesk**. En el diseño se han tomado en consideración el tamaño de los componentes electrónicos adicionales que deben ir dentro del mismo, diseñada especialmente tomando en cuenta las medidas de cada uno de las partes de hardware seleccionadas, contiene todos ellos formando un dispositivo funcional. Contará con 3 espacios para los 3 pulsadores y sensor PIR en su parte superior (Figura 2-5). Su fabricación será con Impresión de filamento 3D utilizando un termo-plástico denominado ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), uno de los varios tipos utilizados en la impresión 3D. Sus características (ver Tabla 2-3) lo convierten en un polímero marcadamente resistente a los impactos y por tanto es ideal para proyectos de IoT.



Fuente: Elaboración propia en Tinkercad

Figura 2-5. Planos de la carcasa, vista superior

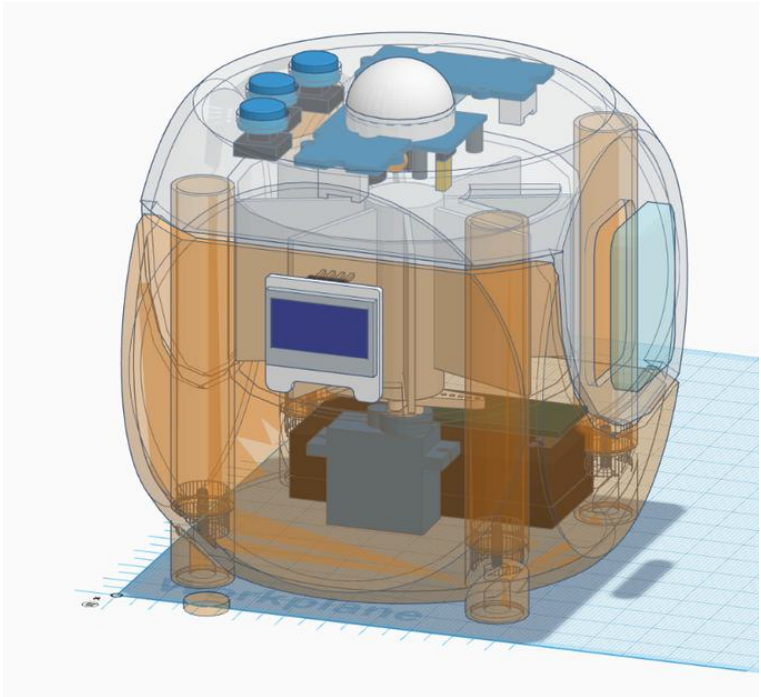


Fuente: Elaboración propia en Tinkercad

Figura 2-6. Planos de la carcasa, vista lateral

2.2.2 Partes Electrónicas

Como piedra angular del dispositivo se encuentran los elementos electrónicos entre los que destacan un modelo acorde de placa Arduino y variedad de sensores. A continuación, se describe brevemente cada una de las partes a utilizar en este proyecto



Fuente: Elaboración propia en Tinkercad

Figura 2-7. Modelo 3D del prototipo de carcasa

Tabla 2-3. Propiedades físico-mecánicas del plástico ABS

Alargamiento a la rotura (%)	45
Coefficiente de fricción	0,654
Resistencia a la tracción (MPa)	41-45
Resistencia al impacto Izod (J/m ⁻¹)	200-400
Absorción de Agua – en 24 horas (%)	0.3-0.7
Densidad (g/cm ³)	1,05
Resistencia a la radiación	Aceptable
Resistencia a los ultravioletas	Mala

Fuente: Siim and Co., S.L. «Propiedades físicas y mecánicas materiales» - <http://www.siim.com/docs/RAE-1018.pdf>

2.2.2.1 Arduino Nano 33 IoT

Como base del sistema se utilizará la placa **Arduino NANO 33 IoT** (Figura 2-8), componente que cuenta con un procesador Cortex M0+ SAMD21, un módulo de Wifi y BT basado en ESP32, un chip de criptografía el cual puede almacenar de manera segura certificados y llaves, y además un IMU de 6 ejes, el cual puede ser utilizado para detectar la orientación de la

placa, siendo aplicable como giroscopio, acelerómetro, entre otros. Este modelo de placa cuenta con varias opciones de alimentación, a través del puerto micro USB, utilizando los pines de VCC y GND. Sus características se ven en la tabla 2-4, y en las Figuras 2-8 a la 2-10



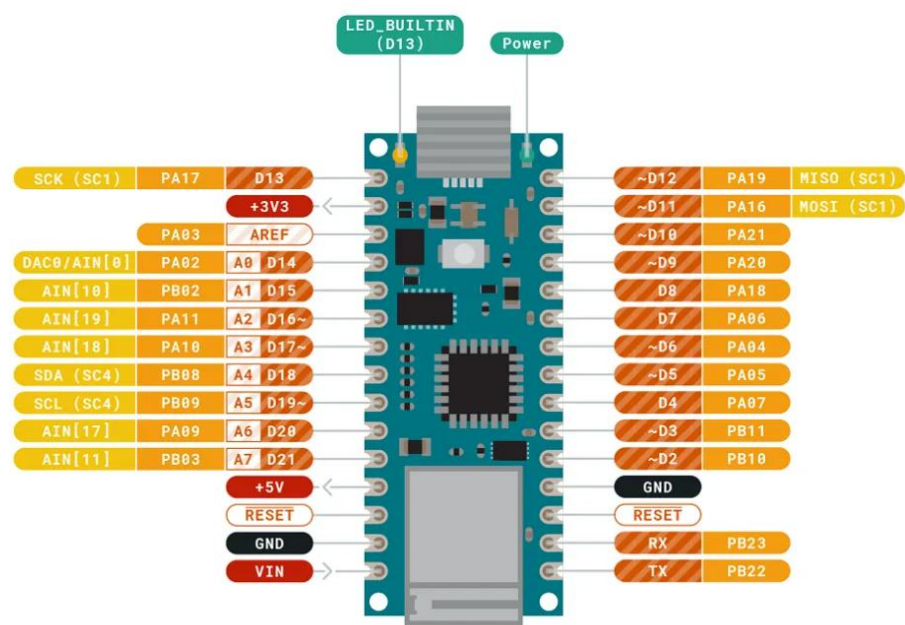
Fuente: Documentación oficial Arduino

Figura 2-8. Placa Arduino Nano 33 IoT (versión sin cabeceras)

Tabla 2-4. Características de la placa Arduino Nano 33 IoT

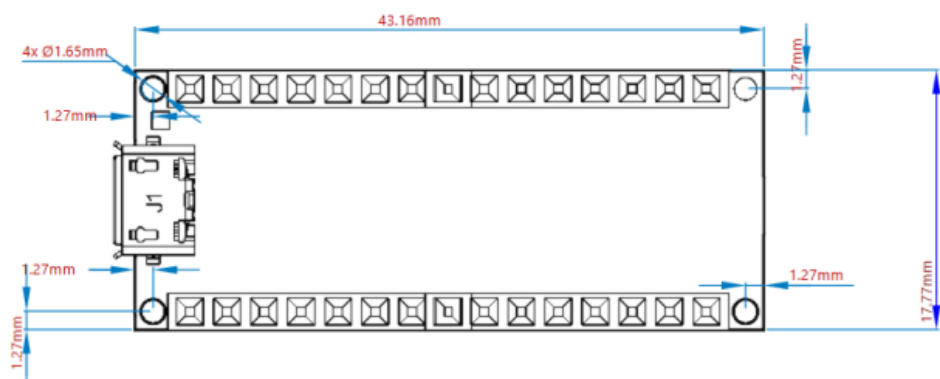
Microcontrolador	SAMD21 Cortex®-M0+ 32bit low power ARM MCU
Radio module	u-blox NINA-W102
Secure Element	ATECC608A
Voltaje de funcionamiento	3.3V DC
Voltaje de entrada (límite)	21V DC
Velocidad del reloj	48MHz
Memoria del CPU	256KB
SRAM	32KB
Pines Entrada/Salida Digital	14
Pines PWM	11 (2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 16 / A2, 17 / A3, 19 / A5)
Pines de Entrada Análoga	8 (ADC 8/10/12 bit)
Pines de Salida Análoga	1 (DAC 10 bit)
Largo	45 mm
Ancho	18 mm
Peso	5 gr (con cabeceras)

Fuente: Arduino Nano 33 IoT – Arduino Online Shop – Tech Specs - <https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-nano-33-iot>



Fuente: Documentación oficial de la placa en arduino.

Figura 2-9 Diagrama de pines Arduino Nano 33 IoT



Fuente: Hoja de datos Oficial Arduino Nano 33 IoT - <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/ABX00027-datasheet.pdf>

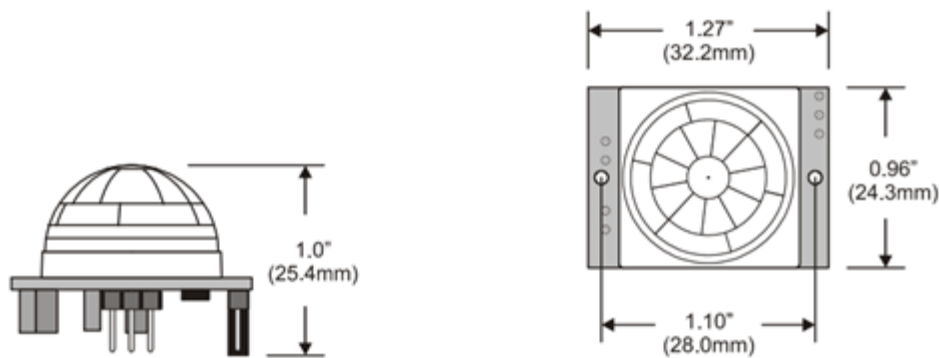
Figura 2-10 Posición de los conectores, vista superior

2.2.2.2 Sensor PIR HC-SR501

El sensor de movimiento PIR (Pyroelectric InfraRed Sensor) permite detectar cuándo algo ha entrado o salido del rango del sensor. Son de un tamaño reducido, de bajo costo y bajo consumo. Para proyectos en los que se necesita detectar cuando una persona se ha movido o acercado, este tipo de sensor cumple con esa función de manera excelente.

Cuenta con un lente por un lado de la placa, el cual permite aumentar el diámetro de detección infrarrojo (6 metros de distancia), además de ajustadores de tiempo de reacción y

sensibilidad por el otro lado de esta (Figura 2-11). Este sensor será utilizado para detectar la presencia del paciente a la hora de activarse la función de entrega de medicamentos.



