



Monitoreo de equipos heating ventilating air conditioned (HVAC) en laboratorio farmacéutico.

Autor:

Federico Manuel Suarez Paris

Director:

A definir (A definir)

Codirector:

A DEFINIR (FIUBA)

Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos entre el 25 de abril de 2023 y el 26 de junio de 2023.

Índice

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar	5
2. Identificación y análisis de los interesados	8
3. Propósito del proyecto	8
4. Alcance del proyecto	8
5. Supuestos del proyecto.	8
6. Requerimientos	9
7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>).	9
8. Entregables principales del proyecto	11
9. Desglose del trabajo en tareas	12
10. Diagrama de Activity On Node.	12
11. Diagrama de Gantt	13
12. Presupuesto detallado del proyecto	16
13. Gestión de riesgos	16
14. Gestión de la calidad	17
15. Procesos de cierre	18

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
1	Con avances hasta el punto 5	25 de abril de 2023
2	Se completa hasta el punto 7 inclusive	16 de mayo de 2023

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 25 de abril de 2023

Por medio de la presente se acuerda con el Lic. Federico Manuel Suarez Paris que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Internet de las Cosas se titulará “Monitoreo de equipos heating ventilating air conditioned (HVAC) en laboratorio farmacéutico. ”, consistirá esencialmente en la implementación de un prototipo de un sistema de monitoreo de equipos de HVAC en un laboratorio farmaceutico, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 h de trabajo y A DEFINIR, con fecha de inicio 25 de abril de 2023 y fecha de presentación pública 18 de diciembre de 2023.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Ing. Pablo Covello
Laboratorio Baliarda S.A.

A definir
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

En la planta Santa Cruz de los Laboratorios Baliarda S.A., se dispone de 16 equipos de HVAC que se desean monitorear.

9 de estos equipos son del tipo *Rooftop* y 7 son unidades manejadoras de aire. En los días muy cálidos o muy fríos, estos equipos, tienden a salir de servicio por el accionamiento de alguna de sus seguridades.

Por ejemplo, en los días muy calurosos, con temperaturas superiores a 35°, puede ser que se accione un presostato de alta presión de gas de algún compresor (Gas Freon, R22, R407, R410).

En cambio, en los días muy fríos, con temperaturas inferiores a 6°, puede ser que se accione un presostato de baja presión de gas de algún compresor (Gas Freon, R22, R407, R410).

Estas situaciones, en los equipos, se detectan en los sectores asociados, a los 30 minutos o hasta una hora después de que ocurrió el evento dentro del HVAC.

Como consecuencia, los sectores que dependen de los equipos en falla, deben detener la producción hasta normalizar la temperatura de trabajo del sector.

Lo que propone este proyecto, es tener una rápida respuesta ante un evento de falla en los equipos de HVAC para así minimizar las detenciones de los sectores productivos por exceso o falta de temperatura.

Por otro lado, se busca tener un historial para evaluar el comportamiento de los equipos durante el día y la noche.

Este proyecto estará a un repositorio* donde, el código fuente, podrá ser implementado en cualquier empresa o institución que lo requiera con la salvedad de que si el sistema es utilizado fuera de la empresa Baliarda S.A., no se podrán utilizar nombres de equipos, divulgar procesos o cualquiera otra información confidencial de Baliarda S.A.

Para el funcionamiento del sistema se utilizará un microcontrolador ESP32 en cada unidad a monitorear. Se diseñará una plaqueta donde tendrá montado el ESP32, la fuente de alimentación y 4 relays de 24 VCC que serán los encargados de enviar la señal de los estados al microcontrolador. Por otro lado, se diseñará un sistema de UPS*, en caso de corte de energía eléctrica, con 1 hora de autonomía.

Cada equipo tendrá un microcontrolador que reportará los datos a una base de datos relacional de Postgres en un servidor local.

Desde cualquier PC, dentro de la red del laboratorio y por exigencia de Baliarda S.A., se accederá a través de una página web (API) mostrando todos los HVAC y sus estados.

El ingreso se realizará mediante usuario y contraseña 2 (dos) niveles de acceso (Supervisor y Operador) El Operador, podrá ver las temperaturas, los estados y los históricos. El Supervisor tendrá el control total del sistema. La Clave de los usuarios expirará, mínimamente, cada 3 meses. Cada imagen tendrá un link donde se redirigirá al microcontrolador asociado a ese equipo. Dentro de cada imagen de HVAC se podrán realizar las siguientes operaciones:

- Histórico de temperaturas y estados.

