



Sistema de **monitoreo** para un bioterio

Autor:
LSI Norberto Antonio Rodríguez

Director:
Nombre del Director (pertenencia)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 21 de junio de 2022 y el 16 de agosto de 2022.*



Sistema de **Monitoreo** para un bioterio

Autor:
LSI Norberto Antonio Rodríguez

Director:
Nombre del Director (pertenencia)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 21 de junio de 2022 y el 16 de agosto de 2022.*

Índice

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar.	5
2. Identificación y análisis de los interesados	6
3. Propósito del proyecto.	7
4. Alcance del proyecto	7
5. Supuestos del proyecto.	7
6. Requerimientos	8
7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>).	9
8. Se incluyen los siguientes entregables:	10
9. Desglose del trabajo en tareas	11
10. Diagrama de activity on node.	12
11. Diagrama de Gantt	14
12. Presupuesto detallado del proyecto	17
13. Gestión de riesgos.	17
14. Gestión de la calidad	18
15. Procesos de cierre.	18

Índice

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar.	5
2. Identificación y análisis de los interesados	6
3. Propósito del proyecto.	7
4. Alcance del proyecto	7
5. Supuestos del proyecto.	7
6. Requerimientos	8
7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>).	8
8. Entregables principales del proyecto	10
9. Desglose del trabajo en tareas	10
10. Diagrama de Activity On Node.	12
11. Diagrama de Gantt	12
12. Presupuesto detallado del proyecto	15
13. Gestión de riesgos.	15
14. Gestión de la calidad	16
15. Procesos de cierre.	17

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento.	21 de junio de 2022
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive.	3 de julio de 2022
2	Se realizaron correcciones en distintos capítulos y se completó hasta el punto 9 inclusive.	9 de julio de 2022
3	Se realizaron correcciones en distintos capítulos y se completó hasta el punto 12 inclusive.	24 de julio de 2022

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento.	21 de junio de 2022
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive.	3 de julio de 2022
2	Se realizaron correcciones en distintos capítulos y se completó hasta el punto 9 inclusive.	9 de julio de 2022

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 21 de junio de 2022

Por medio de la presente se acuerda con el Lic. LSI Norberto Antonio Rodríguez que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Internet de las Cosas se titulará "Sistema de **monitoreo** para un bioterio", consistirá esencialmente en la implementación de un prototipo de un sistema de monitoreo de las condiciones ambientales de un bioterio, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y ARS **1.002.977**, con fecha de inicio 21 de junio de 2022 y fecha de presentación pública 15 de mayo de 2023.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Dr. Juan Rosa
Instituto de Medicina Regional - UNNE

Nombre del Director
Director del Trabajo Final

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 21 de junio de 2022

Por medio de la presente se acuerda con el Lic. LSI Norberto Antonio Rodríguez que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Internet de las Cosas se titulará "Sistema de **Monitoreo** para un bioterio", consistirá esencialmente en la implementación de un prototipo de un sistema de monitoreo de las condiciones ambientales de un bioterio, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y ARS **75.000**, con fecha de inicio 21 de junio de 2022 y fecha de presentación pública 15 de mayo de 2023.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Dr. Juan Rosa
Instituto de Medicina Regional - UNNE

Nombre del Director
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

Un bioterio es un área artificial controlada donde se alojan animales o plantas bajo ciertas condiciones que permitan el desarrollo de la especie para guarda, crío o fines experimentales. Se deben registrar y estudiar las variables ambientales del laboratorio en general y de los bioterios en particular. Estas variables son: temperatura, humedad, cantidad de luz y CO₂.

Estas áreas artificiales pueden utilizarse en nuevas disciplinas, por ejemplo, la **ecoepidemiología**, la cual supone un enfoque actual integrador del estudio de las enfermedades transmitidas a los animales, vegetales y humanos. Involucra los aspectos ecológicos y epidemiológicos denominados **ecoepidemiológicos**.

En el bioterio se tendrán artrópodos. Son animales invertebrados que actúan como uno de los agentes transmisores de enfermedades. Lo hacen por acción directa como vector o indirecta por acción traumática e irritante de su picadura. Este proceso es independiente a su rol en el ciclo de vida del agente etiológico viral, bacteriano o parasitario.

Los ciclos reproductivos de los artrópodos juegan un papel fundamental en la epidemiología de las enfermedades transmisibles. Hay diferentes causas que pueden afectar la transmisión de una enfermedad: las tasas de fecundidad y de mortalidad, la densidad de la población, su distribución por edades, la variación genética y la tasa de migración. Algunas de estas variables pueden ser controladas en condiciones experimentales como la temperatura, humedad, ciclos de luz y ventilación como factores abióticos esenciales. Los ambientes especialmente diseñados, denominados insectarios, bioterios o animalarios, son la base de diversos estudios (Insect Morphology and Phylogeny, 2014).

Los artrópodos tienen varios estados en su ciclo de vida que están relacionados con su metamorfosis. La misma puede ser completa (holometábolos): huevo, larva, pupa e imago. O bien incompleta (hemimetábolos) huevos, ninfas, imagos y con clasificaciones intermedias. Cada uno de los estados tienen requerimientos de temperatura, humedad o inundación.

Los artrópodos hematófagos presentan limitaciones al momento de mantenerlos o de desarrollar su biología. Dependen primero, de la fuente de alimentación sanguínea y otros nutrientes. También influye el rango de temperatura, que en general oscila entre 24-26 °C y 80-95 % de humedad relativa, con fotoperíodos mediante ciclos de luz-oscuridad de 12 horas e intensidad de luz y tipo de luz variable según requerimientos (Arthropod Containment Guidelines, 2019).

Otro factor importante a tener en cuenta con los artrópodos es que algunos requieren agua como parte del ciclo de vida; como los culicidos (mosquitos), simúlidos y ceratopogónidos (carachai, jejenes y polvorines). Todos dependen de la calidad del agua y la temperatura ambiente. A mayor temperatura el ciclo se acorta y, por el contrario, a menor temperatura se prolonga; algunos casos incluso entran en latencia (diapausa).

Las larvas pueden ser acuáticas o terrestres. Se deben considerar la humedad relativa ambiental y requerimientos nutricionales diferentes. En el caso de las pupas o crisálidas, dependiendo de la especie de vectores, la temperatura es importante debido a que es un estado de transformación y no de alimentación como en la anterior. Los imagos eclosionarán en un ambiente controlado, pero no significa que continúen el ciclo de reproducción y generen colonias parentales o bien filiales de la misma especie (Insect Morphology and Phylogeny, 2014).