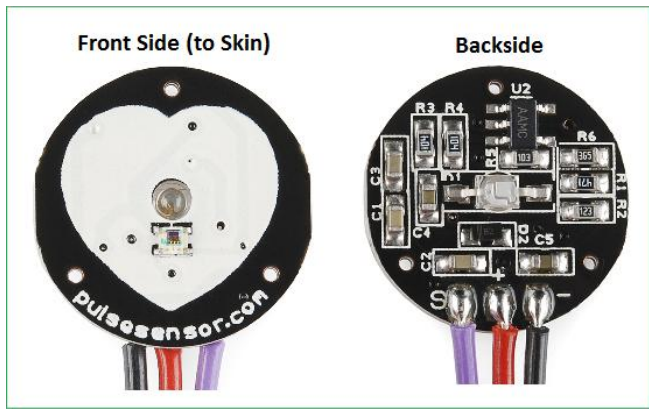
Fuente: <https://components101.com/sensors/hc-sr501-pir-sensor>

Figura 2-11: Sensor de Movimiento PIR HC-SR501 - Vista 2D y dimensiones

2.2.2.3 Sensor de Pulsaciones

Sensor capaz de detectar el ritmo cardíaco. Se compone de un LED por un lado y un detector de luz ambiental al reverso (ver Figura 2-10) y 3 pines (GND, VCC, signal). Funciona con un voltaje de 3V DC a 5.5V DC. Detecta el ritmo cardíaco al ser posicionado directamente sobre una vena, por ejemplo, sobre la punta de un dedo o en el lóbulo de la oreja.

Su funcionamiento extremadamente simple consiste en emitir luz con el LED directamente hacia la vena y detectar variaciones de luminosidad según el flujo de sangre en la vena va cambiando al momento de cada pulsación.

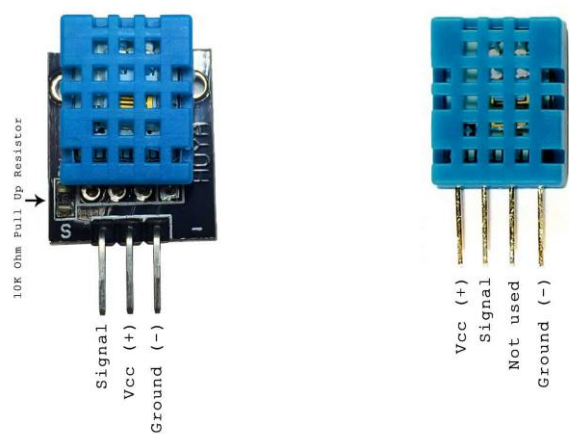


Fuente: pulsesensor.com, theorycircuit.com

Figura 2-10 Vista anterior y posterior del sensor de ritmo cardiaco

2.2.2.4 Sensor de temperatura DHT11

Sensor utilizado para detectar cambios de humedad relativa y temperatura. Será incluido para entregar información de la temperatura ambiente actual. Funciona con un voltaje de 3V DC. Cuenta con un rango de medición entre -40 a 125°C. El componente cuenta con 4 pines, de los cuales sólo 3 se utilizan (VCC, Signal, GND), se puede encontrar en el mercado en 2 formatos (Figura 2-11): individualmente para ser alimentado a través de una resistencia, o ya montado en una pequeña placa que la incluye.



Fuente: <https://www.circuitbasics.com/how-to-set-up-the-dht11-humidity-sensor-on-an-arduino/>

Figura 2-11: Sensor DHT11 en sus 2 presentaciones

2.2.2.5 Módulo RTC DS1302

El módulo de reloj de tiempo real RTC permite mantener nuestros sistemas actualizados al incluir su propia fuente de poder, una batería de 3V DC tipo CR2032 (Figura 2-12), la que permitirá que los datos no se borren al desconectar la placa de su fuente de poder. Con las funciones especiales de tiempo y fecha incluidas en las librerías para este módulo se puede manejar los datos de los mismos, mostrando el tiempo real, la fecha, cálculo de diferencias de hora y programación de alarmas también es posible.



Fuente: <https://www.amazon.in/DS1302-Clock-RTC-Module-Battery-Clock-Module/dp/B091N1FSN7>

Figura 2-12: Modulo RTC DS1302 con batería CR2032

2.2.2.6 Motores Servo

Los motores servo (Figura 2-13) están compuestos de motores y un circuito de control el cual permite operar este dispositivo, determinando el ángulo y tiempo de funcionamiento a través de código. En este proyecto se utilizará el servo motor modelo SG90, que por su pequeño tamaño y bajo torque es ideal para proyectos de IoT. Sus características se ven en la tabla 2-5.



Fuente: <https://www.towerpro.com.tw/product/sg90-analog/>

Figura 2-13 Motor Microservo SG90

Tabla 2-5. Características técnicas del motor microservo SG90

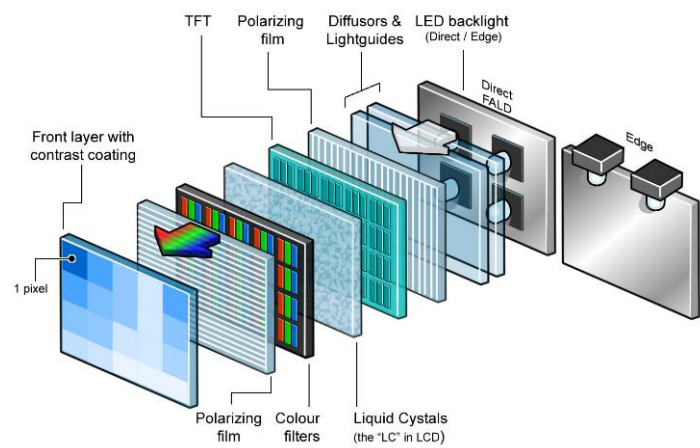
Dimensiones	23.0 x 12.2 x 29 mm
Peso	9 gramos
Torque a 4.8V	1.8 kg/cm
Voltaje de operación	4.8V DC
Velocidad de giro a 4.8V	0.12seg / 60 grados
Alimentación	USB (5V) o fuente de poder

Fuente: <https://www.towerpro.com.tw/product/sg90-analog/>

2.2.2.7 Pantalla

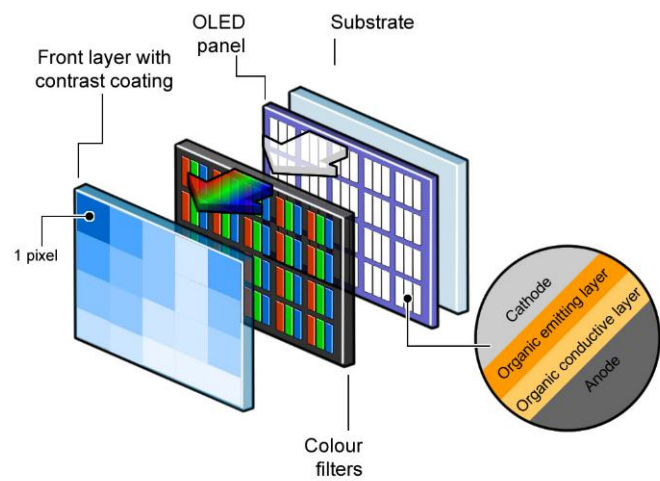
Para mostrar información al usuario se utilizará una pantalla como salida, en la decisión del tipo de pantalla a usar se han considerado aspectos claves como facilidad de lectura y consumo de energía. Las pantallas de tipo OLED cumplen con estos dos requisitos de manera óptima, pues su estructura es mucho más simple que la de una pantalla del tipo LCD (ver Figura 2-14), está compuesta de menos capas (Figura 2-15), lo que significa un menor costo de

producción y no necesita de **backlight**, solo se iluminan los LEDs a utilizar, lo que a su vez entrega un contraste mayor, haciendo más fácil la lectura, reduciendo también el consumo de energía, funcionando perfectamente a un voltaje de 3.3V DC, mientras que la pantalla del tipo LCD necesita de 5V DC para su funcionamiento. La pantalla OLED utiliza terminales del tipo I2C, los cuales deben ser conectados a los pines A4 y A5 de la placa. (Figura 2-16)



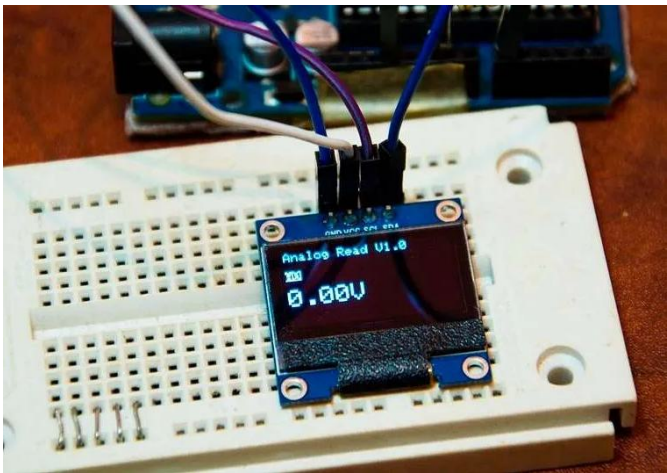
Fuente: <https://www.flatpanelshd.com/focus.php?subaction=showfull&id=1474618766>

Figura 2-14: Estructura de una pantalla tipo LCD



Fuente: <https://www.flatpanelshd.com/focus.php?subaction=showfull&id=1474618766>

Figura 2-15: Estructura de una pantalla tipo OLED



Fuente: Tópico en foros oficiales de Arduino.cc

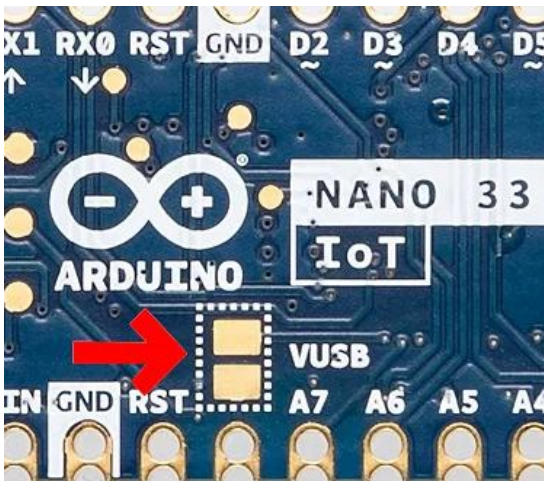
Figura 2-16: Pantalla OLED de 1,3 pulgadas conectada a breadboard y placa Arduino

2.2.2.8 Alimentación

La elección de fuente de poder para el proyecto debe ser determinado tomando en cuenta que la placa Arduino 33 IoT es una placa de 3.3V DC y puede dañarse al utilizar 5V DC.

A diferencia de otras placas, esta no cuenta con conexión a batería, pero puede ser alimentada por el puerto mini USB o el pin VIN, la placa puede tomar desde 4.5V DC hasta un máximo de 20V DC, el cual es regulado interiormente a 3.3V DC. Es posible obtener output de 5V DC, pero para esto es necesario realizar una modificación especial a la placa, creando un puente con soldadura por la parte posterior de la misma, en los pines marcados “VUSB” (Figura 2-17). Los 5V DC obtenidos a través de este proceso no son regulados por lo que no se recomienda a menos que sea completamente necesario para el proyecto.

El proyecto será alimentado por 2 pilas tipo CR2032 de 3V DC, para un total de 6V DC que será regulado dentro de la placa para entregar 3.3V DC.



