



**FACULTAD  
DE INGENIERIA**

---

Universidad de Buenos Aires

# Sistema de control y monitoreo de riego

Autor:

Ariel Alejandro Cerfoggia

Director:

Esp. Ing. Nelson Ariel Fortunatti (ITBA)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos  
entre el 23 de octubre de 2020 y el 11 de diciembre de 2020.*

## Índice

Registros de cambios . . . . .	3
Acta de constitución del proyecto. . . . .	4
Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar . . . . .	5
Identificación y análisis de los interesados. . . . .	6
1. Propósito del proyecto. . . . .	7
2. Alcance del proyecto . . . . .	7
3. Supuestos del proyecto. . . . .	7
4. Requerimientos . . . . .	8
Historias de usuarios ( <i>Product backlog</i> ) . . . . .	8
5. Entregables principales del proyecto . . . . .	9
6. Desglose del trabajo en tareas . . . . .	10
7. Diagrama de Activity On Node . . . . .	11
8. Diagrama de Gantt. . . . .	12
9. Matriz de uso de recursos de materiales . . . . .	14
10. Presupuesto detallado del proyecto . . . . .	14
11. Matriz de asignación de responsabilidades . . . . .	15
12. Gestión de riesgos. . . . .	16
13. Gestión de la calidad . . . . .	17
14. Comunicación del proyecto . . . . .	20
15. Gestión de compras. . . . .	20
16. Seguimiento y control. . . . .	20
17. Procesos de cierre. . . . .	21

## Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento	23/10/2020
1.1	Incorporación de incisos 1 a 6	03/11/2020
1.2	Incorporación de historias de usuario Incorporación de activity on node Corrección de incisos 1 a 6	11/11/2020
1.3	Modificación de diagrama de activity on node Incorporación de incisos 8 a 13	23/11/2020

## Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 23 de octubre de 2020

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Ariel Alejandro Cerfoggia que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Sistema de control y monitoreo de riego”, consistirá esencialmente en el prototipo de un sistema para el control y monitoreo de riego en campos de producción agropecuaria, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y 400.000 pesos, con fecha de inicio 23 de octubre de 2020 y fecha de presentación pública 19 de Octubre de 2021.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg  
Director posgrado FIUBA

Prof. Mg. Ing. Osvaldo P. Ivani  
Smartium S.A

Esp. Ing. Nelson Ariel Fortunatti  
Director del Trabajo Final

## Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

La revolución 4.0 es una realidad cada vez más cercana. El mercado del internet de las cosas crece a ritmos acelerados, permitiendo la conectividad de cada vez más dispositivos. El sector agropecuario no ha sido ajeno a estos cambios, y en los recientes años han surgido un creciente número de empresas agtech, vinculadas a la tecnología para la agricultura.

Este proyecto pretende realizar un sistema de control y monitoreo de riego que sea incorporado a un sistema de monitoreo preexistente de una empresa agtech. Se ampliará su funcionalidad y brindará al productor agropecuario un mejor manejo del agua en sus cultivos.

El sistema se comunicará de forma inalámbrica con un servidor en la empresa Smartium S.A. Podrá recibir y transmitir datos desde y hacia el mismo, respectivamente. El protocolo utilizado en dicha comunicación será el protocolo LoRa, caracterizado por su eficiencia para transmitir información a largas distancias y con baja potencia; resulta especialmente útil en zonas sin cobertura celular. En la figura 5 se muestra la estructura básica de la red LoRa.

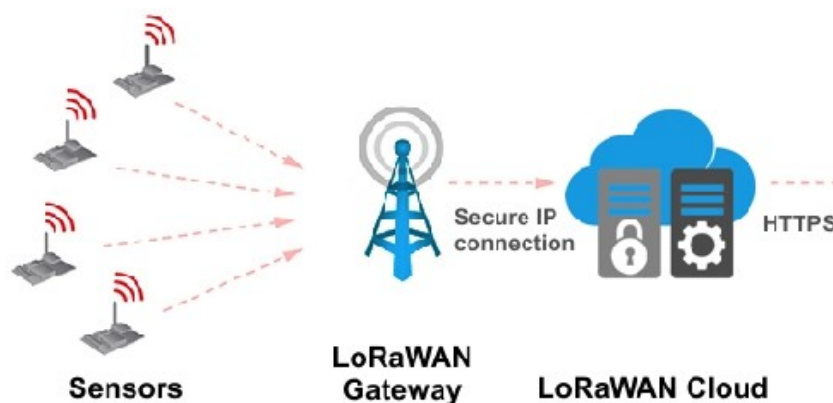


Figura 1. Estructura de una red LoRa

El control del riego se realizará por medio de sensores y actuadores que permitirán un funcionamiento autónomo del sistema. Los actuadores consistirán en siete electroválvulas y una bomba de riego trifásica que serán accionados de manera indirecta por sus correspondientes relés. El sensado se realizará con hasta 8 sensores de presión o caudal, los cuales permitirán conocer el estado del circuito hidráulico.