El estudio de la biología en condiciones experimentales solo puede aplicarse a determinados artrópodos debido a las limitaciones propias del ciclo natural según experiencias preliminares.

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

Un bioterio es un área artificial controlada donde se alojan animales o plantas bajo ciertas condiciones que permitan el desarrollo de la especie para guarda, crío o fines experimentales. Se deben registrar y estudiar las variables ambientales del laboratorio en general y de los bioterios en particular. Estas variables son: temperatura, humedad, cantidad de luz y CO₂.

Estas áreas artificiales pueden utilizarse en nuevas disciplinas, por ejemplo, la **ecoepidemiología**. Es el enfoque actual integrador del estudio de las enfermedades transmitidas a los animales, vegetales y humanos, involucra aspectos ecológicos y epidemiológicos denominados **ecoepidemiológicos**.

En el bioterio se tendrán artrópodos. Los artrópodos son uno de los agentes transmisores de enfermedades. De modo independiente a su rol en el ciclo de vida del agente etiológico viral, bacteriano o parasitario. Actúan por acción directa como vector o indirecta por acción traumática e irritante de su picadura.

Los ciclos reproductivos de los artrópodos juegan un papel fundamental en la epidemiología de las enfermedades transmisibles. Hay diferentes causas que pueden afectar la transmisión de una enfermedad: las tasas de fecundidad y de mortalidad, la densidad de la población, su distribución por edades, la variación genética y la tasa de migración. Algunas de estas variables pueden ser controladas en condiciones experimentales como la temperatura, humedad, ciclos de luz y ventilación como factores abióticos esenciales. Los ambientes especialmente diseñados, denominados insectarios, bioterios o animalarios, son la base de diversos estudios (Insect Morphology and Phylogeny, 2014).

Los artrópodos tienen varios estados en su ciclo de vida relacionados con su metamorfosis. La metamorfosis completa (holometábolos): huevo, larva, pupa e imago. O bien la metamorfosis incompleta (hemimetábolos) huevos, ninfas, imagos y con clasificaciones intermedias. Cada uno de los estados tienen requerimientos de temperatura, humedad o inundación.

Los artrópodos hematófagos presentan limitaciones al momento de mantenerlos o de desarrollar su biología. Dependen de la fuente de alimentación sanguínea y otros nutrientes. El rango de temperatura en general oscila entre 24-26 °C y 80-95 % de humedad relativa, con fotoperíodos mediante ciclos de luz-oscuridad de 12 horas e intensidad de luz y tipo de luz variable según requerimientos (Arthropod Containment Guidelines, 2019).

Otro factor importante a tener en cuenta con los artrópodos es el agua, requieren agua como parte del ciclo de vida; como culicidos (mosquitos), simúlidos y ceratopogónidos (carachai, jejenes y polvorines) dependen de la calidad del agua y la temperatura ambiente. A mayor temperatura el ciclo se acorta y, por el contrario, a menor temperatura se prolonga; algunos casos incluso entran en latencia (diapausa).

Uno de los estado del ciclo de vida de los artrópodos es larva. Las larvas pueden ser acuáticas o terrestres. Se deben considerar la humedad relativa ambiental y requerimientos nutricionales diferentes. En el caso de las pupas o crisálidas, dependiendo de la especie de vectores, la temperatura es importante debido a que es un estado de transformación y no de alimentación como en la anterior. Los imagos eclosionarán en un ambiente controlado, pero no significa que continúen el ciclo de reproducción y generen colonias parentales o bien filiales de la misma especie (Insect Morphology and Phylogeny, 2014).

Los resultados de estas observaciones permiten investigar aspectos referentes a los mecanismos de transmisión de patógenos, las comparaciones genéticas de poblaciones, la sistemática y la susceptibilidad a los insecticidas, entre otros. Sin embargo, existe gran dificultad de mantener a la mayoría de las colonias durante más de unas pocas **generaciones lo que** impide contar con tablas de vida. **Esta situación** limita la comprensión del comportamiento de las colonias en la naturaleza (Insect Morphology and Phylogeny, 2014).

El entorno de una colonia no puede duplicar las condiciones de nutrición, **temperatura y** humedad. La consecuencia será la afectación en el comportamiento de los adultos, la mortalidad de los huevos, el período de crecimiento de las larvas y la mortalidad de los adultos. No obstante, los datos de laboratorio proporcionan información de referencia esencial sobre el potencial reproductivo de algunas especies sometidas a experiencia como mosquitos y flebótomos (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae).

Para estudios en biología de poblaciones de flebótomos en el campo, estas observaciones proporcionan pautas para aproximar los límites de los comportamientos biológicos esperados. Lo cual permite diseñar estrategias de control y de comprensión de comportamientos aplicables al desarrollo de mapas de riesgo epidemiológico (Escovar et al., 2004, Bueno Marí et al., 2015).

El presente proyecto se **destaca** especialmente por incorporar una aplicación y un dispositivo que contendrá sensores capaces de registrar la temperatura, humedad, luminosidad y saturación de CO₂ del bioterio. Podrá ser usado en cada uno de los estados **larvarios** según las variables descriptas en los párrafos anteriores. Facilitará el registro, sistematización, alertas y presentación de datos periódicos en un tablero. Esto fortalecerá el proceso de investigación en todas sus etapas.

En la figura 1 se presenta el diagrama general del sistema. Se observa que los dispositivos estarán instalados en los bioterios con conexión Wi-Fi a **Internet** enviando la telemetría hacia el servidor del Instituto de Medicina Regional. Al mismo tiempo los investigadores pueden observar los datos recopilados.

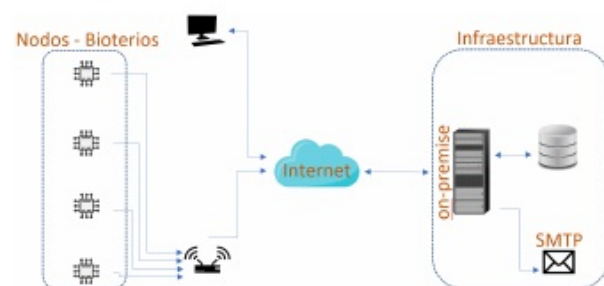


Figura 1. Diagrama general del sistema.

2. Identificación y análisis de los interesados

- Cliente: Juan Rosa es riguroso y exigente en los detalles.