Fuente: Tópico en foros oficiales de Arduino.cc

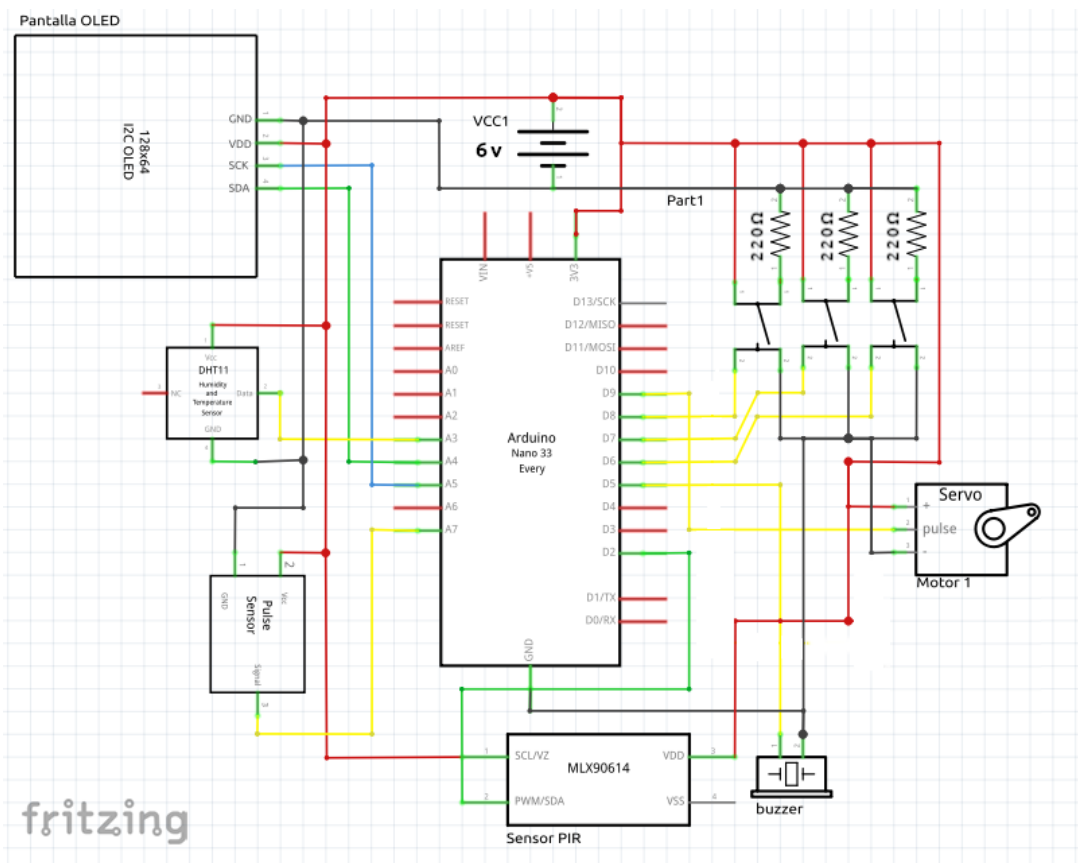
Figura 2-17: Pines VUSB en el reverso de la placa Arduino 33 IoT

2.2.2.9 Pulsadores

Para el manejo del dispositivo se integrarán 3 botones tipo pulsador con tapas grandes de distintos colores. Estos se utilizarán para interactuar con el sistema. Se podrá acceder a un menú especial de configuración al presionar 2 de los 3 botones juntos por 3 segundos. Con el fin de proteger los pines de la placa Arduino se conectan también resistencias de 220 Ohms entre cada pulsador y su respectivo pin.

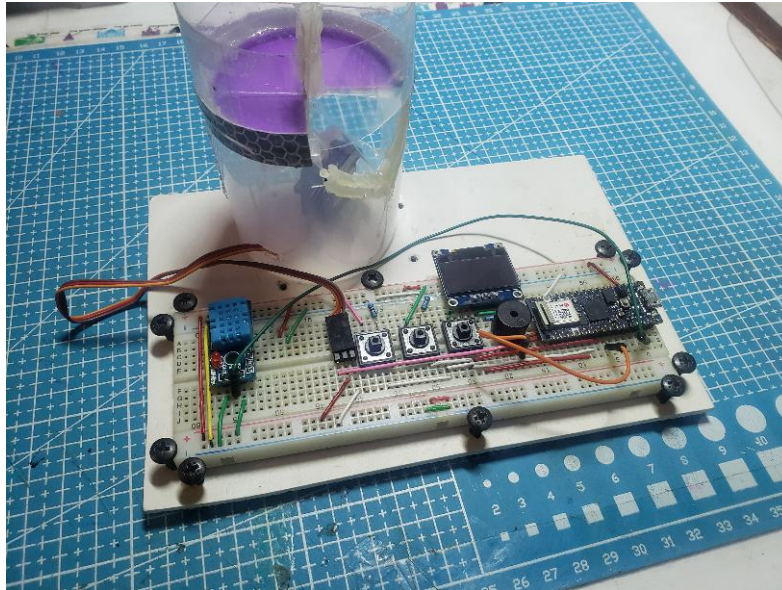
2.2.2.10 Diseño electrónico

Cada proyecto electrónico debe planificarse teniendo en cuenta las conexiones entre las diferentes partes que lo componen, a través del diagrama electrónico (Figura 2-18) podemos observar la configuración que tendrá cada uno de los pines y así asegurar un uso óptimo de cableado. El prototipado del sistema ha sido creado a partir del esquema electrónico utilizando un breadboard (Figura 2-19).



Fuente: Elaboración propia con software Fritzing

Figura 2-18. Diagrama esquemático de las conexiones



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-19. Prototipo del dispositivo

2.3 SOFTWARE

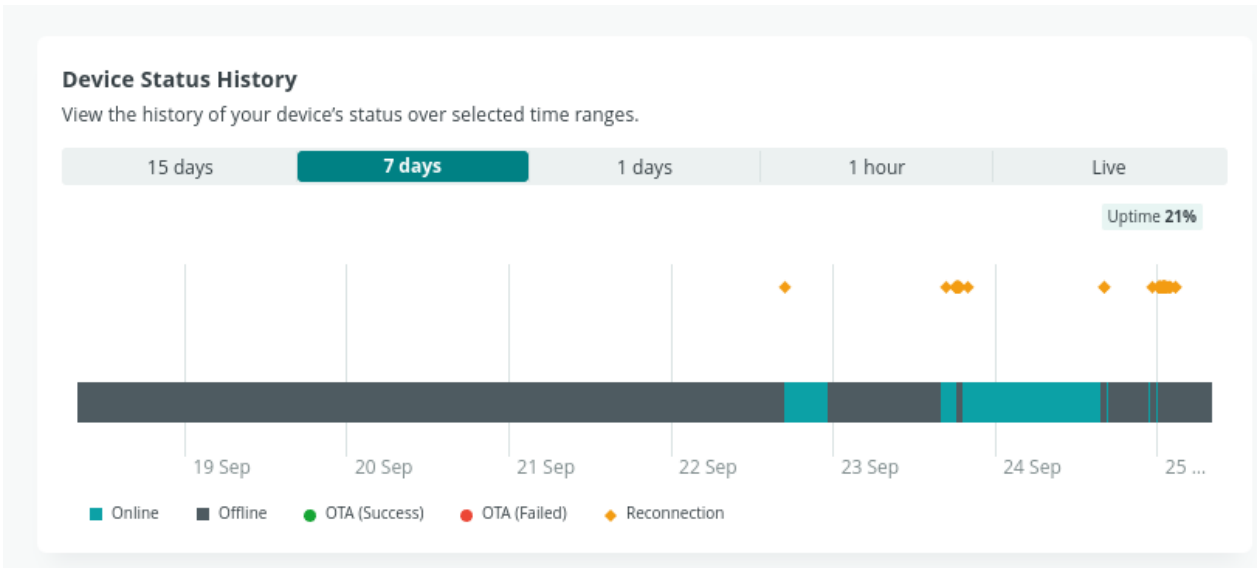
En el desarrollo del prototipo propuesto se utilizarán aplicaciones de código abierto para el diseño de los circuitos, programación del microcontrolador y modelado 3D de la carcasa.

2.3.1 Arduino IDE

Para la redacción de los programas que serán subidos al microcontrolador se necesita utilizar software adecuado, la marca Arduino cuenta con un entorno de programación gratuito conocido como Arduino IDE, el que, de manera similar a muchas otras aplicaciones para la redacción y compilación de algoritmos, cuenta con ***syntax highlighting***, es de código abierto y gratuito. En esta aplicación se conecta con la placa Arduino y se reconoce a que puerto del computador se encuentra conectado. A través del programa se pueden escribir, compilar y transferir los códigos al microcontrolador.

2.3.2 Arduino Cloud IoT

Ideado para el uso de los sistemas Arduino con enfoque al IoT, el Arduino Cloud IoT es un entorno que permite recibir y mostrar datos obtenidos por los sensores en los proyectos de IoT basados en Arduino. En esta plataforma online se pueden monitorizar el estado de la conexión del dispositivo (Figura 2-20). Para el uso del Arduino Cloud es necesario crear una cuenta

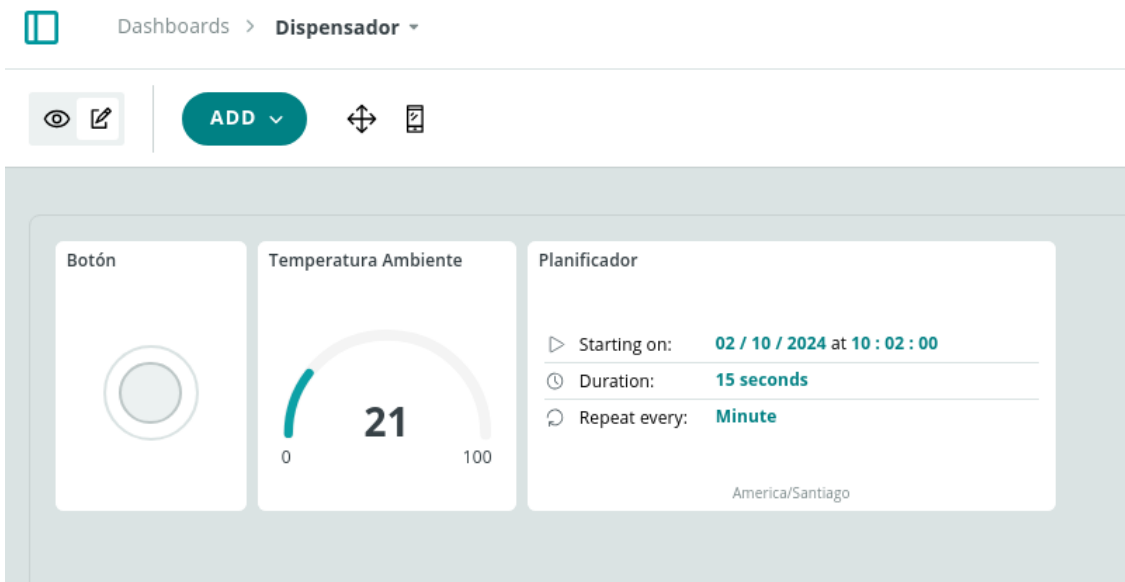


Fuente: Arduino IoT Cloud del proyecto

Figura 2-20. Estado de conexión del dispositivo

2.3.2.1 Arduino Cloud Dashboard

Dentro de la plataforma de Arduino Cloud existe la posibilidad de crear un “Dashboard” (Figura 2-21) con el cual, al enlazar variables en la nube con variables en el sketch que será subido a la placa, puede sincronizarse en tiempo real con la placa, permitiendo el control remoto del mismo o la revisión de las variables desde la web o aplicación Arduino IoT Remote.



