



# Sistema de Iluminación y Riego por Goteo

Autor:

Ing. Escribá Pedro Santiago

Director:

Ing. Esp. Brignone Matias Nicolás (Encora)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos  
entre el 20 de octubre de 2022 y el 8 de diciembre de 2022.*

## Índice

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

## Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	20 de octubre de 2022
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	03 de noviembre de 2022
2	Se completa hasta el punto 9 inclusive	06 de noviembre de 2022

## Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 20 de octubre de 2022

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Escribá Pedro Santiago que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Sistema de Iluminación y Riego por Goteo”, consistirá esencialmente en la implementación de un prototipo de un sistema de riego por goteo, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y ARS 10000, con fecha de inicio 20 de octubre de 2022 y fecha de presentación pública 15 de Agosto de 2022.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg  
Director posgrado FIUBA

Ing. Rodrigo Fernandez Frittelli  
RiegoTec

Ing. Esp. Brignone Matias Nicolás  
Director del Trabajo Final

## 1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

El objetivo del presente trabajo es implementar nuevas tecnologías a los sistemas de riegos actuales con la finalidad de garantizar un cultivo de excelencia, donde el grado de impacto negativo de las variables climáticas sean lo menor posible. De forma complementaria, se propone también suministrar un sistema de iluminación moderno y vistoso.

Para cumplimentar con lo recién planteado, se propone utilizar uno o más sensores de humedad por cada cultivo y, mediante un lazo de control cerrado, suministrar el agua que sea requerida. La información para cada especie de planta se encontrará en un servidor virtual y el mismo enviará la información al sistema embebido por Wi-Fi.

A diferencia de otros sistemas de riego, el presente incorpora nuevas tecnologías de comunicación y una interfaz de usuario. Esto permite que cualquier persona con un smartphphone podrá configurar el cultivo asociado a un sensor y obtener estadísticas de la humedad de la tierra. También controlará un arreglo de LEDs RGB situado cercano a un sensor o plantín.

En la Figura 1 se puede observar los diferentes bloques del proyecto, seccionado de acuerdo a las tecnologías a utilizar. La interfaz de usuario abarca el high level tecnológico y más cercano a la persona, mientras que el sistema embebido representa el low level tecnológico y más lejano a la persona.

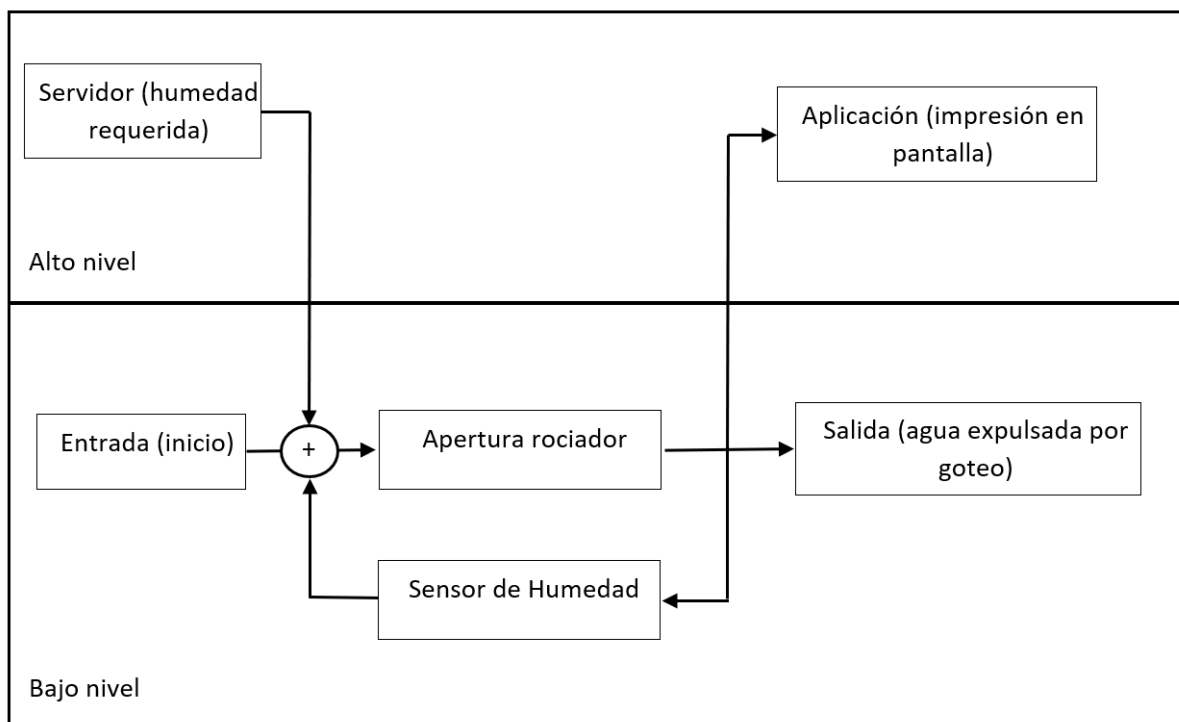


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema.