Una pantalla táctil desplegará la información importante del sistema y su configuración de forma local. La gestión de las reglas de control de riego se realizará desde un servidor por un técnico o personal especializado. Esto permitirá al operario utilizar el sistema de un modo intuitivo y con un rápido acceso a la información importante.

Por último, un subsistema dedicado al diagnóstico y gestión de fallas, alertará de manera local y remota en caso de errores en el funcionamiento.

Se espera con este proyecto brindar un prototipo de un producto confiable, intuitivo y que mejore la gestión del agua por parte de los productores agropecuarios. En la figura 2 se presenta un diagrama del sistema completo.

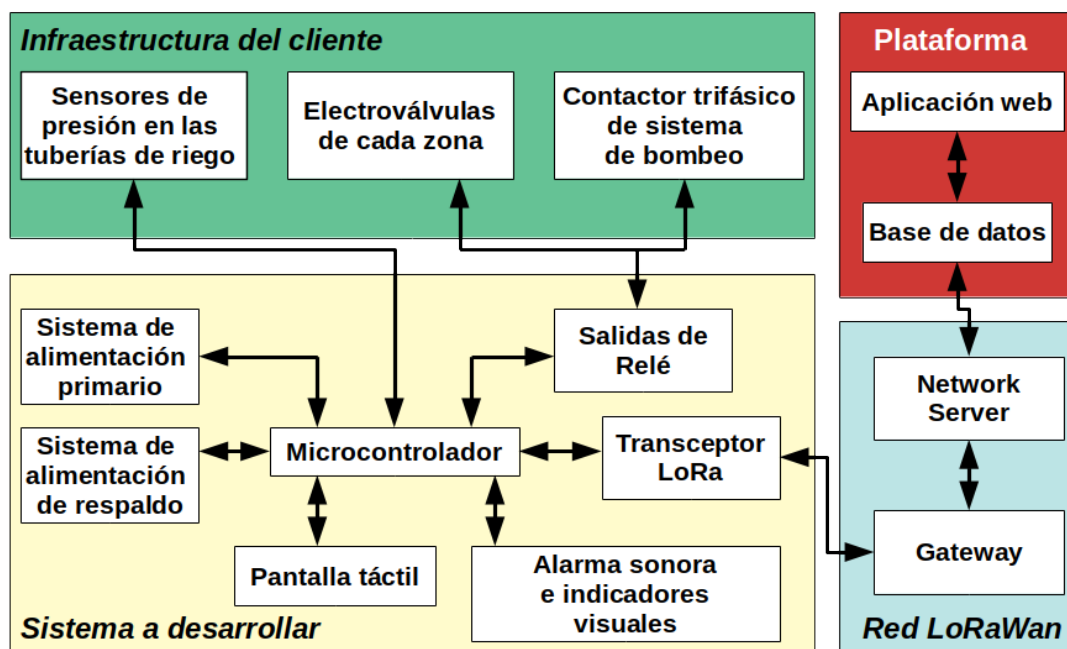


Figura 2. Diagrama en bloques del sistema

## Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante, cliente e impulsor.	Prof. Mg. Ing. Osvaldo P. Ivani	Smartium S.A	Director de Ingeniería
Responsable	Ariel Alejandro Cerfoggia	FIUBA	Alumno
Colaboradores	-	-	-
Orientador	Esp. Ing. Nelson Ariel Fortunatti	ITBA	Director Trabajo final
Equipo	-	-	-
Opositores	-	-	-
Usuario final	Productores agropecuarios	-	-

- Cliente: El cliente dispone de poco tiempo.

## **1. Propósito del proyecto**

El propósito de este proyecto es el prototipado de un sistema de control y monitoreo de riego. El objetivo del prototipo es la creación de un producto que permita extender las prestaciones del servicio de monitoreo que brinda la empresa Smartium S.A.

## **2. Alcance del proyecto**

El proyecto incluirá:

- Control automático de riego.
- Sistema de detección de fallas.
- Comunicación con servidor desde red LoRa.
- Sistema de alimentación secundario.
- Interfaz gráfica.
- Soporte para control y configuración desde un servidor remoto.
- Página web en servidor con funcionalidad mínima para control y visualización de datos importantes.