El estudio de la biología en condiciones experimentales solo puede aplicarse a determinados artrópodos debido a las limitaciones propias del ciclo natural según experiencias preliminares. Los resultados de estas observaciones permiten investigar aspectos referentes a los mecanismos de transmisión de patógenos, las comparaciones genéticas de poblaciones, la sistemática y la susceptibilidad a los insecticidas, entre otros. Sin embargo, existe gran dificultad de mantener a la mayoría de las colonias durante más de unas pocas **generaciones**, impide contar con tablas de vida. **Situación que** limita la comprensión del comportamiento de las colonias en la naturaleza (Insect Morphology and Phylogeny, 2014).

El entorno de una colonia no puede duplicar las condiciones de nutrición, **temperatura**, humedad. La consecuencia será la afectación en el comportamiento de los adultos, la mortalidad de los huevos, el período de crecimiento de las larvas y la mortalidad de los adultos. No obstante, los datos de laboratorio proporcionan información de referencia esencial sobre el potencial reproductivo de algunas especies sometidas a experiencia como mosquitos y flebótomos (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae).

Para estudios en biología de poblaciones de flebótomos en el campo, estas observaciones proporcionan pautas para aproximar los límites de los comportamientos biológicos esperados. Lo cual permite diseñar estrategias de control y de comprensión de comportamientos aplicables al desarrollo de mapas de riesgo epidemiológico (Escovar et al., 2004, Bueno Marí et al., 2015).

El presente proyecto se **destaca** especialmente por incorporar una aplicación y un dispositivo que contendrá sensores capaces de registrar la temperatura, humedad, luminosidad y saturación de CO₂ del bioterio. Podrá ser usado en cada uno de los estados **larvarios**, según las variables descriptas en los párrafos anteriores. Facilitará el registro, sistematización, alertas y presentación de datos periódicos en un tablero. Esto fortalecerá el proceso de investigación en todas sus etapas.

En la figura 1 se presenta el diagrama general del sistema. Se observa que los dispositivos estarán instalados en los bioterios con conexión Wi-Fi a **internet** enviando la telemetría hacia el servidor del Instituto de Medicina Regional. Al mismo tiempo los investigadores pueden observar los datos recopilados.

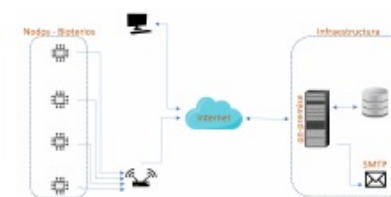


Figura 1. Diagrama general del sistema.

2. Identificación y análisis de los interesados

- Cliente: Juan Rosa es riguroso y exigente en los detalles.
- Responsable: Norberto Rodríguez, **único personal en el equipo de desarrollo.**

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Dr. Juan Rosa	Instituto de Medicina Regional - UNNE	Investigador
Responsable	LSI Norberto Antonio Rodríguez	FIUBA	Alumno
Orientador	Nombre del Director	pertenencia	Director Trabajo final

- **Responsable:** Norberto Rodríguez, único personal en el equipo de desarrollo.

3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es desarrollar un dispositivo para el monitoreo de las condiciones ambientales del bioterio, que incluya el registro de la telemetría, sistematización u organización de los datos recolectados, presentación de alertas vía SMTP a los investigadores y análisis de información por medio de un tablero de mandos.

4. Alcance del proyecto

El proyecto incluye el diseño, desarrollo e implementación del sistema en conjunto con un prototipo de dispositivo instalado en el bioterio.

Se **desarrollarán** las siguientes actividades:

- Confección de un prototipo de dispositivo encargado de la telemetría.
- Configuración del servidor Ubuntu server GNU/Linux distribución basada en Debian.
- Instalación de la aplicación web.
- Instalación y configuración de la base de datos.
- Confección de un dashboard.
- Confección del módulo de alertas vía SMTP.

El presente proyecto no incluye:

- Provisión de la infraestructura de datos e Internet.
- Certificaciones ante autoridades competentes.
- Desarrollos para la automatización del bioterio.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Dr. Juan Rosa	Instituto de Medicina Regional - UNNE	Investigador
Responsable	LSI Norberto Antonio Rodríguez	FIUBA	Alumno
Orientador	Nombre del Director	pertenencia	Director Trabajo final

3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es desarrollar un dispositivo para el monitoreo de las condiciones ambientales del bioterio, que incluya el registro de la telemetría, sistematización u organización de los datos recolectados, presentación de alertas vía SMTP a los investigadores y análisis de información por medio de un tablero de mandos.

4. Alcance del proyecto

El proyecto incluye el diseño, desarrollo e implementación del sistema en conjunto con un prototipo de dispositivo instalado en el bioterio.

Se **desarrollarán** las siguientes actividades:

- Confección de un prototipo de dispositivo encargado de la telemetría.
- Configuración del servidor Ubuntu server GNU/Linux distribución basada en Debian.
- Instalación de la aplicación web.
- Instalación y configuración de la base de datos.
- Confección de un dashboard.
- Confección del módulo de alertas vía SMTP.

El presente proyecto no incluye:

- Provisión de la infraestructura de datos e Internet.
- Certificaciones ante autoridades competentes.
- Desarrollos para la automatización del bioterio.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- **Los bioterios tendrán acceso a Internet.**
- **Se contará con los recursos humanos necesarios por parte del Instituto de Medicina Regional para llevar a cabo el proyecto.**
- **Existe la disponibilidad de los componentes necesarios para el desarrollo del prototipo.**

- Los bioterios tendrán acceso a Internet.
- Se contará con los recursos humanos necesarios por parte del Instituto de Medicina Regional para llevar a cabo el proyecto.
- El Instituto de Medicina Regional brindará acceso a los servidores para la instalación y configuración de la aplicación.
- Para la puesta en producción se utilizará el servidor de correo electrónico del instituto.
- Existe la disponibilidad de los componentes necesarios para el desarrollo del prototipo.

6. Requerimientos

Los requerimientos identificados son:

1. Requerimientos de hardware de los nodos

- 1.1. Cada nodo debe estar conformado por un microcontrolador.
- 1.2. El nodo debe ser capaz de medir la temperatura y humedad.
- 1.3. El nodo debe ser capaz de medir la Luz que reciben los artrópodos.
- 1.4. El nodo debe ser capaz de medir CO2 en el bioterio.
- 1.5. Fuente de alimentación debe estar incluida.
- 1.6. El nodo debe poseer un Módulo Wi-Fi para la comunicación.