Fuente: Elaboración propia con Arduino Iot Cloud

Figura 2-21. Ejemplo de dashboard en Arduino Iot Cloud

2.3.3 Librerías

El lenguaje de programación de Arduino requiere enlazar las librerías correspondientes para el uso de las funciones particulares de cada uno de los tipos de componentes disponibles. Ya sea un sensor, un componente en particular o protocolo de comunicación, las herramientas pertinentes para el uso de cada parte se almacenan como secciones de códigos pre-escrito ya por otros desarrolladores y compilados en archivos que constantemente se encuentran sujetos a actualizaciones: Para el correcto funcionamiento de todo el sistema es necesario mantener estas librerías en su versión más reciente, las que se aprecian en la tabla 2-6.

Tabla 2-6. Librerías necesarias para funcionamiento de las partes

Librería	Operación
SSD1306	Necesaria para el uso de la pantalla OLED
Dht.h	Control del sensor de Temperatura
Servo.h	Control del motor servo
SPI.h	Necesaria para el escaneo de redes WiFi cercanas.
WiFiNINA.h	Conexión a redes WiFi públicas o encriptadas.
RTCZero.h	Capacita el uso del RTC integrado en la placa.

Fuente: Elaboración Propia en base a la documentación oficial de Arduino

2.3.4 Instalación de Librerías en Arduino IDE

Las librerías necesarias para el uso de las docenas de componentes disponibles para conectar a la placa Arduino pueden ser instaladas directamente desde el software Arduino IDE. Estas librerías son oficiales como también creadas por otros desarrolladores. Una vez se ha instalado una librería se podrá también encontrar un set de sketches de ejemplo que utilizan esta librería, programas simples listos para subir al microcontrolador y probar. Es Importante mantener las librerías actualizadas a su última versión para el rendimiento óptimo de los programas.

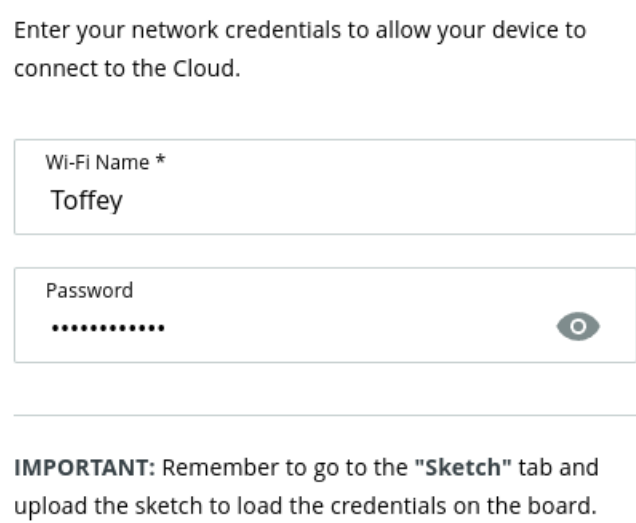
2.4 PROCESOS DEL SISTEMA

A continuación, se detallan los procesos principales del sistema:

- ☐ Ingreso/Modificación credenciales
- ☐ Programación de Alarma
- ☐ Dispensación de medicamento

2.4.1 Ingreso de credenciales

Para comenzar a utilizar el producto primero hay que completar el proceso de configuración de red, ingresando las credenciales correspondientes (SSID de la red WiFi y su contraseña) dentro de la página de Arduino Cloud IoT y asegurándose de actualizar el sketch. (Figura 2-22)

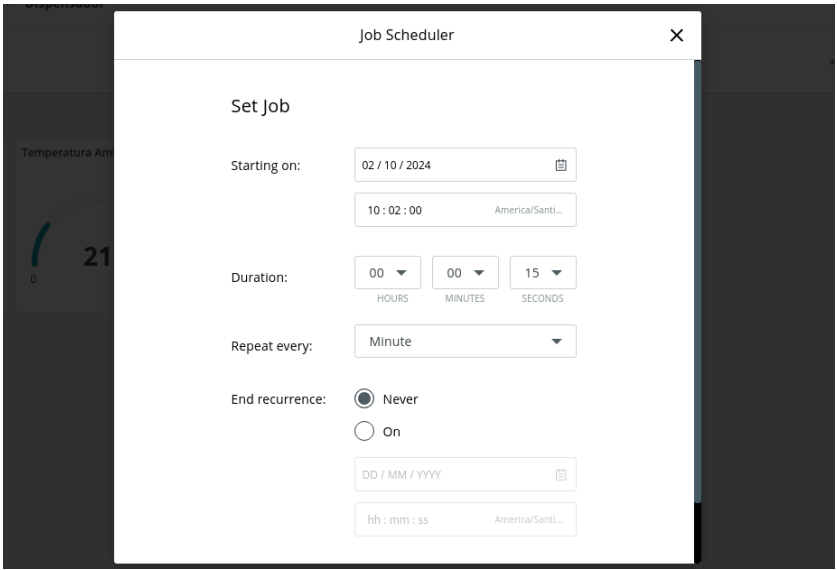


Fuente: Arduino Cloud IoT

Figura 2-22. Pantalla de configuración de conexión en Arduino Cloud IoT

2.4.2 Programación de las alarmas

El uso del dispositivo es simple, a través del Dashboard ya mencionado se puede programar la alarma (Figura 2-23) sin necesidad de acceder al código o actualizar el sketch en la placa para hacer estos cambios efectivos. Mientras el dispositivo esté correctamente configurado y conectado a la red WiFi, se actualizará automáticamente, además de sincronizar la hora a través de Internet.

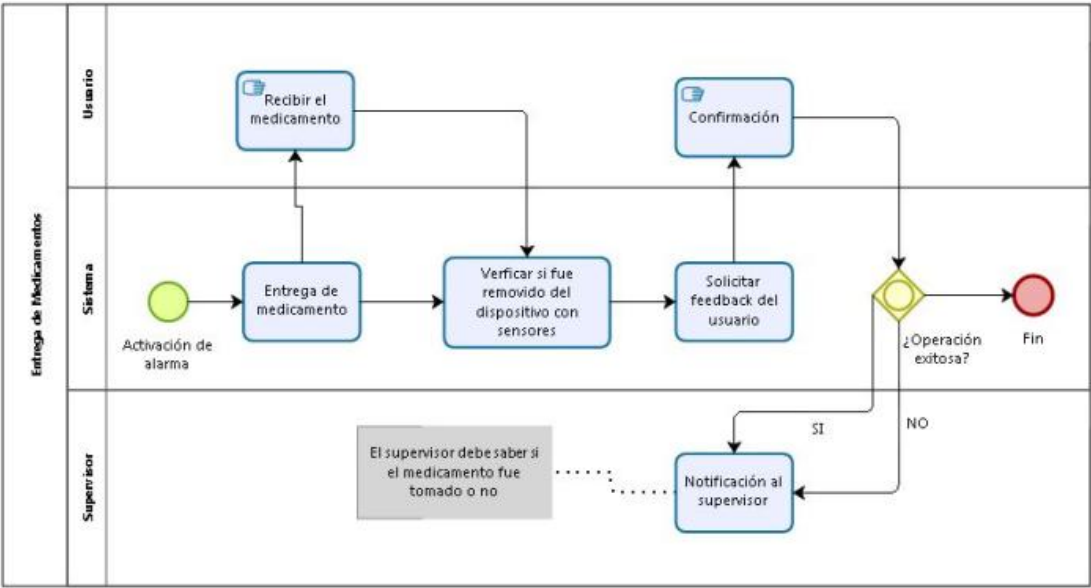


Fuente: Arduino Cloud IoT

Figura 2-23. Programador de Alarma en Arduino Iot Cloud

2.4.3 Dispensación del Medicamento

Dentro de la programación de la placa se especifica que al momento de activarse la alarma previamente programada desde el Dashboard se active el proceso de dispensación del medicamento (Figura 2-24), el que consiste en emitir un sonido de alerta que se mantendrá hasta que se presione un botón o se detecte movimiento por el sensor PIR. A continuación, el motor rotará el ángulo necesario para girar el contenedor de los medicamentos y dejar caer por obra de la gravedad los elementos que se encuentren en el compartimiento abierto. El motor volverá a su posición original al finalizar.



Fuente: elaboración propia con software Bizagi

Figura 2-24. Diagrama de proceso de entrega de medicamento

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN ECONÓMICA

3 EVALUACIÓN ECONÓMICA

En la evaluación económica se analiza la factibilidad del proyecto, considerando todos los costos asociados con la puesta en marcha del proyecto, el capital de trabajo, la depreciación y opciones de financiamiento, proyecciones de ingresos y egresos con lo cual se obtendrá un flujo de caja que mediante los medidores como Valor Actual Neto y la Tasa Interna de retorno nos permitirá demostrar si el proyecto es rentable o no rentable. El proyecto se evalúa a 6 meses, y se proyectan 5 años a futuro, además del año 0 en el cual se aplica la inversión inicial, detallada a continuación.

3.1 INVERSIÓN INICIAL

Dentro de la inversión inicial se encuentran los gastos necesarios para comenzar con el proyecto, estos gastos los componen las Inversiones Fijas Tangibles e Intangibles, Gastos de puesta en marcha y Capital de trabajo.

Para los cálculos se utilizará el valor de la UF al día 5 de octubre de 2024, correspondiente a \$37.995,55 pesos

A continuación, en la Tabla 3-1, se puede ver un resumen de las inversiones. Cada uno de los Ítems será explicado en las subsecciones siguientes.

Tabla 3-1. Resumen de Inversiones

ITEMES	COSTO (UF)	Imprevistos 5%	INVERSION FINAL UF	INVERSION FINAL CLP
Inversión Fija Tangible	UF 39.61	UF 1.58	UF 41.19	\$1,564,435
Inversión Fija Intangible	UF 0.00	UF 0.00	UF 0.00	\$0
Capital de trabajo	UF 159.38	UF 6.38	UF 165.76	\$6,295,120
Gastos puesta en marcha	UF 41.96	UF 1.68	UF 43.64	\$1,657,304
TOTAL	UF 240.95	UF 9.64	UF 250.59	\$9,516,859

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1 Activos Fijos Tangibles

Los activos tangibles son todos los bienes físicos requeridos para concretar el proyecto, entre ellos se encuentran las inversiones iniciales en los componentes necesarios para el desarrollo del prototipo, herramientas a utilizar, implementos de oficina, muebles y maquinaria. En la Tabla 3-2 se presenta el listado de Activos Fijos Tangibles necesarios para el AÑO 0 en el cual se desarrollará el Prototipo del dispositivo.