El presente proyecto no incluye:

- Sensores remotos.
- Pagina web completa con capacidad para gestionar todas las configuraciones disponibles.

## **3. Supuestos del proyecto**

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- El proyecto puede ser desarrollado en tiempo y forma en base a un análisis previo.
- El cliente proveerá el hardware necesario para realizar el desarrollo.

## 4. Requerimientos

### 1. *Hardware:*

- 1.1. El sistema debe poder accionar desde 1 (una) hasta 8 (ocho) electroválvulas.
- 1.2. El sistema debe ser capaz de activar y desactivar el contactor de una bomba de riego trifásica.
- 1.3. Se deben poder manejar entre 1 (uno) y 7 (siete) sensores de presión o caudal.
- 1.4. El sistema debe tener conexión con una red LoRaWAN.
- 1.5. En caso de interrupción del suministro eléctrico, el sistema deberá funcionar por hasta 2 semanas solo con alertas sonoras y envío de notificaciones al servidor.

### 2. *Firmware:*

- 2.1. Debe poder recibir y transmitir datos desde y hacia una base de datos.
- 2.2. Debe poder configurar rutinas de riego. Cada rutina de riego tendrá una fecha de inicio y una fecha de finalización.
- 2.3. Debe detectar la falta de conectividad con la red LoRaWAN.
- 2.4. Debe ejecutar acciones solicitadas desde un servidor.

### 3. *Interfaz gráfica:*

- 3.1. Debe ser aprobada por el cliente.
- 3.2. Debe ser intuitiva y fácil de entender.
- 3.3. Debe mostrar los datos de los sensores de presión y caudal.
- 3.4. Debe mostrar el estado de las electroválvulas.
- 3.5. Debe mostrar el estado de la bomba de riego.

## Historias de usuarios (*Product backlog*)

1. Como ingeniero agrónomo, quiero controlar remotamente el riego para aumentar la calidad en los cultivos.

<i>History points</i>			
Conocimiento	Complejidad	Volumen	Incertidumbre
1	13	13	8

2. Como ingeniero agrónomo, quiero gestionar rutinas de riego para organizar las plantaciones.

<i>History points</i>			
Conocimiento	Complejidad	Volumen	Incertidumbre
3	8	8	3



3. Como ingeniero agrónomo, quiero estar al tanto de los problemas para reducir riesgos.

<i>History points</i>			
Conocimiento	Complejidad	Volumen	Incertidumbre
5	21	21	21

4. Como operario, quiero conocer la información importante de un modo sencillo para dar una rápida respuesta al supervisor.

<i>History points</i>			
Conocimiento	Complejidad	Volumen	Incertidumbre
13	3	3	13

5. Como dueño del campo, quiero consultar de un modo simple el estado del riego para tomar decisiones estratégicas.

<i>History points</i>			
Conocimiento	Complejidad	Volumen	Incertidumbre
2	2	5	5

6. Como ingeniero agrónomo, quiero que el sistema me informe de fallas en el suministro eléctrico para replanificar el riego.

<i>History points</i>			
Conocimiento	Complejidad	Volumen	Incertidumbre
21	1	1	1

7. Como operario, quiero poder regar en caso de pérdida de conexión con el servidor para terminar con las tareas del día.

<i>History points</i>			
Conocimiento	Complejidad	Volumen	Incertidumbre
8	5	2	2

## 5. Entregables principales del proyecto

- Diagrama esquemático.
- Código fuente.
- Video demostrativo.
- Informe final.

## 6. Desglose del trabajo en tareas

### 1. **Planificación:** 50hs

- 1.1. Redacción de planificación: 30hs
- 1.2. Análisis y validación con cliente : 5hs
- 1.3. Diseño de arquitectura y validación: 15hs

### 2. **Firmware:** 322hs

- 2.1. Asimilación de herramientas a utilizar: 30hs
- 2.2. Estructura base: 60hs
  - 1) Driver de sensores de presión: 15hs
  - 2) Driver de caudalímetros: 15hs
  - 3) Tareas base: 30hs
- 2.3. Gestor de rutinas de riego: 30hs
- 2.4. Integración a Firmware 0.1v: 2hs
- 2.5. Interfaz Gráfica: 40hs
- 2.6. Integración a Firmware 0.2v: 2hs
- 2.7. Decodificador de mensajes externos[básico]: 30hs
- 2.8. Integración a Firmware 0.3v: 2hs
- 2.9. Monitor de fallas y driver LoRaWAN: 30hs
- 2.10. Integración a Firmware 0.4v: 2hs
- 2.11. Gestor de reglas de control: 40hs
- 2.12. Integración a Firmware 1.0v: 4hs
- 2.13. Decodificador de mensajes externo[Completo]: 50hs