2. Requerimientos de software

- 2.1. El sistema debe permitir configurar los parámetros para las alertas.
- 2.2. El usuario debe poder seleccionar el nodo a visualizar en el tablero de mandos.
- 2.3. El sistema debe permitir asignar un nodo a un bioterio en particular.

3. Requerimientos de presentación

- 3.1. El sistema debe proveer un tablero de mandos.
- 3.2. El usuario debe poder visualizar la historia de la telemetría para un posterior análisis cuando se evalúe el desempeño de la colonia.

4. Requerimientos de alertas

- 4.1. El sistema debe notificar al investigador sobre cambios en la telemetría mediante el envío de un correo electrónico.
- 4.2. El usuario debe poder observar alertas en el tablero de mandos.

5. Requerimientos de almacenamiento en la base de datos

- 5.1. Se debe almacenar la lectura de temperatura.
- 5.2. Se debe almacenar la lectura de humedad.
- 5.3. Se debe almacenar la lectura de cantidad de luz.
- 5.4. Se debe almacenar la lectura de CO2.
- 5.5. Se debe almacenar la lectura de fecha y hora de la telemetría.

6. Requerimientos

Los requerimientos identificados son:

1. Requerimientos de hardware de los nodos

- 1.1. Cada nodo debe estar conformado por un microcontrolador.
- 1.2. Sensor de temperatura y humedad.
- 1.3. Sensor de Luz.
- 1.4. Sensor de CO2.
- 1.5. Fuente de alimentación.
- 1.6. Módulo Wi-Fi.

2. Requerimientos de software

- 2.1. El sistema debe permitir configurar los parámetros para las alertas.
- 2.2. El usuario debe poder seleccionar el nodo a visualizar en el tablero de mandos.
- 2.3. El sistema debe permitir asignar un nodo a un bioterio en particular.

3. Requerimiento de presentación

- 3.1. El sistema debe proveer un tablero de mandos.
- 3.2. El usuario debe poder visualizar la historia de la telemetría para un posterior análisis cuando se evalúe el desempeño de la colonia.

4. Requerimientos de alertas

- 4.1. El sistema debe notificar al investigador sobre cambios en la telemetría mediante el envío de un correo electrónico.
- 4.2. El usuario debe poder observar alertas en el tablero de mandos.

5. Requerimientos de almacenamiento

- 5.1. Temperatura.
- 5.2. Humedad.
- 5.3. Cantidad de luz.
- 5.4. CO2.
- 5.5. Fecha y hora de la telemetría.

7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

Como criterio de ponderación se utilizó la serie Fibonacci.

1. Dificultad

- 1.1. Baja - peso 1.
- 1.2. Media - peso 3.
- 1.3. Alta - peso 5.

7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

Como criterio de ponderación se utilizó la serie de Fibonacci.

1. Dificultad

- 1.1. Baja - peso 1.
- 1.2. Media - peso 3.
- 1.3. Alta - peso 5.

2. Complejidad

- 2.1. Baja - peso 1.
- 2.2. Media - peso 5.
- 2.3. Alta - peso 13.

3. Riesgo o incertidumbre

- 3.1. Bajo - peso 2.
- 3.2. Medio - peso 3.
- 3.3. Alto - peso 5.

- Como investigador deseo poder visualizar la temperatura del bioterio para que el cambio de temperatura no comprometa la colonia de artrópodos y tomar acciones preventivas, por ejemplo el corte de energía eléctrica que afectan a los aires acondicionados. **Ponderación: 13.**
Dificultad: media (3).
Complejidad: media (5).
Riesgo: medio (3).
(3 + 5 + 3 = 11 valor siguiente de la serie Fibonacci 13).
- Como investigador deseo poder visualizar la humedad del bioterio para que no se vea comprometida la colonia de artrópodos. **Ponderación: 13.**
Dificultad: media (3).
Complejidad: media (5).
Riesgo: medio (3).
(3 + 5 + 3 = 11 valor siguiente de la serie Fibonacci 13).
- Como investigador deseo poder visualizar la cantidad de luz recibida para que no afecte a la colonia de artrópodos a largo plazo. **Ponderación: 21.**
Dificultad: alta (5).
Complejidad: medio (5).
Riesgo: medio (3).
(5 + 5 + 3 = 13 valor siguiente de la serie Fibonacci 21).

2. Complejidad

- 2.1. Baja - peso 1.
- 2.2. Media - peso 5.
- 2.3. Alta - peso 13.

3. Riesgo o incertidumbre

- 3.1. Bajo - peso 2.
- 3.2. Medio - peso 3.
- 3.3. Alto - peso 5.

- Como investigador deseo poder visualizar la temperatura del bioterio para que el cambio de temperatura no comprometa la colonia de artrópodos y tomar acciones preventivas, por ejemplo el corte de energía eléctrica que afectan a los aires acondicionados. **Ponderación: 13.**
Dificultad: media (3).
Complejidad: media (5).
Riesgo: medio (3).
(3+5+3=11 valor siguiente de la serie Fibonacci 13).
- Como investigador deseo poder visualizar la humedad del bioterio para que no se vea comprometida la colonia de artrópodos. **Ponderación: 13.**
Dificultad: media (3).
Complejidad: media (5).
Riesgo: medio (3).
(3+5+3=11 valor siguiente de la serie Fibonacci 13).
- Como investigador deseo poder visualizar la cantidad de luz recibida para que no afecte a la colonia de artrópodos a largo plazo. **Ponderación: 21.**
Dificultad: alta (5).
Complejidad: medio (5).
Riesgo: medio (3).
(5+5+3=13 valor siguiente de la serie Fibonacci 21).
- Como investigador deseo poder visualizar la cantidad de CO2 del bioterio para que no se vea comprometida la colonia de artrópodos. **Ponderación: 13.**
Dificultad: baja (1).
Complejidad: media (5).
Riesgo: bajo (2).
(1+5+2=8 valor siguiente de la serie Fibonacci 13).
- Como investigador deseo poder consultar los datos registrados con anterioridad para medir o comparar su impacto en la evolución de la colonia. **Ponderación: 34.**
Dificultad: alta (5).
Complejidad: alta (13).
Riesgo: medio (3).
(5+13+3=21 valor siguiente de la serie Fibonacci 34).