3.1.2 Activos Fijos Intangibles

Los activos intangibles (Tabla 3-3) comprenden los bienes no materiales a utilizar en el desarrollo del proyecto, en esta categoría entran el software y plataformas de desarrollo, como Arduino IDE y Arduino Cloud.

3.1.3 Gastos de puesta en marcha

Comprende todos los gastos necesarios para el funcionamiento del negocio, gastos de arriendo, insumos de oficina, cuentas de Luz, Agua e Internet, registro del dominio. Estos son gastos mensuales recurrentes. (Ver Tabla 3-4)

Tabla 3-2. Activos Fijos Tangibles

ITEM		DETALLE	TOTAL (UF)
INVERSIONES FIJAS TANGIBLES			UF 39,61
Componentes			UF 1,62
Placa Base	Arduino Nano 33 IoT		UF 0,74
Módulo Pulso	Sensor del ritmo cardíaco		UF 0,04
Módulo PIR	Detector Movimiento Infrarrojo PIR		UF 0,06
Módulo DHT-11	SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD		UF 0,04
Motor Servo SG90	MOTOR MICRO SERVO ANÁLOGO		UF 0,13
Buzzer	BUZZER 3-24VDC 84DB		UF 0,01
Display	1.3" OLED Display de 128x64 Pixeles, I2C, blanco		UF 0,21
Porta pilas	PORTA PILAS 2*AA c/CABLE		UF 0,01
Carcasa	Carcasa impresa a pedido con Impresora 3D		UF 0,11
PCB y otros	Placa de circuitos + Botones y resistencias		UF 0,28
Equipamiento			UF 37,99
Hardware	Equipos y Herramientas para el desarrollo del proyecto		UF 32,67
Mobiliario	Muebles utilizados en el taller		UF 5,32

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-3. Activos Fijos Intangibles

ITEM	UN.	VALOR UNITARIO	TOTAL CLP	TOTAL UF	DETALLE	TOTALES
INVERSIONES FIJAS INTANGIBLES						UF 0.00
Software						UF 0.00
Arduino IDE	1	\$0	\$0	UF 0.00	Interfaz de desarrollo Arduino	
Blender	1	\$0	\$0	UF 0.00	Software de Modelado 3D	
Fritzing	1	\$0	\$0	UF 0.00	Software de Modelado de circuitos	
TOTAL			\$0	UF 0.00	*Todo el software utilizado es open source	

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4 Capital de trabajo

En la categoría de capital de trabajo se consideran todos los gastos en sueldos del personal de cada uno de los integrantes del equipo de desarrollo del proyecto (ver Tabla 3-5). Se calcula el valor total considerando las horas de trabajo y pago por hora.

Tabla 3-4. Gastos de puesta en marcha

ITEM	DETALLE	TOTAL (UF)
PUESTA EN MARCHA		UF 41.96
Costos Fijos Intangibles		UF 38.14
Infraestructura	Cuentas Luz, Internet, Agua. 3 Meses	UF 33.57
Plataforma Virtual	Dominio y Hosting	UF 2.10
Propiedad Intelectual	Registro de Marca	UF 2.47
Costos Fijos Tangibles	Insumos de Oficina	UF 3.82

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-5. Capital de Trabajo

CAPITAL DE TRABAJO						UF 247.17
Remuneraciones						UF 247.17
Sueldos Personal						UF 87.79
Ing. Sistema Computacionales	60	\$15,000	\$900,000	UF 23.70	Encargado del desarrollo de software.	
Análisis	20				Análisis previo de los requerimientos	
Diseño de software	40				Diseño Técnico del Producto.	
Diseñador de Productos	60	\$14,000	\$840,000	UF 22.12	Encargado del diseño técnico del dispositivo	
Análisis	20				Análisis previo de los requerimientos	
Diseño	40				Diseño Técnico del Producto, modelo 3D.	
Técnico Electrónico	110	\$14,000	\$1,540,000	UF 40.55	Encargado diseño electrónico	
Análisis	20				Análisis previo de los requerimientos	
Diseño	40				Diseño de circuitos	
Ejecución	50				Desarrollo y ensamblado del prototipo	
Contador	9	\$6,000	\$54,000	UF 1.42		
Horas TOTAL Personal	179		\$3,334,000	UF 87.79		
Sueldos Gestión						UF 159.38
Dirección del proyecto	75	\$15,000	\$1,125,000	UF 29.62		
Reunión con Usuarios	20	\$15,001	\$300,020	UF 7.90		
Reuniones con equipo	40	\$15,002	\$600,080	UF 15.80		
Horas TOTAL Gestión	135		\$2,025,100	UF 159.38	Horas del proyecto de acuerdo a EDT	
Horas TOTAL PROYECTO	314		\$5,359,100	UF 247.17		

Fuente: Elaboración Propia

3.2 DEPRECIACIÓN

La depreciación es la reducción sistemática del valor de los activos fijos tangibles e intangibles por efectos de desgaste, tiempo de vida o caducidad. El cálculo de la depreciación se realiza para contar con los recursos necesarios para reponer los activos al momento de finalizar su vida útil. Los activos considerados en la depreciación del proyecto son los Sistemas Computacionales, y los muebles y enseres (ver Tabla 3-6 y 3-7).

Tabla 3-6. Depreciación por periodo

DEPRECIACIÓN POR PERIODO				
Detalle	Inversión activo	Vida útil normal	Depreciación acelerada	Monto depreciado
23) Sistemas computacionales, computadores, periféricos, y similares (ejemplos: cajeros automáticos, cajas registradoras, etc.)				
Notebook	UF 24.75	6	2	UF 12.38
Impresora todo en uno	UF 2.31	6	2	UF 1.15
Celular para pruebas	UF 3.16	6	2	UF 1.58
TOTAL (23)	UF 30.22			UF 15.11
Detalle	Inversión activo	Vida útil normal	Depreciación acelerada	Monto depreciado
22) Muebles y enseres				
Silla de Escritorio	UF 0.74	7	2	UF 0.37
Escritorio + Estante	UF 1.84	7	2	UF 0.92
Mesa de trabajo	UF 2.74	8	3	UF 0.91
TOTAL (22)	UF 2.58			UF 1.29
TOTAL	UF 32.80			UF 16.40

Fuente: Elaboración Propia en base a SII

Tabla 3-7. Depreciación por años

DEPRECIACIÓN POR AÑOS			
Detalle	Año 1	Año 2	Año 3
Notebook	UF 12.38	UF 12.38	UF 12.38
Impresora todo en uno	UF 1.15	UF 1.15	UF 1.15
Silla de Escritorio	UF 0.37	UF 0.37	UF 0.37
Escritorio + Estante	UF 0.92	UF 0.92	UF 0.92
Mesa de trabajo	UF 0.91	UF 0.91	UF 0.91
TOTAL AÑO	UF 14.82	UF 14.82	UF 14.82

Fuente: Elaboración Propia en base a SII

3.3 EGRESOS

Los egresos (ver Tabla 3-8) se refieren a todos los gastos asociados con la duración del proyecto, a diferencia de la inversión inicial, en el apartado de egresos se consideran los gastos de puesta en marcha, gastos mensuales y capital de trabajo de cada año. El cálculo de los egresos será utilizado como dato en el desarrollo de los flujos de cajas.

Para el cálculo de los egresos de los siguientes años se toma el resultado del año 1 y se incrementa un 4% anual por ajustes de IPC.

Tabla 3-8. Egresos por años

EGRESOS POR AÑOS						
Detalle		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Diseñador		UF 13.17	UF 13.69	UF 14.24	UF 14.81	UF 15.40
Electrónico		UF 40.55	UF 42.17	UF 43.86	UF 45.61	UF 47.44
Jefe de Proyecto		UF 29.62	UF 30.81	UF 32.04	UF 33.32	UF 34.65
Contador		UF 5.69	UF 5.92	UF 6.15	UF 6.40	UF 6.65
Arriendo Oficina		UF 12.68	UF 13.19	UF 13.71	UF 14.26	UF 14.83
Cuentas Mensuales		UF 152.57	UF 158.68	UF 165.02	UF 171.62	UF 178.49
Hosting		UF 0.52	UF 0.54	UF 0.57	UF 0.59	UF 0.61
Insumos		UF 3.82	UF 3.97	UF 4.13	UF 4.29	UF 4.47
Gastos de Producción		UF 1.62	UF 1.69	UF 1.75	UF 1.82	UF 1.90
TOTAL AÑO		UF 260.24	UF 270.65	UF 281.48	UF 292.74	UF 304.45

Fuente: Elaboración Propia

3.4 INGRESOS

En la contabilidad del proyecto los ingresos indican las ganancias o números positivos generados a partir de la proyección de las ventas totales por año del producto en consideración de su precio de venta y unidades vendidas. Se aplica un incremento del 3% al precio de venta del producto por año de acuerdo con el IPC. De acuerdo a la encuesta de mercado realizada, la mayor parte de la gente está dispuesta a pagar un monto no superior a las 0,52 UF (valor con fecha del 18-12-2024) por el producto (ver Figura 3-1).

8. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la adquisición de un pastillero inteligente?



Fuente: Elaboración Propia con Microsoft Forms

Figura 3-1. Resultados de encuesta

3.4.1 Proyecciones de venta

Para el análisis del proyecto en diferentes escenarios se consideran proyecciones de ventas Optimistas y Pesimistas (ver tabla 3-9). Se ha fijado un número base de 160 de unidades vendidas en el año 1 para los 3 escenarios, con un crecimiento del 10% en el escenario normal, 20% en el optimista, y 5% en el pesimista.

El precio de venta se calculó a partir del costo de producción de UF 1.65 más un 20% adicional.

Tabla 3-9. Ingresos por años

	Proyección de ventas				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Productos vendidos	160	176	194	213	234
Precio de venta (UF)	UF 2.03	2.10	2.17	2.25	2.33
Precio de venta (CLP)	\$76,959	\$79,652	\$82,440	\$85,326	\$88,312
Total ingresos UF	324.23	369.13	420.26	478.46	544.73
	Proyección de ventas OPTIMISTA				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Productos vendidos	160	192	230	276	332
Precio de venta (UF)	UF 2.03	2.10	2.17	2.25	2.33
Precio de venta (CLP)	\$76,959	\$79,652	\$82,440	\$85,326	\$88,312
Total ingresos UF	324.23	402.69	500.14	621.18	771.50
	Proyección de ventas PESIMISTA				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Productos vendidos	160	168	176	185	194
Precio de venta (UF)	UF 2.03	2.10	2.17	2.25	2.33
Precio de venta (CLP)	\$76,959	\$79,652	\$82,440	\$85,326	\$88,312
Total ingresos UF	324.23	352.36	382.92	416.14	452.24

Fuente: Elaboración Propia

3.5 FINANCIAMIENTO

Como financiamiento del proyecto se hará uso de un crédito de consumo. Para elegir el crédito más conveniente se utiliza el Comparador de créditos de consumo del SERNAC. Acorde a los datos obtenidos se concluye que el crédito más conveniente, contando con una Tasa de Interés mensual de 1,16% es el crédito del Banco BICE.