### 3. **Hardware:** 140hs

- 3.1. Diseño de sistema de alimentación primaria: 10hs
- 3.2. Diseño de sistema de alimentación secundaria: 30hs
- 3.3. Análisis de proveedores: 20hs
- 3.4. Desarrollo de placa completa: 80hs
  - 1) Diseño de Esquemático: 40hs
  - 2) Diseño de PCB: 40hs

### 4. **Web:** 60hs

- 4.1. Investigación y asimilación de herramientas: 30hs
- 4.2. Diseño de interfaz web: 30hs

### 5. **Redacción de informe final:** 60hs

Cantidad total de horas: 632hs

## 7. Diagrama de Activity On Node

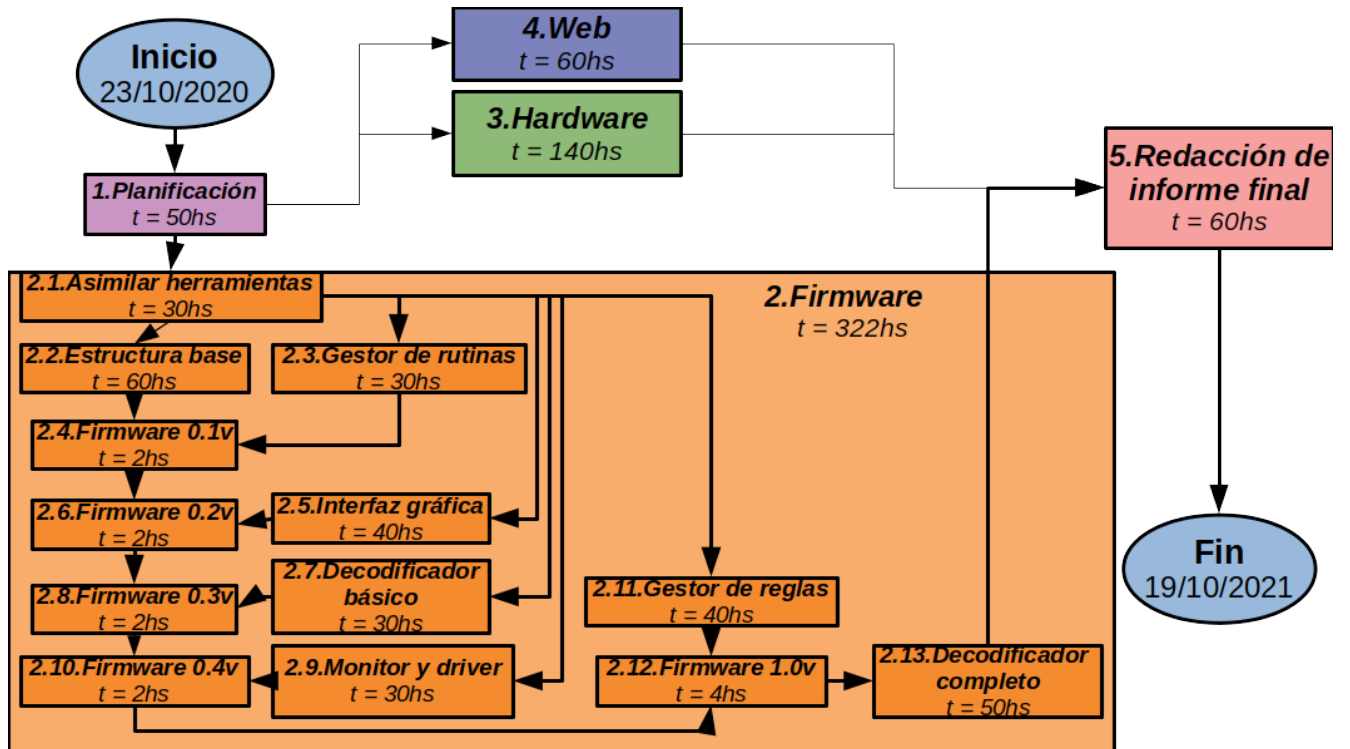


Figura 3. Diagrama en *Activity on Node*

## 8. Diagrama de Gantt

Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
<b>1. Planificación</b>	20days	10/23/2020	11/19/2020	
1.1. Redacción de planificación	12days	10/23/2020	11/09/2020	
1.2. Análisis y validación con cliente	2days	11/10/2020	11/11/2020	2
1.3. Diseño de arquitectura y validación	6days	11/12/2020	11/19/2020	3
<b>2. Firmware</b>	136days	11/20/2020	05/28/2021	
2.1. Asimilación de herramientas a utilizar	12days	11/20/2020	12/07/2020	4
2.2. Estructura base	24days	12/08/2020	01/08/2021	6
2.3. Gestor de rutinas de riego	19days	01/11/2021	02/04/2021	7
2.4. Integración a Firmware 0.1v	1day	02/05/2021	02/05/2021	8
2.5. Interfaz gráfica	16days	02/08/2021	03/01/2021	9
2.6. Integración a Firmware 0.2v	1day	03/02/2021	03/02/2021	10
2.7. Decodificador de mensajes básico	12days	03/03/2021	03/18/2021	11
2.8. Integración de Firmware 0.3v	1day	03/19/2021	03/19/2021	12
2.9. Monitor de fallas y driver de LoRaWAN	12days	03/22/2021	04/06/2021	13
2.10. Integración a Firmware 0.4v	1day	04/07/2021	04/07/2021	14
2.11. Gestor de reglas de control	16days	04/08/2021	04/29/2021	15
2.12. Integración a Firmware 1.0v	1day	04/30/2021	04/30/2021	16
2.13. Decodificador de mensajes completo	20days	05/03/2021	05/28/2021	17
<b>3. Hardware</b>	56days	05/31/2021	08/16/2021	18
3.1. Diseño de sistema de alimentación primaria	4days	05/31/2021	06/03/2021	18
3.2. Diseño de sistema de alimentación secundaria	12days	06/04/2021	06/21/2021	20
3.3. Análisis de proveedores	8days	06/22/2021	07/01/2021	21
3.4. Desarrollo de placa completa	32days	07/02/2021	08/16/2021	22
<b>4. Web</b>	24days	08/17/2021	09/17/2021	
4.1. Investigación y asimilación de herramientas	12days	08/17/2021	09/01/2021	23
4.2. Diseño de interfaz web	12days	09/02/2021	09/17/2021	25
5. Redacción de informe final	22days	09/20/2021	10/19/2021	26