- Como investigador deseo poder visualizar la cantidad de CO₂ del bioterio para que no se vea comprometida la colonia de artrópodos. Ponderación: 13.
Dificultad: baja (1).
Complejidad: media (5).
Riesgo: bajo (2).
(1 + 5 + 2 = 8 valor siguiente de la serie Fibonacci 13).
- Como investigador deseo poder consultar los datos registrados con anterioridad para medir o comparar su impacto en la evolución de la colonia. Ponderación: 34.
Dificultad: alta (5).
Complejidad: alta (13).
Riesgo: medio (3).
(5 + 13 + 3 = 21 valor siguiente de la serie Fibonacci 34).
- Como investigador deseo recibir alertas por correo electrónico ante cambios en las condiciones del bioterio y así poder tomar medidas correctivas. Ponderación: 34.
Dificultad: alta (5).
Complejidad: alta (13).
Riesgo: alto (5).
(5 + 13 + 5 = 23 valor siguiente de la serie Fibonacci 34).
- Como investigador deseo poder visualizar un tablero de mandos independientemente de mi ubicación para supervisar el bioterio. Ponderación: 34.
Dificultad: media (3).
Complejidad: alta (13).
Riesgo: alto (5).
(3 + 13 + 5 = 21 valor siguiente de la serie Fibonacci 34).

8. Se incluyen los siguientes entregables:

- Manual de uso.
- Diagrama del sistema.
- Código fuente del firmware.
- Código fuente de la aplicación.
- Un prototipo de nodo.
- Informe de avance.
- Memoria escrita.

- Como investigador deseo recibir alertas por correo electrónico ante cambios en las condiciones del bioterio y así poder tomar medidas correctivas. Ponderación: 34.
Dificultad: alta (5).
Complejidad: alta (13).
Riesgo: alto (5).
(5 + 13 + 5 = 23 valor siguiente de la serie Fibonacci 34).
- Como investigador deseo poder visualizar un tablero de mandos independientemente de mi ubicación para supervisar el bioterio. Ponderación: 34.
Dificultad: media (3).
Complejidad: alta (13).
Riesgo: alto (5).
(3 + 13 + 5 = 21 valor siguiente de la serie Fibonacci 34).

8. Entregables principales del proyecto

- Manual de uso.
- Diagrama del sistema.
- Código fuente del firmware.
- Código fuente de la aplicación.
- Un prototipo de nodo.
- Informe final

9. Desglose del trabajo en tareas

1. Investigación y planificación del proyecto. (60 hs)
 - 1.1. Seleccionar arquitectura para el sistema. (5 hs)
 - 1.2. Investigar tecnologías IoT. (15 hs)
 - 1.3. Investigar sensores. (15 hs)
 - 1.4. Investigar microcontroladores. (15 hs)
 - 1.5. Investigar arquitecturas de microservicios. (10 hs)
2. Adquisición de componentes. (10 hs)
 - 2.1. Consultar costos de los componentes. (5 hs)
 - 2.2. Realizar los pedidos a proveedores. (5 hs)
3. Instalación e implementación de la base de datos. (20 hs)
 - 3.1. Instalación. (8 hs)
 - 3.2. Creación y configuración (12 hs)

9. Desglose del trabajo en tareas

1. Investigación y planificación del proyecto. (60 hs)

- 1.1. Seleccionar la arquitectura para el sistema. (5 hs)
- 1.2. Investigar tecnologías IoT. (15 hs)
- 1.3. Investigar sensores. (15 hs)
- 1.4. Investigar microcontroladores. (15 hs)
- 1.5. Investigar arquitecturas de microservicios. (10 hs)

2. Adquisición de componentes. (10 hs)

- 2.1. Consultar costos de los componentes. (5 hs)
- 2.2. Realizar los pedidos a proveedores. (5 hs)

3. Instalación e implementación de la base de datos. (20 hs)

- 3.1. Instalación. (8 hs)
- 3.2. Creación y configuración (12 hs)

4. Desarrollo del sistema - back-end. (120 hs)

- 4.1. Instalación de entorno de trabajo. (40 hs)
- 4.2. Desarrollo de API. (40 hs)
- 4.3. Desarrollo de alertas. (40 hs)

5. Desarrollo del sistema - front-end. (120 hs)

- 5.1. Desarrollo de acceso al sistema. (20 hs)
- 5.2. Desarrollo del tablero de mandos. (45 hs)
- 5.3. Desarrollo de visualización histórica de telemetría. (15 hs)
- 5.4. Desarrollo de configuración de alertas. (25 hs)
- 5.5. Desarrollo del menú de opciones. (5 hs)
- 5.6. Desarrollo de ajustes de dispositivos. (5 hs)
- 5.7. Desarrollo de ajustes de usuarios. (5 hs)

6. Desarrollo de firmware - módulo de temperatura y humedad. (85 hs)

- 6.1. Construcción del módulo e integración de componentes. (20 hs)
- 6.2. Desarrollo del firmware para lectura de datos. (40 hs)
- 6.3. Prueba de conexión con la aplicación. (25 hs)

7. Desarrollo de firmware - módulo de luz. (55 hs)

- 7.1. Construcción del módulo e integración de componentes. (10 hs)
- 7.2. Desarrollo del Firmware para lectura de datos. (30 hs)
- 7.3. Prueba de conexión con la aplicación. (15 hs)

8. Desarrollo de firmware - módulo de CO2. (55 hs)

- 8.1. Construcción del módulo e integración de componentes. (10 hs)

4. Desarrollo del sistema - back-end. (120 hs)

- 4.1. Instalación de entorno de trabajo. (40 hs)
- 4.2. Desarrollo de API. (40 hs)
- 4.3. Desarrollo de alertas. (40 hs)

5. Desarrollo del sistema - front-end. (120 hs)

- 5.1. Desarrollo de acceso al sistema. (20 hs)
- 5.2. Desarrollo del tablero de mandos. (45 hs)
- 5.3. Desarrollo de visualización histórica de telemetría. (15 hs)
- 5.4. Desarrollo de configuración de alertas. (25 hs)
- 5.5. Desarrollo de menú de opciones. (5 hs)
- 5.6. Desarrollo de ajustes de dispositivos. (5 hs)
- 5.7. Desarrollo de ajustes de usuarios. (5 hs)

6. Desarrollo de Firmware - módulo de temperatura y humedad. (85 hs)

- 6.1. Construcción del módulo e integración de componentes. (20 hs)
- 6.2. Desarrollo del Firmware para lectura de datos. (40 hs)
- 6.3. Prueba de conexión con la aplicación. (25 hs)