A partir de la tasa de Interés mensual se puede calcular la Tasa Anual Equivalente (TAE) utilizando la siguiente fórmula:

$$TAE = \left(1 + \frac{i}{n}\right)^n - 1$$

En donde i corresponde a la tasa de interés mensual y n al número de periodos, en el caso de 1 año, 12 (meses).

Se han considerado 3 niveles de amortización a 3 años, con montos del 75% (Tabla 3-10), 50% (Tabla 3-11) y 25% (Tabla 3-12). Los valores han sido calculados con el simulador de crédito de consumo de Banco Bice.

Tabla 3-10. Amortización del 75%

75% DE FINANCIAMIENTO				
	Capital	256.42	UF	
	Tasa	13.08 %	anual	
	Tiempo	3	años	
	CUOTA FIJA	108.75		
Año	Saldo	Cuota	Interés	Amortización
1	UF 256.42	UF 108.75	UF 33.54	UF 75.21
2	UF 181.21	UF 108.75	UF 23.70	UF 85.04
3	UF 96.17	UF 108.75	UF 12.58	UF 96.17
	Total	326.24	69.82	256.42

Fuente: Elaboración Propia con datos de simulador de crédito de consumo de Banco Bice

Tabla 3-11. Amortización del 50%

50% DE FINANCIAMIENTO				
	Capital	170.95	UF	
	Tasa	13.92 %	anual	
	Tiempo	3	años	
	CUOTA FIJA	73.53		
Año	Saldo	Cuota	Interés	Amortización
1	UF 170.95	UF 73.53	UF 23.80	UF 49.74
2	UF 121.21	UF 73.53	UF 16.87	UF 56.66
3	UF 64.55	UF 73.53	UF 8.99	UF 64.55
	Total	220.60	49.65	170.95

Fuente: Elaboración Propia con datos de simulador de crédito de consumo de Banco Bice

Tabla 3-12. Amortización del 25%

25% DE FINANCIAMIENTO				
	Capital	85.47	UF	
	Tasa	14.28 %	anual	
	Tiempo	3	años	
	CUOTA FIJA	36.99		
Año	Saldo	Cuota	Interés	Amortización
1	UF 85.47	UF 36.99	UF 12.21	UF 24.78
2	UF 60.69	UF 36.99	UF 8.67	UF 28.32
3	UF 32.37	UF 36.99	UF 4.62	UF 32.37
	Total	110.97	25.49	85.47

Fuente: Elaboración Propia con datos de simulador de crédito de consumo de Banco Bice

3.6 FLUJOS DE CAJA

Para el análisis económico de un proyecto, el flujo de caja es la herramienta principal que nos ayuda a ver un resumen de todos los ingresos y egresos del proyecto a través de los años. Se aplican en la caja los descuentos y ganancias adicionales, como los datos de amortización y su pago proyectado, depreciación, gastos de puesta en marcha.

A través de un flujo de caja es posible determinar la viabilidad o rentabilidad del proyecto al determinar si es mayor a 0 (el proyecto es rentable) o menor a 0 (el proyecto no es rentable y significa perdidas). En el escenario normal de ventas se puede apreciar un retorno de la inversión desde el año 4, y concluyendo con un 294.33 en el año 5 (ver tabla 3-13). Los Indicadores del flujo de caja puro (tabla 3-14) serán luego comparados con los indicadores de los flujos de caja en escenarios optimistas y pesimistas.

Tabla 3-13. Flujo de Caja Puro

FLUJO DE CAJA PURO						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+) Ingresos		324,23	369,13	420,26	478,46	544,73
(-) Egresos		-237,18	-246,67	-256,53	-266,79	-277,46
(=) Margen		87,05	122,47	163,73	211,67	267,27
(-) Depreciación		-14,82	-14,82	0,00	0,00	0,00
(-) Pérdida del ejercicio anterior			0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Intereses						
(=) Resultado antes de impuesto		72,23	107,65	163,73	211,67	267,27
(-) Impuesto		-19,50	-29,07	-44,21	-57,15	-72,16
(=) Utilidad neta		52,73	78,58	119,52	154,52	195,11
(+) Depreciación		14,82	14,82	0,00	0,00	0,00
(+) Pérdida del ejercicio anterior		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Inversiones	-41,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Gastos de puesta en marcha	-43,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Amortizaciones						
(-) Capital de trabajo	-257,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Retorno del capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	257,06
(+) Valor de desecho		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Financiamiento		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(=) Flujo de caja	-341,89	67,55	93,40	119,52	154,52	452,16
Flujo actualizado	-341,89	61,97	78,62	92,29	109,47	293,88
Flujo acumulado	-341,89	-279,92	-201,31	-109,01	0,45	294,33

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-14. Indicadores del Flujo de Caja Puro

PURO	
Indicador	Valor
VAN	294,33
TIR	30 %
PAYBACK	3,71
Tasa de descuento	9 %
Tasa de impuesto	27,0%
Periodo anterior al cambio de signo	3
Valor Absoluto del flujo acumulado	109,01
Flujo de caja en el siguiente periodo	154,52

Fuente: Elaboración Propia

3.6.1 Flujo de Caja Optimista

En el escenario optimista, se proyecta un incremento mayor de las ventas por año, equivalentes a un 20%. Este porcentaje se aplica al número base de ventas de 160 unidades, y el precio de venta se incrementa al igual que en los demás escenarios, en un 3,5% por año. El flujo

de caja resultante (tabla 3-15) es de un 428.22 en el proyecto puro, 133.89 UF por sobre el escenario normal. Los indicadores resultantes y otros datos se pueden apreciar en la tabla 3-16.

Tabla 3-15. Flujo de Caja Puro Optimista

FLUJO DE CAJA PURO						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+) Ingresos		324,23	402,69	500,14	621,18	771,50
(-) Egresos		-237,18	-296,00	-307,84	-320,15	-332,96
(=) Margen		87,05	106,69	192,30	301,03	438,54
(-) Depreciación		-14,82	-14,82	0,00	0,00	0,00
(-) Pérdida del ejercicio anterior			0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Intereses						
(=) Resultado antes de impuesto		72,23	91,88	192,30	301,03	438,54
(-) Impuesto		-19,50	-24,81	-51,92	-81,28	-118,41
(=) Utilidad neta		52,73	67,07	140,38	219,75	320,14
(+) Depreciación		14,82	14,82	0,00	0,00	0,00
(+) Pérdida del ejercicio anterior		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Inversiones	-41,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Gastos de puesta en marcha	-43,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Amortizaciones						
(-) Capital de trabajo	-257,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Retorno del capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	257,06
(+) Valor de desecho		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Financiamiento		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(=) Flujo de caja	-341,89	67,55	81,89	140,38	219,75	577,20
Flujo actualizado	-341,89	61,97	68,92	108,40	155,68	375,14
Flujo acumulado	-341,89	-279,92	-211,00	-102,60	53,08	428,22

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-16. Indicadores del flujo Caja Puro Optimista

PURO	
Indicador	Valor
VAN	428,22
TIR	36 %
PAYBACK	3,47
Tasa de descuento	9 %
Tasa de impuesto	27,0%
Periodo anterior al cambio de signo	3
Valor Absoluto del flujo acumulado	102,60
Flujo de caja en el siguiente periodo	219,75

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2 Flujo de Caja Pesimista

En el escenario pesimista, se proyecta un incremento menor de las ventas por año, equivalentes a un 5%. Este porcentaje se aplica al número base de ventas de 160 unidades, y el precio de venta se incrementa al igual que en los demás escenarios, en un 3,5% por año. El flujo de caja resultante (Tabla 3-17) es de un 215.15 en el proyecto puro, 79.18 UF debajo del escenario normal.

Tabla 3-17. Flujo de Caja Puro Pesimista

FLUJO DE CAJA PURO						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+) Ingresos		324,23	352,36	382,92	416,14	452,24
(-) Egresos		-237,18	-234,33	-243,71	-253,45	-263,59
(=) Margen		87,05	118,02	139,22	162,69	188,65
(-) Depreciación		-14,82	-14,82	0,00	0,00	0,00
(-) Pérdida del ejercicio anterior			0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Intereses						
(=) Resultado antes de impuesto		72,23	103,20	139,22	162,69	188,65
(-) Impuesto		-19,50	-27,87	-37,59	-43,93	-50,94
(=) Utilidad neta		52,73	75,34	101,63	118,76	137,71
(+) Depreciación		14,82	14,82	0,00	0,00	0,00
(+) Pérdida del ejercicio anterior		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Inversiones	-41,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Gastos de puesta en marcha	-43,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Amortizaciones						
(-) Capital de trabajo	-257,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Retorno del capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	257,06
(+) Valor de desecho		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Financiamiento		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(=) Flujo de caja	-341,89	67,55	90,16	101,63	118,76	394,77
Flujo actualizado	-341,89	61,97	75,88	78,48	84,13	256,58
Flujo acumulado	-341,89	-279,92	-204,04	-125,56	-41,43	215,15

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-18. Indicadores del flujo de caja puro pesimista

PURO	
Indicador	Valor
VAN	215,15
TIR	25 %
PAYBACK	4,10
Tasa de descuento	9 %
Tasa de impuesto	27,0%
Periodo anterior al cambio de signo	4
Valor Absoluto del flujo acumulado	41,43
Flujo de caja en el siguiente periodo	394,77

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3 Aplicación de financiamientos a los flujos de caja

A continuación, se aplicarán las opciones de financiamiento, específicamente del 25%, 50% y 75% a los flujos de caja bajo los tres escenarios: condiciones normales (ver tabla 3-19 a 3-21), optimistas (ver tabla 3-22 a 3-24) y pesimistas (ver tabla 3-25 a 3-27).

El valor del financiamiento se agrega en el año 0 como un ingreso positivo, y es luego descontado en los primeros 3 años de acuerdo a las cuotas especificadas en la sección anterior. A través de este análisis podemos evaluar como los diferentes montos de financiamiento pueden afectar la rentabilidad del proyecto.