Figura 4. Tabla de tareas en Diagrama de Gantt

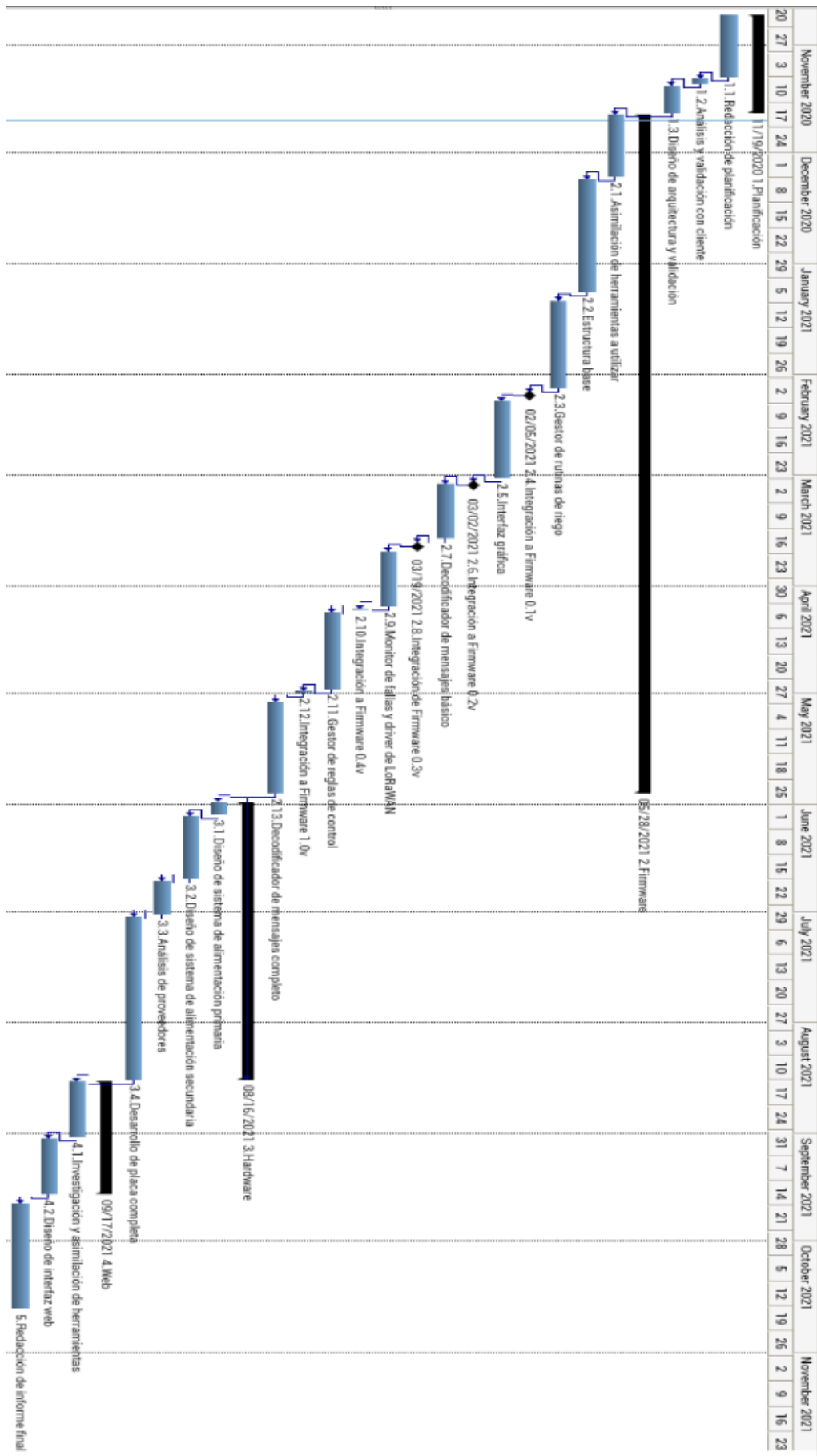


Figura 5. Diagrama de Gant

## 9. Matriz de uso de recursos de materiales

Código WBS	Nombre tarea	Recursos requeridos (horas)			
		PC	Placa de desarrollo	Módulo LoRaWAN	Plataforma Smartium
1	Planificación	50			
2.1	Asimilar herramientas	30			
2.2	Estructura base	60	20		
2.3	Gestor de rutinas	30	5		
2.5	Interfaz gráfica	40	40		
2.7	Decodificador básico	30	30		10
2.9	Monitor y driver LoRaWAN	30	30	20	10
2.11	Gestor de reglas	40	40	20	10
2.13	Decodificador completo	50	50	40	40
3	Hardware	140			
4	Web	60	30	30	60

## 10. Presupuesto detallado del proyecto

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Hora de Ingeniero Jr.	632	354,44	224006
Kit de desarrollo	1	20000	20000
Módulo LoRaWAN	1	6000	6000
SUBTOTAL			<b>250006</b>
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Costos indirectos (% 60 de los costos directos)	1	150000	150000
SUBTOTAL			<b>150000</b>
TOTAL			<b>400006</b>

## 11. Matriz de asignación de responsabilidades

Código WBS	Nombre de la tarea	Listar todos los nombres y roles del proyecto		
		Responsable Ariel Alejandro Cerfoggia	Orientador Esp. Ing. Nelson Ariel Fortunatti	Cliente Prof. Mg. Ing. Osvaldo P. Ivani
1.1	Redacción de planificación	P	C	I
1.2	Análisis y validación con cliente	P	I	A
1.3	Diseño de arquitectura y validación	P	I	A