- Configuración de correos electrónicos para enviar alarmas.
- Mensajes de las alarmas.
- Configuración de Wi-Fi.
- Potencia de señal de Wi-Fi.
- SetPoint de temperatura.

La comunicación de todo el sistema deberá ser vía Wi-Fi.

La placa con el microcontrolador estará dentro de una caja plástica fabricada con materiales que no propaguen la llama. Esta caja, tendrá una señalización donde indique el estado de las entradas digitales, conexión con una red Wi-Fi y tensión del equipo.

Se fabricará un prototipo con su *firmware* para 1 ESP32 con su placa y su caja, la programación y la visualización de los equipos HVAC.

En el siguiente diagrama se muestra como debe funcionar el sistema.

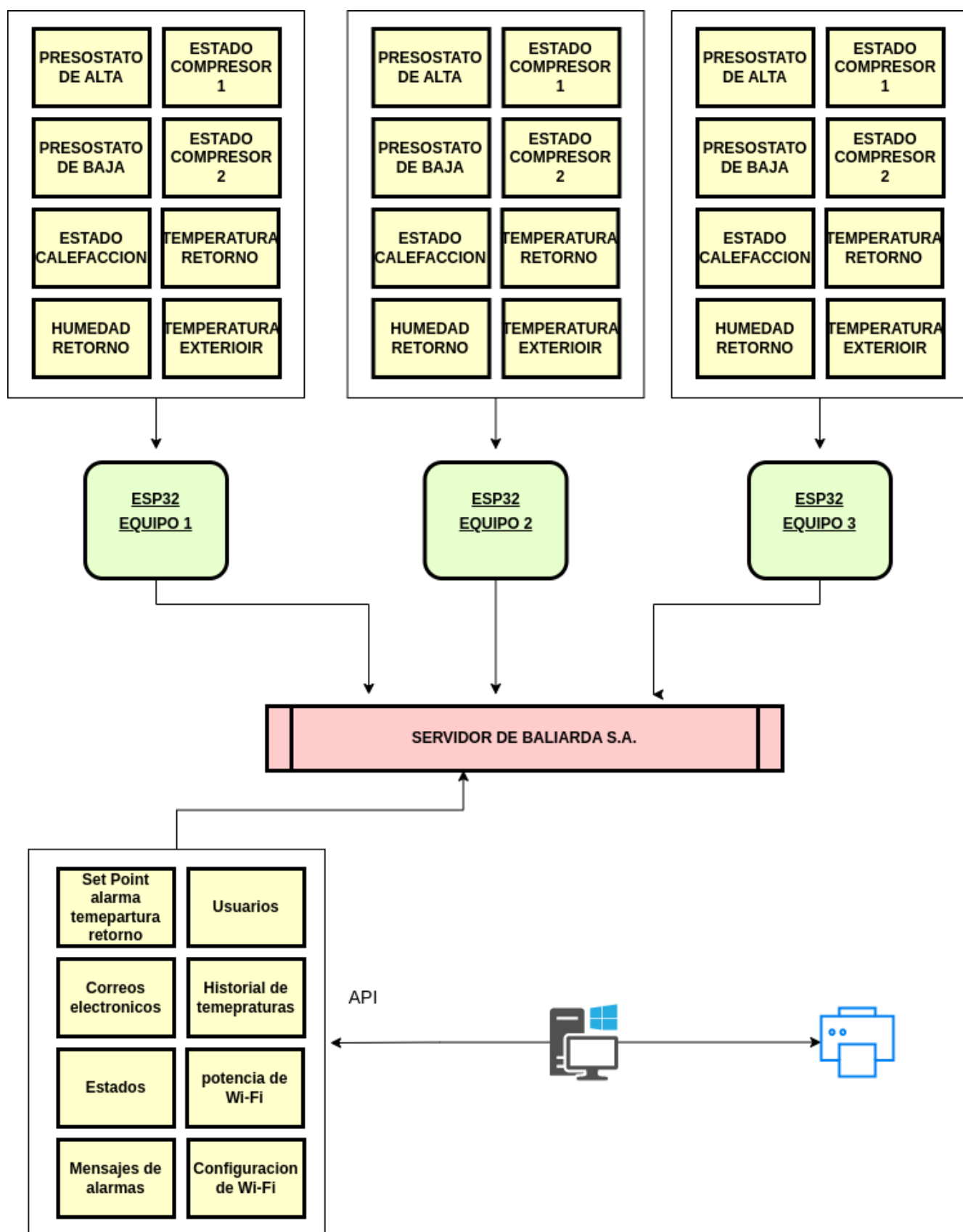


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema

GLOSARIO: *UPS: Uninterruptible Power System. *SetPoint: Punto de configuración. *Repositorio: espacio centralizado donde se guardan trabajos científicos, archivos, etc.