## 2. Identificación y análisis de los interesados

En esta sección se presentan los interesados en el proyecto. En la Tabla 1 se puede apreciar los distintos roles, organización y puesto de las personas que poseen un cierto interés en el producto a desarrollar.

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante	Ing. Rodrigo Fernandez Frittelli	RiegoTec	-
Cliente	Ing. Rodrigo Fernandez Frittelli	RiegoTec	-
Responsable	Ing. Escribá Pedro Santiago	FIUBA	Alumno
Orientador	Ing. Esp. Brignone Matías Nicolás	Encora	Director Trabajo final
Usuario final	Ana Fernandez	Particular	-

Tabla 1. Interesados

- Auspiciante y Cliente: es riguroso y exigente. Desea un producto final en condiciones óptimas y sin fallas.
- Orientador: Matías es un profesional de excelencia, capaz de asistir en las necesidades que surjan.
- Usuario final: profesional de herbología.

### 3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es diseñar un prototipo funcional capaz de administrar agua mediante la tecnología de goteo a un cultivo determinado, satisfaciendo las necesidades del cliente involucrado. A su vez, se pretende aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de especialización de Sistemas Embebidos permitiendo que los mismos sean afianzados.

### 4. Alcance del proyecto

Acorde a las necesidades del cliente, el proyecto incluye el desarrollo de un firmware en lenguaje C encargado del control a lazo cerrado del sistema de riego y su comunicación con un servidor. También es parte de este proyecto el desarrollo mecánico de un prototipo funcional de riego por goteo que responda a las necesidades de un único cultivo. Además, se incluye el código para el control del sistema de iluminación y su desarrollo físico y, por último, una demo de una interfaz de usuario para utilizar en SmartPhones.

En cambio, no es parte de este proyecto el desarrollo del código de la interfaz de usuario y brindar soporte a la misma. Tampoco se incluye el desarrollo de un PBC para alojar los diferentes componentes ni el desarrollo del hardware necesario.

### 5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Se conocen todos los conceptos técnicos necesarios para su desarrollo.

- Se dispone de los recursos económicos como de los materiales.
- Se dispone de un tiempo acotado de a las necesidades del cliente: el proyecto se debe ejecutar en dos meses.
- El director del proyecto tendrá su participación, brindando ideas y corrigiendo errores.
- El impacto de las condiciones macroeconómicas y reglamentarias será mínimo.

## 6. Requerimientos

En la siguiente sección se enumeran los requerimientos del proyecto propuesto.

1. Requerimientos funcionales de firmware:
  - 1.1. Debe estar codificado en lenguaje C.
  - 1.2. Debe incluir un sistema operativo de tiempo real.
  - 1.3. Debe ser portable y escalable.
  - 1.4. Debe respetar los estándares de codificación para lograr un código prolijo, legible y entendible.
  - 1.5. Debe aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la cursada de la especialidad en Sistemas Embebidos.
2. Requerimientos funcionales de hardware:
  - 2.1. Deben utilizarse el módulo ESP32 de Espressif como controlador general.
  - 2.2. Deben utilizarse las placas de evaluación sin la necesidad de realizar un PCB.
  - 2.3. Los sensores de humedad deben ser del modelo HD38 de alta calidad y bajo costo.
  - 2.4. Se debe garantizar la tensión y corriente necesaria para alimentar el sistema de iluminación y el mecanismo de goteo.
  - 2.5. Toda la electrónica sin uso directo (es decir aquello que no sean sensores, luces o cableado) debe estar bajo una protección mínima de la humedad.
  - 2.6. Debe aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la cursada de la especialidad en Sistemas Embebidos.
3. Requerimientos funcionales de la User Interface:
  - 3.1. Deben ser simple y fácil de entender y utilizar.
4. Requerimientos de documentación
  - 4.1. La documentación debe presentarse en formato PDF usando lenguaje Latex.
  - 4.2. Debe poder explicar el funcionamiento del producto y ser suficiente para que el usuario pueda utilizarlo.

## 7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

A continuación se adjuntan algunas Historias de usuarios. Para valorarlas se propone un sistema de puntos continuos entre 0 y 10, ponderando la dificultad, la complejidad y la incertidumbre (o riesgo involucrado) del requerimiento planteado en la historia. De esta forma, para comprar entre historias se calculará el esfuerzo requerido a partir de la suma de los puntos y estimado de acuerdo a la serie de Fibonacci, aproximando al valor más cercano.