2.1	Asimilación de herramientas a utilizar	P	I	I
2.2	Estructura base	P	I	A
2.3	Gestor de rutinas de riego	P	I	I
2.4	Integración a Firmware 0.1v	P	I	A
2.5	Interfaz Gráfica	P	I	I
2.6	Integración a Firmware 0.2v	P	I	A
2.7	Decodificador de mensajes externos [básico]	P	I	I
2.8	Integración a Firmware 0.3v	P	I	A
2.9	Monitor de fallas y driver LoRaWAN	P	I	I
2.10	Integración a Firmware 0.4v	P	I	A
2.11	Gestor de reglas de control	P	I	I
2.12	Integración a Firmware 1.0v	P	I	A
2.13	Decodificador de mensajes externos[completo]	P	I	A
3.1	Diseño de sistema de alimentación primaria	P	I	I
3.2	Diseño de sistema de alimentación secundaria	P	I	I
3.3	Análisis de proveedores	P	I	C
3.4	Desarrollo de placa completa	P	I	A
4.1	Investigación y asimilación de herramientas	P	I	I
4.2	Diseño de interfaz web	P	I	A
5	Redacción de informe final	P	C	I

Referencias:

- P = Responsabilidad Primaria
- S = Responsabilidad Secundaria
- A = Aprobación
- I = Informado
- C = Consultado

## 12. Gestión de riesgos

- **Riesgo 1: Retraso en el proyecto**

- **Severidad (S): 6** - El retraso en el proyecto implica la no finalización de la especialización. El retraso en el proyecto no tiene un gran impacto sobre el cliente por ser este un prototipo sin fecha de venta establecida.
- **Probabilidad de Ocurrencia (O): 8** - El retraso en el proyecto final es algo muy común debido a la longitud del mismo.