7. Desarrollo de Firmware - módulo de luz. (55 hs)

- 7.1. Construcción del módulo e integración de componentes. (10 hs)
- 7.2. Desarrollo del Firmware para lectura de datos. (30 hs)
- 7.3. Prueba de conexión con la aplicación. (15 hs)

8. Desarrollo de Firmware - módulo de CO2. (55 hs)

- 8.1. Construcción del módulo e integración de componentes. (10 hs)
- 8.2. Desarrollo del Firmware para lectura de datos. (30 hs)
- 8.3. Prueba de conexión con la aplicación. (15 hs)

9. Testing. (30 hs)

- 9.1. Prueba de conectividad. (2 hs)
- 9.2. Prueba de sensores. (3 hs)
- 9.3. Prueba del tablero de mandos. (4 hs)
- 9.4. Prueba de alertas. (4 hs)
- 9.5. Verificación y validación del sistema completo. (10 hs)
- 9.6. Prueba del prototipo en ambiente real. (7 hs)

10. Presentación del proyecto y cierre. (45 hs)

- 10.1. Escritura de la documentación. (15 hs)
- 10.2. Escritura de plan de trabajo final. (30 hs)

Cantidad total de horas: (600 hs)

8.2. Desarrollo del firmware para lectura de datos. (30 hs)

8.3. Prueba de conexión con la aplicación. (15 hs)

9. Testing. (30 hs)

9.1. Prueba de conectividad. (2 hs)

9.2. Prueba de sensores. (3 hs)

9.3. Prueba del tablero de mandos. (4 hs)

9.4. Prueba de alertas. (4 hs)

9.5. Verificación y validación del sistema completo. (10 hs)

9.6. Prueba del prototipo en ambiente real. (7 hs)

10. Presentación del proyecto y cierre. (45 hs)

10.1. Escritura del informe de avance. (15 hs)

10.2. Escritura de la memoria escrita. (15 hs)

10.3. Escritura del plan de trabajo final. (15 hs)

Cantidad total de horas: (600 hs)

10. Diagrama de activity on node

En la figura 2 se muestra el diagrama activity on node, la unidad de tiempo está expresada en horas. Las líneas en color rojo indica el camino crítico.



Figura 2. Diagrama en Activity on Node

10. Diagrama de Activity On Node

Amar el AoN a partir del WBS definido en la etapa anterior.

Indicar claramente en qué unidades están expresados los tiempos. De ser necesario indicar los caminos semicríticos y analizar sus tiempos mediante un cuadro. Es recomendable usar colores y un cuadro indicativo describiendo qué representa cada color, como se muestra en el siguiente ejemplo:

11. Diagrama de Gantt

Existen muchos programas y recursos online para hacer diagramas de gantt, entre los cuales destacamos:

- Planner
- GanttProject
- Trello + plugins. En el siguiente link hay un tutorial oficial:
<https://blog.trello.com/es/diagrama-de-gantt-de-un-proyecto>
- Creately, herramienta online colaborativa.
<https://creately.com/diagram/example/ieb3p3ml/LaTeX>
- Se puede hacer en latex con el paquete pgfgantt
<http://ctan.dcc.uchile.cl/graphics/pgf/contrib/pgfgantt/pgfgantt.pdf>

Pegar acá una captura de pantalla del diagrama de Gantt, cuidando que la letra sea suficientemente grande como para ser legible. Si el diagrama queda demasiado ancho, se puede pegar primero la "tabla" del Gantt y luego pegar la parte del diagrama de barras del diagrama de Gantt.

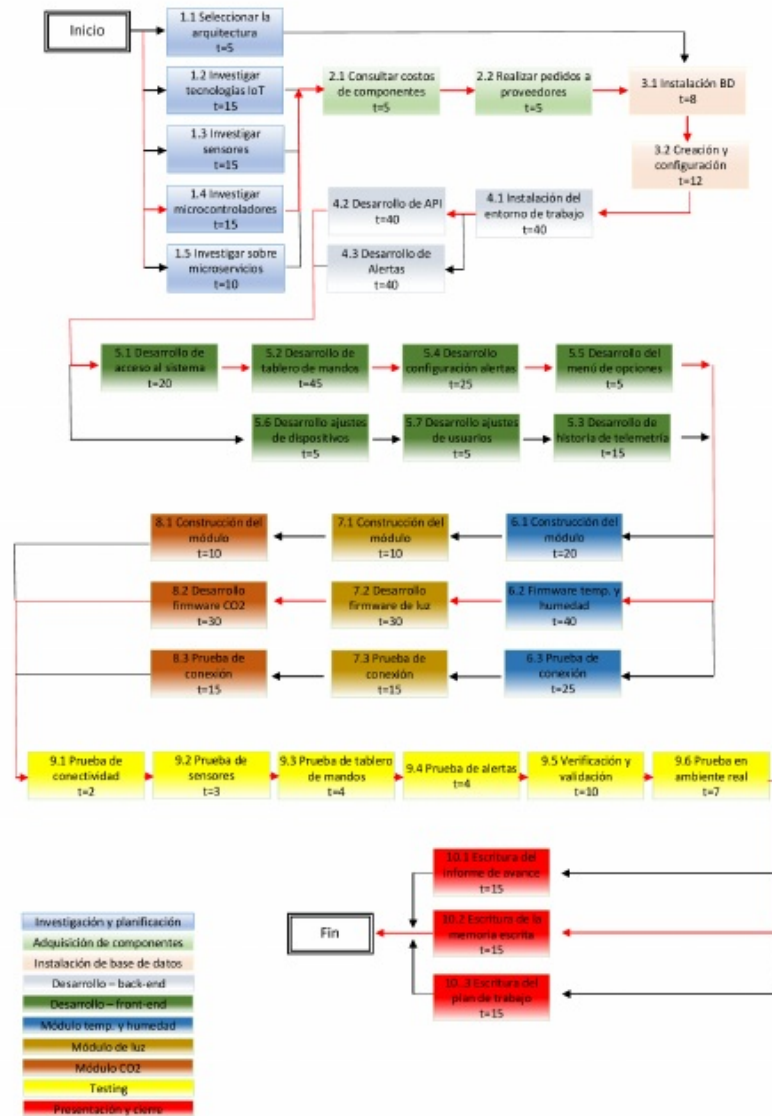


Figura 2. Diagrama en *activity on node*.