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Ing. Pablo Covello	Laboratorio Baliarda S.A.	Gerente de ingeniería
Impulsor	Ing. Juan Cendron	Balairda S.A.	Jefe de mantenimiento
Responsable	Federico Manuel Suarez Paris	FIUBA	Alumno
Orientador	A definir	A definir	Director Trabajo final
Usuario final	Laboratorio Baliarda S.A.	Laboratorio Baliarda S.A.	-

3. Propósito del proyecto

El proposito del presente proyecto es mejorar el control de los equipos HVAC de la planta.

4. Alcance del proyecto

El alcance de este proyecto será:

- La creación un software de gestión de los HVAC.
- La creación del *firmware* para el esp32.
- La fabricación de prototipo.
- 5 horas de asistencia técnica in situ.
- 5 horas de asistencia técnica a distancia.

El presente proyecto no incluye:

- La fabricación de los dispositivos restantes.
- La instalación.
- La puesta en marcha.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- La Gerencia, Jefatura y Supervision de mantenimiento tendra un mejor control de los equipos HVAC de la planta.
- El departamento de Garantia de calidad tendra mas datos para invertigar desvios producto de la falla de los HVAC.
- Ajustar los mantenimientos preventivos de los equipos de HVAC.
- Optimizar el uso de los HVAC.
- Advertir a tiempo la falla de un equipo

6. Requerimientos

1. Requerimientos funcionales

- 1.1. El sistema debe poder manejar la visualizacion de del estado, las larmas y las temperaturas de los 16 equipos de aire acondicionado
- 1.2. los ESP32 de cada equipo se debe conectar con un equipo o servidor central para lograr almacenar los datos recolectados en una base de datos.
- 1.3. El usuario debe poder recolectar los datos guardados en la base de datos. Debe poder buscar datos por fecha y debera poder imprimir lo recolectado.

2. Requerimientos de documentación

- 2.1. Manual de programacion del *firmware* del ESP32.
- 2.2. Manual de instalacion del ESP32.
- 2.3. Manual de uso del ESP32.
- 2.4. Manual de configuracion de la API.
- 2.5. Manual de configuracion de la base de datos.
- 2.6. Manual de uso de la API.

3. Requerimiento de testing del *firmware* de ESP32.

4. Requerimientos de testing de la interfaz grafica.

5. Requerimiento de testing de la seguridad del sistema.

7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

Roles Operador:

- Podrá ver todos los datos de la API.
- Podrá descargar históricos de la base de datos.
- Podrá buscar datos.
- Podrá imprimir datos seleccionados.

Supervisor:

- Podrá cargar los correos electronicos de los destinatarios de las alarmas.
- Podrá crear usuarios y la primera clave con su tiempo de expiración.
- Podrá configurar los setpoint de las alarmas.
- Podrá dar el alta/baja de dispositivos.
- Podrá asignar las direcciones IP de tlos dispositivos y base de datos.

Para asignar la ponderación a los *story points* se han definido los siguientes criterios basados en la dificultad , complejidad y riesgo del trabajo a realizar.

Dificultad del trabajo a realizar:

- Bajo = 1
- Medio = 3
- Alto = 5

Complejidad del trabajo a realizar:

- Bajo = 1
- Medio = 3
- Alto = 5

Riesgo del trabajo a realizar:

- Bajo = 1
- Medio = 3
- Alto = 5

Historias de usuario 1: Como desarrollador quiero diseñar un sistema de monitoreo de equipos de HVAC en una planta farmacéutica.

- Dificultad alta (5): Porque este sistema conlleva diseñar varios software y *firmware*.
- Complejidad media (3): Porque se requiere conocimientos de diseños de la API, Base de datos y programación de ESP32.
- Riesgo medio (3): Durante el desarrollo y la implementación pueden surgir varios inconvenientes que se solucionaran en el momento que ocurran.

Story points 13 ($5 + 3 + 3 = 11 \approx 13$) La ponderación es de 11 puntos. Al buscarlo en la serie de Fibonacci la ponderación es de 13 puntos.

Historia de usuario 2: Como usuario quiero monitorear los equipos de HVAC desde una pc.

- Dificultad bajo (1): El sistema me permite visualizar todos los datos de los equipos HVAC.
- Complejidad media (3): Se requieren conocimientos de los equipos controlados para interpretar los datos recolectados por el sistema.
- Riesgo bajo (1): Leer los datos recolectados no presenta ningún problema al sistema y a las instalaciones.