- **Riesgo 2: El microcontrolador no posee la potencia necesaria**

- **Severidad (S): 9** - Frente a la imposibilidad de completar la implementación por falta de recursos, el proyecto en su totalidad se verá comprometido.
- **Probabilidad de Ocurrencia (O): 5** - La necesidad de incorporar una interfaz gráfica genera una carga sustancial sobre el sistema embebido y las consideraciones en tamaño de memoria y potencia de procesamiento pueden estar subdimensionadas.

- **Riesgo 3: Programa para desarrollo de interfaz gráfica presenta restricciones limitantes.**

- **Severidad (S): 4** - La interfaz gráfica presenta varias implementaciones posibles, lo cual, minimiza el riesgo de encontrar limitaciones en el diseño.
- **Probabilidad de Ocurrencia (O): 4** - El desarrollo de interfaces gráficas en sistemas embebidos es un requerimiento muy común. Los programas para desarrollo de interfaces gráficas en sistemas embebidos son bastante completos.

- **Riesgo 4: Daño en el kit de desarrollo**

- **Severidad (S): 10** - El kit de desarrollo es un elemento de costo elevado. Todo el proyecto será construido con el kit, por lo cual, su destrucción comprometerá la consecución del proyecto.
- **Probabilidad de Ocurrencia (O): 2** - Quemar el kit de desarrollo es algo improbable si se es cuidadoso en su manipulación.

- **Riesgo 5: Pérdida de los archivos fuente del firmware**

- **Severidad (S): 10** - El firmware constituye la parte más importante del proyecto. Su pérdida puede representar un retraso significativo.
- **Probabilidad de Ocurrencia (O): 1** - Se utilizará un control de versiones para la construcción del firmware.



Riesgo	S	O	RPN	S*	O*	RPN*
1. Retraso en el proyecto	6	8	48	6	4	24
2. El microcontrolador no posee la potencia necesaria	9	5	45	5	5	25
3. Programa para desarrollo de interfaz gráfica presenta restricciones limitantes	4	4	16			
4. Daño en el kit de desarrollo	10	2	20			
5. Pérdida de los archivos fuente del firmware	10	1	10			

Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a 30

- **Riesgo 1: plan de mitigación**

- **Probabilidad de Ocurrencia (O\*): 4** - Se destinarán más horas de las planificadas para mitigar la probabilidad de haber subdimensionado el proyecto.

- **Riesgo 2: plan de mitigación**

- **Severidad (S\*): 5** - Se diseñará el sistema con una HAL (hardware abstraction layer).

## 13. Gestión de la calidad

### *Verificación y validación de requerimientos:*

- **1.1 Hardware:** El sistema debe poder accionar de 1 (una) hasta 8 (ocho) electroválvulas.
  - **Verificación**
    - El sistema cambia cada una de las 8 salidas al activarse la zona correspondiente.
  - **Validación**
    - El sistema acciona los relés necesarios para la activación de las correspondientes electroválvulas.
- **1.2 Hardware:** El sistema debe ser capaz de activar y desactivar el contactor de una bomba de riego trifásica.
  - **Verificación**
    - El sistema activa y desactiva la salida de la bomba cuando se decide activar y desactivar una zona, respectivamente.
  - **Validación**
    - El sistema activa y desactiva el relé que accionará el contactor de la bomba.