Tabla 3-19. Flujo de Caja normal con 25% de financiamiento

FLUJO DE CAJA: 25% FINANCIAMIENTO						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+) Ingresos		324,23	369,13	420,26	478,46	544,73
(-) Egresos		-237,18	-246,67	-256,53	-266,79	-277,46
(=) Margen		87,05	122,47	163,73	211,67	267,27
(-) Depreciación		-14,82	-14,82	0,00	0,00	0,00
(-) Pérdida del ejercicio anterior			0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Intereses		-12,21	-8,67	-4,62	0,00	0,00
(=) Resultado antes de impuesto		60,03	98,98	159,11	211,67	267,27
(-) Impuesto		-16,21	-26,73	-42,96	-57,15	-72,16
(=) Utilidad neta		43,82	72,26	116,15	154,52	195,11
(+) Depreciación		14,82	14,82	0,00	0,00	0,00
(+) Pérdida del ejercicio anterior		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Inversiones	-41,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Gastos de puesta en marcha	-43,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Amortizaciones		-24,78	-28,32	-32,37	0,00	0,00
(-) Capital de trabajo	-257,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Retorno del capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	257,06
(+) Valor de desecho		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Financiamiento	85,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(=) Flujo de caja	-256,42	33,85	58,75	83,78	154,52	452,16
Flujo actualizado	-256,42	31,06	49,45	64,69	109,47	293,88
Flujo acumulado	-256,42	-225,36	-175,91	-111,21	-1,75	292,13

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-20. Flujo de Caja normal con 50% de financiamiento

FLUJO DE CAJA: 50% FINANCIAMIENTO						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+) Ingresos		324,23	369,13	420,26	478,46	544,73
(-) Egresos		-237,18	-246,67	-256,53	-266,79	-277,46
(=) Margen		87,05	122,47	163,73	211,67	267,27
(-) Depreciación		-14,82	-14,82	0,00	0,00	0,00
(-) Pérdida del ejercicio anterior			0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Intereses		-23,80	-16,87	-8,99	0,00	0,00
(=) Resultado antes de impuesto		48,44	90,78	154,74	211,67	267,27
(-) Impuesto		-13,08	-24,51	-41,78	-57,15	-72,16
(=) Utilidad neta		35,36	66,27	112,96	154,52	195,11
(+) Depreciación		14,82	14,82	0,00	0,00	0,00
(+) Pérdida del ejercicio anterior		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Inversiones	-41,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Gastos de puesta en marcha	-43,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Amortizaciones		-49,74	-56,66	-64,55	0,00	0,00
(-) Capital de trabajo	-257,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Retorno del capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	257,06
(+) Valor de desecho		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Financiamiento	170,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(=) Flujo de caja	-170,95	0,44	24,43	48,41	154,52	452,16
Flujo actualizado	-170,95	0,40	20,56	37,38	109,47	293,88
Flujo acumulado	-170,95	-170,54	-149,98	-112,60	-3,13	290,74

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-21. Flujo de Caja normal con 75% de financiamiento

FLUJO DE CAJA: 75% FINANCIAMIENTO						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+) Ingresos		324,23	369,13	420,26	478,46	544,73
(-) Egresos		-237,18	-246,67	-256,53	-266,79	-277,46
(=) Margen		87,05	122,47	163,73	211,67	267,27
(-) Depreciación		-14,82	-14,82	0,00	0,00	0,00
(-) Pérdida del ejercicio anterior			0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Intereses		-33,54	-23,70	-12,58	0,00	0,00
(=) Resultado antes de impuesto		38,69	83,95	151,15	211,67	267,27
(-) Impuesto		-10,45	-22,67	-40,81	-57,15	-72,16
(=) Utilidad neta		28,25	61,28	110,34	154,52	195,11
(+) Depreciación		14,82	14,82	0,00	0,00	0,00
(+) Pérdida del ejercicio anterior		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Inversiones	-41,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Gastos de puesta en marcha	-43,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Amortizaciones		-75,21	-85,04	-96,17	0,00	0,00
(-) Capital de trabajo	-257,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Retorno del capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	257,06
(+) Valor de desecho		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Financiamiento	256,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(=) Flujo de caja	-85,47	-32,14	-8,94	14,17	154,52	452,16
Flujo actualizado	-85,47	-29,49	-7,53	10,94	109,47	293,88
Flujo acumulado	-85,47	-114,96	-122,49	-111,55	-2,08	291,79

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-22. Flujo de Caja optimista con 25% de financiamiento

FLUJO DE CAJA: 25% FINANCIAMIENTO						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+) Ingresos		324,23	402,69	500,14	621,18	771,50
(-) Egresos		-237,18	-296,00	-307,84	-320,15	-332,96
(=) Margen		87,05	106,69	192,30	301,03	438,54
(-) Depreciación		-14,82	-14,82	0,00	0,00	0,00
(-) Pérdida del ejercicio anterior			0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Intereses		-12,21	-8,67	-4,62	0,00	0,00
(=) Resultado antes de impuesto		60,03	83,21	187,68	301,03	438,54
(-) Impuesto		-16,21	-22,47	-50,67	-81,28	-118,41
(=) Utilidad neta		43,82	60,74	137,01	219,75	320,14
(+) Depreciación		14,82	14,82	0,00	0,00	0,00
(+) Pérdida del ejercicio anterior		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Inversiones	-41,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Gastos de puesta en marcha	-43,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Amortizaciones		-24,78	-28,32	-32,37	0,00	0,00
(-) Capital de trabajo	-257,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Retorno del capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	257,06
(+) Valor de desecho		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Financiamiento	85,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(=) Flujo de caja	-256,42	33,85	47,24	104,64	219,75	577,20
Flujo actualizado	-256,42	31,06	39,76	80,80	155,68	375,14
Flujo acumulado	-256,42	-225,36	-185,60	-104,80	50,88	426,02

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-23. Flujo de Caja optimista con 50% de financiamiento

FLUJO DE CAJA: 50% FINANCIAMIENTO						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+) Ingresos		324,23	402,69	500,14	621,18	771,50
(-) Egresos		-237,18	-296,00	-307,84	-320,15	-332,96
(=) Margen		87,05	106,69	192,30	301,03	438,54
(-) Depreciación		-14,82	-14,82	0,00	0,00	0,00
(-) Pérdida del ejercicio anterior			0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Intereses		-23,80	-16,87	-8,99	0,00	0,00
(=) Resultado antes de impuesto		48,44	75,00	183,32	301,03	438,54
(-) Impuesto		-13,08	-20,25	-49,50	-81,28	-118,41
(=) Utilidad neta		35,36	54,75	133,82	219,75	320,14
(+) Depreciación		14,82	14,82	0,00	0,00	0,00
(+) Pérdida del ejercicio anterior		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Inversiones	-41,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Gastos de puesta en marcha	-43,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Amortizaciones		-49,74	-56,66	-64,55	0,00	0,00
(-) Capital de trabajo	-257,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Retorno del capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	257,06
(+) Valor de desecho		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Financiamiento	170,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(=) Flujo de caja	-170,95	0,44	12,91	69,28	219,75	577,20
Flujo actualizado	-170,95	0,40	10,87	53,49	155,68	375,14
Flujo acumulado	-170,95	-170,54	-159,68	-106,18	49,49	424,63

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-24. Flujo de Caja optimista con 75% de financiamiento

FLUJO DE CAJA: 75% FINANCIAMIENTO						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+) Ingresos		324,23	402,69	500,14	621,18	771,50
(-) Egresos		-237,18	-296,00	-307,84	-320,15	-332,96
(=) Margen		87,05	106,69	192,30	301,03	438,54
(-) Depreciación		-14,82	-14,82	0,00	0,00	0,00
(-) Pérdida del ejercicio anterior			0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Intereses		-33,54	-23,70	-12,58	0,00	0,00
(=) Resultado antes de impuesto		38,69	68,17	179,73	301,03	438,54
(-) Impuesto		-10,45	-18,41	-48,53	-81,28	-118,41
(=) Utilidad neta		28,25	49,77	131,20	219,75	320,14
(+) Depreciación		14,82	14,82	0,00	0,00	0,00
(+) Pérdida del ejercicio anterior		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Inversiones	-41,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Gastos de puesta en marcha	-43,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Amortizaciones		-75,21	-85,04	-96,17	0,00	0,00
(-) Capital de trabajo	-257,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Retorno del capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	257,06
(+) Valor de desecho		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Financiamiento	256,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(=) Flujo de caja	-85,47	-32,14	-20,46	35,03	219,75	577,20
Flujo actualizado	-85,47	-29,49	-17,22	27,05	155,68	375,14
Flujo acumulado	-85,47	-114,96	-132,18	-105,13	50,54	425,68

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-25. Flujo de Caja pesimista con 25% de financiamiento

FLUJO DE CAJA: 25% FINANCIAMIENTO						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+) Ingresos		324,23	352,36	382,92	416,14	452,24
(-) Egresos		-237,18	-234,33	-243,71	-253,45	-263,59
(=) Margen		87,05	118,02	139,22	162,69	188,65
(-) Depreciación		-14,82	-14,82	0,00	0,00	0,00
(-) Pérdida del ejercicio anterior			0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Intereses		-12,21	-8,67	-4,62	0,00	0,00
(=) Resultado antes de impuesto		60,03	94,54	134,59	162,69	188,65
(-) Impuesto		-16,21	-25,53	-36,34	-43,93	-50,94
(=) Utilidad neta		43,82	69,01	98,25	118,76	137,71
(+) Depreciación		14,82	14,82	0,00	0,00	0,00
(+) Pérdida del ejercicio anterior		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Inversiones	-41,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Gastos de puesta en marcha	-43,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Amortizaciones		-24,78	-28,32	-32,37	0,00	0,00
(-) Capital de trabajo	-257,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Retorno del capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	257,06
(+) Valor de desecho		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Financiamiento	85,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(=) Flujo de caja	-256,42	33,85	55,51	65,89	118,76	394,77
Flujo actualizado	-256,42	31,06	46,72	50,88	84,13	256,58
Flujo acumulado	-256,42	-225,36	-178,64	-127,76	-43,63	212,95

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-26. Flujo de Caja pesimista con 50% de financiamiento

FLUJO DE CAJA: 50% FINANCIAMIENTO						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+) Ingresos		324,23	352,36	382,92	416,14	452,24
(-) Egresos		-237,18	-234,33	-243,71	-253,45	-263,59
(=) Margen		87,05	118,02	139,22	162,69	188,65
(-) Depreciación		-14,82	-14,82	0,00	0,00	0,00
(-) Pérdida del ejercicio anterior			0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Intereses		-23,80	-16,87	-8,99	0,00	0,00
(=) Resultado antes de impuesto		48,44	86,33	130,23	162,69	188,65
(-) Impuesto		-13,08	-23,31	-35,16	-43,93	-50,94
(=) Utilidad neta		35,36	63,02	95,07	118,76	137,71
(+) Depreciación		14,82	14,82	0,00	0,00	0,00
(+) Pérdida del ejercicio anterior		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Inversiones	-41,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Gastos de puesta en marcha	-43,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Amortizaciones		-49,74	-56,66	-64,55	0,00	0,00
(-) Capital de trabajo	-257,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Retorno del capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	257,06
(+) Valor de desecho		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Financiamiento	170,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(=) Flujo de caja	-170,95	0,44	21,18	30,52	118,76	394,77
Flujo actualizado	-170,95	0,40	17,83	23,57	84,13	256,58
Flujo acumulado	-170,95	-170,54	-152,72	-129,15	-45,01	211,56

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-27. Flujo de Caja pesimista con 75% de financiamiento

FLUJO DE CAJA: 75% FINANCIAMIENTO						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+) Ingresos		324,23	352,36	382,92	416,14	452,24
(-) Egresos		-237,18	-234,33	-243,71	-253,45	-263,59
(=) Margen		87,05	118,02	139,22	162,69	188,65
(-) Depreciación		-14,82	-14,82	0,00	0,00	0,00
(-) Pérdida del ejercicio anterior			0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Intereses		-33,54	-23,70	-12,58	0,00	0,00
(=) Resultado antes de impuesto		38,69	79,50	126,64	162,69	188,65
(-) Impuesto		-10,45	-21,47	-34,19	-43,93	-50,94
(=) Utilidad neta		28,25	58,04	92,45	118,76	137,71
(+) Depreciación		14,82	14,82	0,00	0,00	0,00
(+) Pérdida del ejercicio anterior		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Inversiones	-41,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Gastos de puesta en marcha	-43,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Amortizaciones		-75,21	-85,04	-96,17	0,00	0,00
(-) Capital de trabajo	-257,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Retorno del capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	257,06
(+) Valor de desecho		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Financiamiento	256,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(=) Flujo de caja	-85,47	-32,14	-12,19	-3,72	118,76	394,77
Flujo actualizado	-85,47	-29,49	-10,26	-2,87	84,13	256,58
Flujo acumulado	-85,47	-114,96	-125,22	-128,10	-43,96	212,61

Fuente: Elaboración Propia

3.6.4 Resumen

Al crear el flujo con los datos de distintos escenarios de ventas o cambios en financiamiento, se obtienen distintos indicadores que pueden ser comparados entre sí, para analizar la rentabilidad del proyecto en diferentes situaciones, un resumen de estos se ve en la Tabla 3-28.