Story points 5 ($1 + 3 + 1 = 5 \approx 5$) La ponderación es de 5 puntos. Al buscarlo en la serie de Fibonacci el valor también es de 5 puntos.

Historias de usuario 3: Como usuario quiero ajustar los setpoints de control de los HVAC.

- Dificultad alta (5): El sistema no me permite controlar los HVAC. Se requiere otro *firmware* para el ESP32.
- Complejidad alta (5): Se requiere realizar un nuevo *firmware* para el ESP32.
- Riesgo Alto (5): Para controlar los equipos HVAC se requiere una modificación en el código de la API.

Story points 15 ($5 + 5 + 5 = 15 \approx 21$) La ponderación es de 15 puntos. Al buscarlo en la serie de Fibonacci el valor es de 21 puntos.

8. Entregables principales del proyecto

Los entregables del proyecto son:

- Manual de uso
- Diagrama de circuitos esquemáticos
- Código fuente del *firmware* del ESP32.
- Código fuente de la API.
- Código fuente de la base de datos.
- Diagrama de instalación
- Informe final

9. Desglose del trabajo en tareas

El WBS debe tener relación directa o indirecta con los requerimientos. Son todas las actividades que se harán en el proyecto para dar cumplimiento a los requerimientos. Se recomienda mostrar el WBS mediante una lista indexada:

1. Grupo de tareas 1

- 1.1. Tarea 1 (tantas h)
- 1.2. Tarea 2 (tantas hs)
- 1.3. Tarea 3 (tantas h)

2. Grupo de tareas 2

- 2.1. Tarea 1 (tantas h)
- 2.2. Tarea 2 (tantas h)
- 2.3. Tarea 3 (tantas h)

3. Grupo de tareas 3

- 3.1. Tarea 1 (tantas h)
- 3.2. Tarea 2 (tantas h)
- 3.3. Tarea 3 (tantas h)
- 3.4. Tarea 4 (tantas h)
- 3.5. Tarea 5 (tantas h)

Cantidad total de horas: (tantas h)

Se recomienda que no haya ninguna tarea que lleve más de 40 h.

10. Diagrama de Activity On Node

Armar 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:

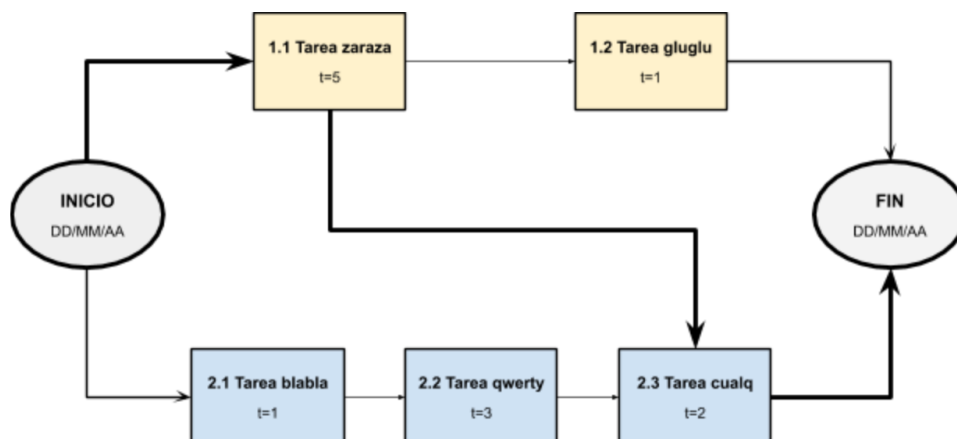


Figura 2. Diagrama de *Activity on Node*.

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.

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.