Configurar el software para que en la parte de la tabla muestre los códigos del EDT (WBS).
Configurar el software para que al lado de cada barra muestre el nombre de cada tarea.
Revisar que la fecha de finalización coincida con lo indicado en el Acta Constitutiva.

En la figura 3, se muestra un ejemplo de diagrama de gantt realizado con el paquete de *pgfgantt*.
En la plantilla pueden ver el código que lo genera y usarlo de base para construir el propio.

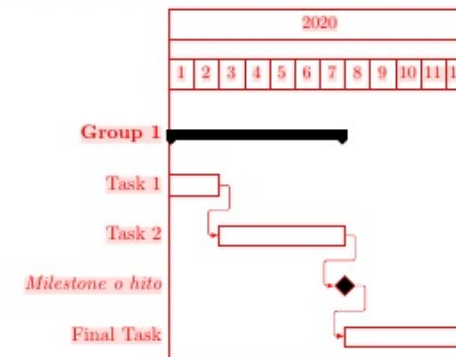


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo

11. Diagrama de Gantt

WBS	Nombre	Inicio	Fin	Trabajo	Duración
1	Investigación y planificación del proyecto.	jul 22	jul 27	6d 1h	6d 6h
1.1	Seleccionar la arquitectura para el sistema.	jul 22	jul 22	5h	5h
1.2	Investigar tecnologías IoT.	jul 22	jul 25	3d 7h	1d 7h
1.3	Investigar sensores.	jul 22	jul 25	3d 7h	1d 7h
1.4	Investigar microcontroladores.	jul 22	jul 25	3d 7h	1d 7h
1.5	Investigar arquitecturas de microservicios.	jul 25	jul 27	3d 7h	1d 7h
2	Adquisición de componentes.	jul 27	jul 28	1d 2h	1d 2h
2.1	Consultar costos de los componentes.	jul 27	jul 28	5h	5h
2.2	Realizar los pedidos a proveedores.	jul 28	jul 28	5h	5h
3	Instalación e implementación de la base de datos.	jul 29	ago 2	2d 4h	2d 4h
3.1	Instalación.	jul 29	jul 29	1d	1d
3.2	Creación y configuración.	ago 1	ago 2	3d 4h	1d 4h
4	Desarrollo del sistema - backend.	ago 2	ago 23	15d	15d
4.1	Instalación de entorno de trabajo.	ago 2	ago 9	5d	5d
4.2	Desarrollo de API.	ago 9	ago 16	5d	5d
4.3	Desarrollo de alertas.	ago 16	ago 23	5d	5d
5	Desarrollo del sistema - frontend.	ago 23	sep 13	15d	15d
5.1	Desarrollo de acceso al sistema.	ago 23	ago 25	2d 4h	2d 4h
5.2	Desarrollo del tablero de mandos.	ago 26	sep 2	5d 5h	5d 5h
5.3	Desarrollo de visualización histórica de telemetría.	sep 2	sep 6	3d 7h	1d 7h
5.4	Desarrollo de configuración de alertas.	sep 6	sep 9	3d 1h	3d 1h
5.5	Desarrollo del menú de opciones.	sep 9	sep 12	5h	5h
5.6	Desarrollo de ajustes de dispositivos.	sep 12	sep 12	5h	5h
5.7	Desarrollo de ajustes de usuarios.	sep 12	sep 13	5h	5h
6	Desarrollo de firmware - módulo de temperatura y humedad.	sep 13	sep 28	10d 5h	10d 5h
6.1	Construcción del módulo e integración de componentes 1.	sep 13	sep 15	2d 4h	2d 4h
6.2	Desarrollo del firmware para lectura de datos 1.	sep 16	sep 22	5d	5d
6.3	Prueba de conexión con la aplicación 1.	sep 23	sep 28	3d 1h	3d 1h
7	Desarrollo de firmware - módulo de luz.	sep 28	oct 6	6d 7h	6d 7h
7.1	Construcción del módulo e integración de componentes 2.	sep 28	sep 29	1d 2h	1d 2h
7.2	Desarrollo del firmware para lectura de datos 2.	sep 29	oct 5	3d 6h	3d 6h
7.3	Prueba de conexión con la aplicación 2.	oct 5	oct 6	1d 7h	1d 7h
8	Desarrollo de firmware - módulo CO2.	oct 7	oct 17	6d 7h	6d 7h
8.1	Construcción del módulo e integración de componentes 3.	oct 7	oct 10	1d 2h	1d 2h
8.2	Desarrollo del firmware para lectura de datos 3.	oct 10	oct 13	3d 6h	3d 6h
8.3	Prueba de conexión con la aplicación 3.	oct 14	oct 17	1d 7h	1d 7h
9	Testing.	oct 17	oct 23	3d 6h	3d 6h
9.1	Prueba de conectividad.	oct 17	oct 18	2h	2h
9.2	Prueba de sensores.	oct 18	oct 18	3h	3h
9.3	Prueba del tablero de mandos.	oct 18	oct 18	4h	4h
9.4	Prueba de alertas.	oct 19	oct 19	4h	4h
9.5	Verificación y validación del sistema completo.	oct 19	oct 20	1d 2h	1d 2h
9.6	Prueba del prototipo en ambiente real.	oct 20	oct 21	7h	7h
10	Presentación del proyecto y cierre.	oct 21	oct 31	5d 5h	5d 5h
10.1	Escritura del informe de avance.	oct 21	oct 25	1d 7h	1d 7h
10.2	Escritura de la memoria escrita.	oct 25	oct 27	1d 7h	1d 7h
10.3	Escritura del plan de trabajo final.	oct 27	oct 31	1d 7h	1d 7h

Figura 3. Tabla de actividades.

En la figura 3 se puede ver la tabla de actividades. En las figuras 4 y 5 se observa el diagrama de Gantt. Se calcula una jornada diaria de trabajo de 8hs.