Tabla 3-28. Resumen de los flujos de caja

	Financiamiento			
Indicador	0% (Puro)	25 %	50 %	75 %
VAN	294,33	292,13	290,74	291,79
TIR	30 %	32 %	37 %	44 %
PAYBACK	3,71	4,00	4,01	4,00
	Optimista			
Indicador	0% (Puro)	25 %	50 %	75 %
VAN	428,22	426,02	424,63	425,68
TIR	36 %	39 %	45 %	54 %
PAYBACK	3,47	3,48	3,48	3,48
	Pesimista			
Indicador	0% (Puro)	25 %	50 %	75 %
VAN	215,15	212,95	211,56	212,61
TIR	25 %	27 %	31 %	37 %
PAYBACK	4,10	4,11	4,11	4,11

Fuente: Elaboración Propia

3.7 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

En el análisis de sensibilidad se aplican porcentajes de aumento en los egresos y disminución en los ingresos para evaluar la rentabilidad del proyecto, considerando posibles fluctuaciones de mercado que podrían ocurrir debido a cambios internos o externos.

En este proyecto, un cambio por sobre el 16% en las variables es suficiente para que el flujo de caja obtenido sea negativo y, por lo tanto, el proyecto no sea rentable (ver tabla 3-29). Al ajustar los porcentajes por debajo del 16%, el proyecto se vuelve rentable (ver Tabla 3-30)

Tabla 3-29. Análisis de sensibilidad, ejemplo no rentable

FLUJO DE CAJA: 50% FINANCIAMIENTO								
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Porcentaje disminución ingresos	16 %
(+) Ingresos		272,35	310,07	353,02	401,91	457,58	Porcentaje aumento egresos	20 %
(-) Egresos		-284,61	-296,00	-307,84	-320,15	-332,96		
(=) Margen		-12,26	14,07	45,18	81,76	124,62		
(-) Depreciación		-14,82	-14,82	0,00	0,00	0,00	50% FINANCIAMIENTO	
(-) Pérdida del ejercicio anterior			-50,88	-68,49	-32,30	0,00	Indicador	Valor
(-) Intereses		-23,80	-16,87	-8,99	0,00	0,00	VAN	-46,94
(=) Resultado antes de impuesto		-50,88	-68,49	-32,30	49,46	124,62	TIR	5 %
(-) Impuesto		0,00	0,00	0,00	-13,35	-33,65	Tasa de descuento	9 %
(=) Utilidad neta		-50,88	-68,49	-32,30	36,11	90,97	Tasa de impuesto	27,0%
(+) Depreciación		14,82	14,82	0,00	0,00	0,00		
(+) Pérdida del ejercicio anterior		0,00	50,88	68,49	32,30	0,00		
(-) Inversiones	-41,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
(-) Gastos de puesta en marcha	-43,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
(-) Amortizaciones		-49,74	-56,66	-64,55	0,00	0,00		
(-) Capital de trabajo	-257,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
(+) Retorno del capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	257,06		
(+) Valor de desecho		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
(+) Financiamiento	170,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
(=) Flujo de caja	-170,95	-85,79	-59,46	-28,35	68,40	348,03		
Flujo actualizado	-170,95	-78,71	-50,05	-21,89	48,46	226,20		
Flujo acumulado	-170,95	-249,66	-299,70	-321,60	-273,14	-46,94		
Resultado:								
PROYECTO NO RENTABLE								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-30. Análisis de sensibilidad, ejemplo rentable

FLUJO DE CAJA: 50% FINANCIAMIENTO								
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Porcentaje disminución ingresos	14 %
(+) Ingresos		278,84	317,46	361,42	411,48	468,47	Porcentaje aumento egresos	14 %
(-) Egresos		-270,38	-281,20	-292,45	-304,14	-316,31		
(=) Margen		8,45	36,26	68,98	107,34	152,16		
(-) Depreciación		-14,82	-14,82	0,00	0,00	0,00	50% FINANCIAMIENTO	
(-) Pérdida del ejercicio anterior			-30,16	-25,59	0,00	0,00	Indicador	Valor
(-) Intereses		-23,80	-16,87	-8,99	0,00	0,00	VAN	22,06
(=) Resultado antes de impuesto		-30,16	-25,59	34,40	107,34	152,16	TIR	11 %
(-) Impuesto		0,00	0,00	-9,29	-28,98	-41,08	Tasa de descuento	9 %
(=) Utilidad neta		-30,16	-25,59	25,11	78,36	111,08	Tasa de impuesto	27,0%
(+) Depreciación		14,82	14,82	0,00	0,00	0,00		
(+) Pérdida del ejercicio anterior		0,00	30,16	25,59	0,00	0,00		
(-) Inversiones	-41,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
(-) Gastos de puesta en marcha	-43,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
(-) Amortizaciones		-49,74	-56,66	-64,55	0,00	0,00		
(-) Capital de trabajo	-257,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
(+) Retorno del capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	257,06		
(+) Valor de desecho		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
(+) Financiamiento	170,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
(=) Flujo de caja	-170,95	-65,08	-37,28	-13,84	78,36	368,14		
Flujo actualizado	-170,95	-59,71	-31,37	-10,69	55,51	239,26		
Flujo acumulado	-170,95	-230,65	-262,03	-272,72	-217,21	22,06		
Resultado:								
PROYECTO RENTABLE								

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

En conclusión, el proyecto de desarrollo de un dispensador electrónico presentado, representa una solución que se adapta a los requerimientos de los usuarios y genera interés en el público objetivo, al abordar un problema recurrente de grandes implicancias.

A partir de la elección de los componentes del sistema, se puede concluir que la creación del dispositivo es posible utilizando piezas de hardware ya existentes, en una nueva combinación que presente una mejora a las soluciones que ya se encuentran en el mercado.

Finalmente, tras el análisis económico se puede observar que el proyecto puede llegar a ser rentable al mantener los ingresos y egresos dentro del marco que nos otorga el análisis de sensibilidad de los flujos de caja.

BIBLIOGRAFÍA

Arduino MKR WiFi 1010 — Arduino Online Shop [en línea]. <<https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-mkr-wifi-1010>> [consulta: 31 de diciembre de 2024].

Arduino Nano 33 IoT — Arduino Online Shop [en línea]. <<https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-nano-33-iot>> [consulta: 31 de diciembre de 2024].

Arduino Uno vs MKR Series: An Arduino Comparison Guide | Arrow.com [en línea]. <<https://www.arrow.com/en/research-and-events/articles/arduino-uno-vs-mkr-series>> [consulta: 31 de diciembre de 2024].

GAJARDO J, MONSALVES MJ. Demencia, un tema urgente para Chile. Revista Chilena de Salud Pública. 17(1):22-5, abr. 2013.

DS1302 Real Time Clock-RTC-Module with Battery (DS1302 RTC Real Time Clock Module with Battery) : Amazon.in: Computers & Accessories [en línea]. <<https://www.amazon.in/DS1302-Clock-RTC-Module-Battery-Clock-Module/dp/B091N1FSN7>> [consulta: 3 de enero de 2025].

Components101 [en línea]. HC-SR501 PIR Sensor. <<https://components101.com/sensors/hc-sr501-pir-sensor>> [consulta: 3 de enero de 2025].

World Famous Electronics llc. [en línea]. Heartbeats in Your Project, Lickety-Split ♥. <<https://pulsesensor.com/>> [consulta: 3 de enero de 2025].

Campbell S. How to Set Up the DHT11 Humidity Sensor on an Arduino [en línea]. Circuit Basics. 2015 <<https://www.circuitbasics.com/how-to-set-up-the-dht11-humidity-sensor-on-an-arduino/>> [consulta: 3 de enero de 2025].

Introduction to IoT | IoT Connectivity Options [en línea]. [consulta: 31 de diciembre de 2024]. <<https://www.leverage.com/iot-ebook/iot-connectivity-types>> [consulta: 31 de diciembre de 2024].

IoT (The Internet of Things) | NIDEC CORPORATION [en línea]. [consulta: 31 de diciembre de 2024]. <https://www.nidec.com/en/technology/new_field/iot/> [consulta: 31 de diciembre de 2024].

Arduino Online Shop [en línea]. MKR2UNO Adapter. <<https://store-usa.arduino.cc/products/mkr2uno-adapter>> [consulta: 31 de diciembre de 2024].

OLED vs. LCD - FlatpanelsHD [en línea]. <<https://www.flatpanelshd.com/focus.php?subaction=showfull&id=1474618766>> [consulta: 3 de enero de 2025].

PERSONAS mayores en Chile: el nuevo desafío social, económico y sanitario del Siglo XXI. -- Leiva "et al". Revista médica de Chile. 148(6):799-809, Jun. 2020;

Ripley - PASTILLERO 3 DIVISIONES COLORES MIKE'S [en línea]. <<https://simple.ripley.cl/pastillero-3-divisiones-colores-mikes-mpm00042286774>> [consulta: 31 de diciembre de 2024].

Ripley - PASTILLERO INTELIGENTE ELECTRONICO PILLY INNOVAGOODS [en línea]. <<https://simple.ripley.cl/pastillero-inteligente-electronico-pilly-innovagoods-2000385550020p?s=mdco>> [consulta: 31 de diciembre de 2024].

SG90 Digital – Tower Pro [en línea]. 2021 <<https://towerpro.com.tw/product/sg90-7/>> [consulta: 3 de enero de 2025].

Shop [en línea]. <<https://www.pilldrill.com/shop>> [consulta: 31 de diciembre de 2024].

The use of ARDUINO in the IoT, Wearable and other handy devices has been increased. - Techie Blog [en línea]. 2018 <<https://blog.techiehunter.com/the-use-of-arduino-in-the-iot-wearable-and-other-handy-devices-has-been-increased/>> [consulta: 31 de diciembre de 2024].