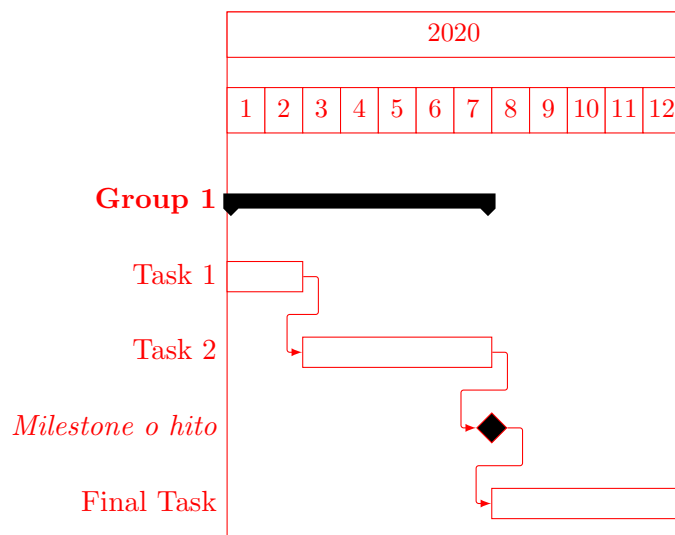


Figura 3. Diagrama de Gantt de ejemplo

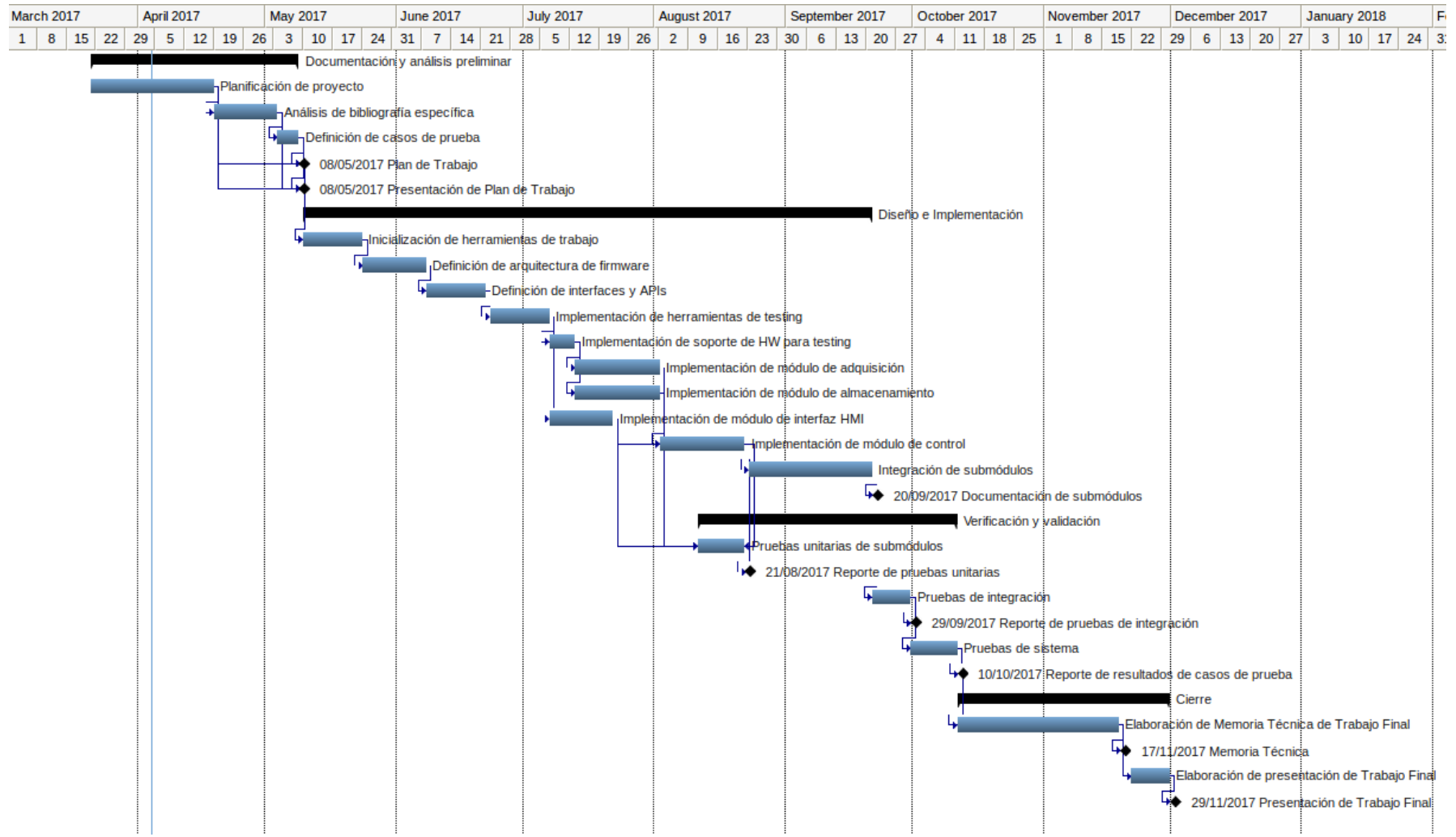


Figura 4. Ejemplo de diagrama de Gantt rotado

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):

■ Ocurrecia (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

Elija al menos diez requerimientos que a su criterio sean los más importantes/críticos/que aportan más valor y para cada uno de ellos indique las acciones de verificación y validación que permitan asegurar su cumplimiento.

- 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.