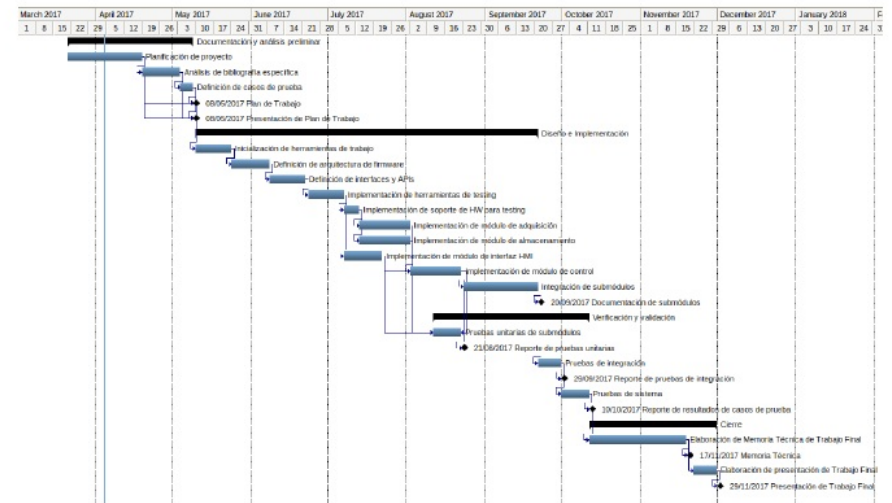


Figura 4. Ejemplo de diagrama de Gantt rotado

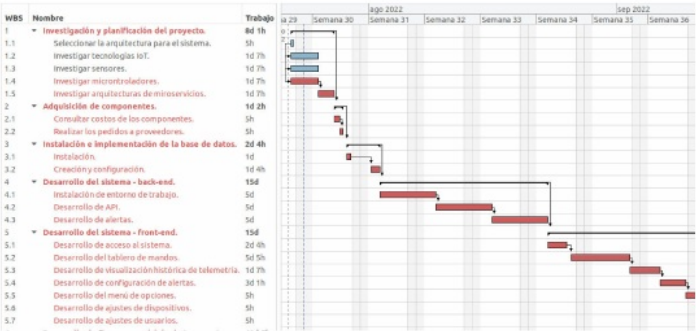


Figura 4. Diagrama de Gantt parte 1/2.

12. Presupuesto detallado del proyecto

Si el proyecto es complejo entonces separarlo en partes:

- Un total global, indicando el subtotal acumulado por cada una de las áreas.
- El desglose detallado del subtotal de cada una de las áreas.

IMPORTANTE: No olvidarse de considerar los COSTOS INDIRECTOS.

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
SUBTOTAL			
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
SUBTOTAL			
TOTAL			

13. Gestión de riesgos

a) Identificación de los riesgos (al menos cinco) y estimación de sus consecuencias:

Riesgo 1: detallar el riesgo (riesgo es algo que si ocurre altera los planes previstos de forma negativa)

- Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S).
- Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2:

- Severidad (S):
- Ocurrencia (O):

Riesgo 3:

- Severidad (S):

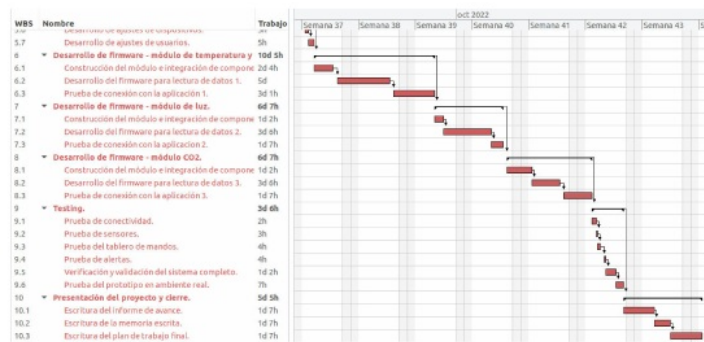


Figura 5. Diagrama de Gantt parte 2/2.

■ Ocurrencia (O):

b) Tabla de gestión de riesgos: (El RPN se calcula como $RPN = S \times O$)

Riesgo	S	O	RPN	S*	O*	RPN*

Criterio adoptado: Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a...

Nota: los valores marcados con (*) en la tabla corresponden luego de haber aplicado la mitigación.

c) Plan de mitigación de los riesgos que originalmente excedían el RPN máximo establecido:

Riesgo 1: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación). Nueva asignación de S y O, con su respectiva justificación: - Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S). - Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

Riesgo 3: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

14. Gestión de la calidad

Para cada uno de los requerimientos del proyecto indique:

■ Req #1: copiar acá el requerimiento:

- Verificación para confirmar si se cumplió con lo requerido antes de mostrar el sistema al cliente. Detallar
- Validación con el cliente para confirmar que está de acuerdo en que se cumplió con lo requerido. Detallar

Tener en cuenta que en este contexto se pueden mencionar simulaciones, cálculos, revisión de hojas de datos, consulta con expertos, mediciones, etc. Las acciones de verificación suelen considerar al entregable como "caja blanca", es decir se conoce en profundidad su funcionamiento interno. En cambio, las acciones de validación suelen considerar al entregable como "caja negra", es decir, que no se conocen los detalles de su funcionamiento interno.

12. Presupuesto detallado del proyecto

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Horas de ingeniería	600	1560,00	936.000,00
Placa esp-wroom-32	3	6.409,00	19.227,00
Sensor de temperatura y humedad	3	1.150,00	3.450,00
Sensor de luz	3	1.050,00	3.150,00
Sensor de CO2	3	1.100,00	3.300,00
Fuente de alimentación	3	2.500,00	7.500,00
Cable USB	3	950	2.850,00
Case	3	2.500,00	7.500,00
SUBTOTAL			982.977,00
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Transporte y movilidad	2	10.000,00	20.000,00
SUBTOTAL			20.000,00
TOTAL			1.002.977,00

13. Gestión de riesgos

a) Identificación de los riesgos (al menos cinco) y estimación de sus consecuencias:

Riesgo 1: detallar el riesgo (riesgo es algo que si ocurre altera los planes previstos de forma negativa)

- Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S).
- Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2:

- Severidad (S):
- Ocurrencia (O):

Riesgo 3:

- Severidad (S):
- Ocurrencia (O):

b) Tabla de gestión de riesgos: (El RPN se calcula como $RPN=S \times O$)

15. Procesos de cierre

Establecer las pautas de trabajo para realizar una reunión final de evaluación del proyecto, tal que contemple las siguientes actividades:

- Pautas de trabajo que se seguirán para analizar si se respetó el Plan de Proyecto original: - Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento a aplicar.
- Identificación de las técnicas y procedimientos útiles e inútiles que se emplearon, y los problemas que surgieron y cómo se solucionaron: - Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento para dejar registro.
- Indicar quién organizará el acto de agradecimiento a todos los interesados, y en especial al equipo de trabajo y colaboradores: - Indicar esto y quién financiará los gastos correspondientes.