1. "Como usuario quiero un sistema de riego para no perder tiempo regando plantas".
  - 1.1. Dificultad: 8 puntos.
  - 1.2. Complejidad: 5 puntos.
  - 1.3. Incertidumbre: 7 puntos.
  - 1.4. Total: 20 puntos, Fibonacci más cercano 21.
2. "Como herbóloga deseo que mis plantas tengan la humedad correcta para tener un cultivo excelente".
  - 2.1. Dificultad: 5 puntos.
  - 2.2. Complejidad: 8 puntos.
  - 2.3. Incertidumbre: 4 puntos.
  - 2.4. Total: 17 puntos, Fibonacci más cercano 21.
3. "Como dueño del bar quiero un set de plantas vistoso y sin mantenimiento para que mis clientes estén a gusto".
  - 3.1. Dificultad: 6 puntos.
  - 3.2. Complejidad: 8 puntos.
  - 3.3. Incertidumbre: 3 puntos.
  - 3.4. Total: 17 puntos, Fibonacci más cercano 21.
4. "Como expositor de cultivos quiero una iluminación precisa para ganar valor cultural".
  - 4.1. Dificultad: 3 puntos.
  - 4.2. Complejidad: 4 puntos.
  - 4.3. Incertidumbre: 1 puntos.
  - 4.4. Total: 8 puntos, Fibonacci más cercano 8.
5. "Como herbóloga quiero disponer de toda la información del riego en mi celular para un mejor control".
  - 5.1. Dificultad: 5 puntos.
  - 5.2. Complejidad: 2 puntos.
  - 5.3. Incertidumbre: 0 puntos.
  - 5.4. Total: 7 puntos, Fibonacci más cercano 7.



## 8. Entregables principales del proyecto

Aquí se enumeran los entregables que dispondrá este proyecto.

- Hardware funcional basado en módulo ESP32.
- Manual de usuario.
- Guía de instalación.
- Diagrama de circuitos esquemáticos.
- Hoja de datos de los dispositivos involucrados.
- Código fuente del firmware.
- Informe final.

## 9. Desglose del trabajo en tareas

De acuerdo a los requerimientos planteados en la sección 6 es que se proyecta el siguiente desglose de tareas.

1. Firmware y software.
  - 1.1. Investigación y planeamiento general (110 hs).
  - 1.2. Planificación general del firmware(25 hs).
  - 1.3. Desarrollo del código fuente: State Machine (30 hs).
  - 1.4. Desarrollo del código fuente: RTOS (35 hs)
  - 1.5. Estandarización de código (25 hs).
  - 1.6. Comentado de código (25 hs).
  - 1.7. Desarrollo de servidor web (30 hs).
  - 1.8. Desarrollo de aplicación de usuario (30 hs).
2. Hardware.
  - 2.1. Adquisición de insumos (10 hs).
  - 2.2. Armado de prototipo: riego (35 hs).
  - 2.3. Armado de prototipo: iluminación (25 hs).
3. Testing.
  - 3.1. Pruebas del hardware (40 hs).
  - 3.2. Pruebas del firmware (40 hs).
4. Documentación.
  - 4.1. Armado de documentación, guía de usuario y diagramado (40 hs).
  - 4.2. Desarrollo de informe final (100 hs).

Cantidad total de horas: (600 hs).

## 10. Diagrama de Activity On Node

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



Figura 2. Diagrama en *Activity on Node*

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.

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.

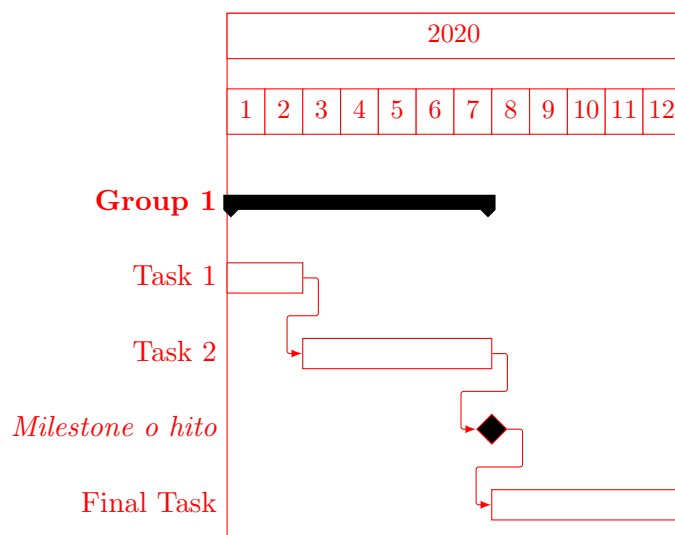


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo



Figura 4. Ejemplo de diagrama de Gantt rotado

## 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):

■ 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.

## 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.