- **1.3 Hardware:** Se deben poder manejar entre 1 (uno) y 7(siete) sensores de presión o caudal.
  - **Verificación**
    - El sistema activa el modo falla en caso de detectar más de 2 atmósferas entre los sensores de presión.
    - El sistema activa el modo falla en caso de detectar más de 1 metro cúbico por segundo.
  - **Validación**
    - El sistema reconoce adecuadamente el protocolo de comunicación de los sensores.
- **1.4 Hardware:** El sistema debe tener conexión con una red LoRaWAN
  - **Verificación**
    - El módulo LoRaWAN recibe los mensajes correctos por parte del microcontrolador.
  - **Validación**
    - Se realiza una comunicación efectiva con la plataforma Smartium.
- **1.5 Hardware:** En caso de interrupción del suministro eléctrico, el sistema deberá funcionar por hasta 2 semanas solo con alertas sonoras y envío de notificaciones al servidor.
  - **Verificación**
    - Se calcula que la energía de la batería permita 2 semanas de uso para transmisión de mensajes y alertas sonoras.
  - **Validación**
    - Se deja funcionando el sistema durante 2 semanas sin suministro eléctrico.
- **2.1 Firmware:** Debe poder recibir y transmitir datos desde y hacia una base de datos
  - **Verificación**
    - El sistema envía mensajes al módulo LoRaWAN con las peticiones necesarias para actuar sobre la base de datos.
    - El sistema puede procesar mensajes para recibir datos desde la base de datos.
  - **Validación**
    - El sistema logra colocar datos en la base de datos.
    - El sistema logra recibir datos de la base de datos.
- **2.2 Firmware:** Debe poder configurar rutinas de riego. Cada rutina de riego tendrá una fecha de inicio y una fecha de finalización.
  - **Verificación**
    - El sistema configura correctamente las variables internas para fijar una fecha de inicio y una fecha de finalización.
  - **Validación**
    - El sistema activa y desactiva las salidas en base a una rutina de riego fijada.

- **2.3 Firmware:** Debe detectar la falta de conectividad con la red LoRaWAN.
  - **Verificación**
    - El sistema entra correctamente al estado "sin conectividad".
  - **Validación**
    - Al desconectar la antena del módulo LoRaWAN el sistema entra al estado de "sin conectividad". Desde la interfaz gráfica lo informa al usuario.
- **2.4 Firmware:** Debe ejecutar acciones solicitadas desde un servidor.
  - **Verificación**
    - Se suministran al sistema los comandos que enviaría un servidor y este es capaz de reconocerlos.
  - **Validación**
    - Se solicita una acción desde el servidor y el sistema la realiza.
- **3.1 Interfaz gráfica:** Debe ser aprobada por el cliente
  - **Verificación:** N/A
  - **Validación**
    - Es mostrada al cliente. Este la aprueba.
- **3.2 Interfaz gráfica:** Debe ser intuitiva y fácil de entender
  - **Verificación:** N/A
  - **Validación**
    - Es presentada al cliente. Este la testea y la aprueba.
- **3.3 Interfaz gráfica:** Debe mostrar los datos de los sensores de presión y caudal.
  - **Verificación:** N/A
  - **Validación**
    - El cliente lo aprueba.
- **3.4 Interfaz gráfica:** Debe mostrar el estado de las electroválvulas.
  - **Verificación:** N/A
  - **Validación**
    - El cliente lo aprueba.
- **3.5 Interfaz gráfica:** Debe mostrar el estado de la bomba de riego.
  - **Verificación:** N/A
  - **Validación**
    - El cliente lo aprueba.

## 14. Comunicación del proyecto

El plan de comunicación del proyecto es el siguiente:

PLAN DE COMUNICACIÓN DEL PROYECTO					
¿Qué comunicar?	Audiencia	Propósito	Frecuencia	Método de comunicac.	Responsable

## 15. Gestión de compras

En caso de tener que comprar elementos o contratar servicios: a) Explique con qué criterios elegiría a un proveedor. b) Redacte el Statement of Work correspondiente.

## 16. Seguimiento y control

Para cada tarea del proyecto establecer la frecuencia y los indicadores con los se seguirá su avance y quién será el responsable de hacer dicho seguimiento y a quién debe comunicarse la situación (en concordancia con el Plan de Comunicación del proyecto).

El indicador de avance tiene que ser algo medible, mejor incluso si se puede medir en % de avance. Por ejemplo, se pueden indicar en esta columna cosas como “cantidad de conexiones ruteadas” o “cantidad de funciones implementadas”, pero no algo genérico y ambiguo como “%”, porque el lector no sabe porcentaje de qué cosa.

SEGUIMIENTO DE AVANCE					
Tarea del WBS	Indicador de avance	Frecuencia de reporte	Resp. de seguimiento	Persona a ser informada	Método de comunic.
1.1	Fecha de inicio	Única vez al comienzo	Ariel Alejandro Cerfoggia	Prof. Mg. Ing. Osvaldo P. Ivani, Esp. Ing. Nelson Ariel Fortunatti	email
2.1	Avance de las subareas	Mensual mientras dure la tarea	Ariel Alejandro Cerfoggia	Prof. Mg. Ing. Osvaldo P. Ivani, Esp. Ing. Nelson Ariel Fortunatti	email

SEGUIMIENTO DE AVANCE					
Tarea del WBS	Indicador de avance	Frecuencia de reporte	Resp. de seguimiento	Persona a ser informada	Método de comunic.

## 17. 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 utilizaron, 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.