



Videojuego portátil estilo *handheld* retro con STM32

Autor:

Lic. Jezabel Victoria Danon

Director:

Título y Nombre del director (pertenencia)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 29 de abril de 2025 y el 18 de junio de 2025.*

Índice

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar	5
2. Identificación y análisis de los interesados	6
3. Propósito del proyecto	6
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	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	14
13. Gestión de riesgos	14
14. Gestión de la calidad	15
15. Procesos de cierre	16

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	29 de abril de 2025
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	10 de mayo de 2025

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 29 de abril de 2025

Por medio de la presente se acuerda con la Lic. Jezabel Victoria Danon que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Videojuego portátil estilo *handheld* retro con STM32” y consistirá en el desarrollo de un prototipo de consola de videojuegos portátil minimalista con un único juego integrado. El trabajo tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 horas y un costo estimado de € 120 (ciento veinte euros), con fecha de inicio el 29 de abril de 2025 y fecha de presentación pública el 15 de diciembre de 2025.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Terna de jurados evaluadores del postgrado
FIUBA

Título y Nombre del director
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

El proyecto responde a una temática de interés personal y tiene como objetivo principal acreditar los conocimientos obtenidos en el postgrado. Esto implica la utilización de diversos módulos de hardware y la implementación de técnicas de ingeniería de software específicas para sistemas embebidos. Como objetivo secundario, se planteó que el área de aplicación seleccionada no requiriera del asesoramiento experto de terceros, para maximizar el enfoque en el uso autónomo de los contenidos de la carrera de especialización. También se consideró que el proyecto fuera viable para alguien sin experiencia previa en estos temas.

La solución propuesta es un sistema embebido que articula los conocimientos del posgrado, manteniendo una complejidad técnica abordable. El desarrollo incluye el uso coordinado de periféricos variados y protocolos de comunicación comunes en sistemas reales. Además, requiere diseñar una arquitectura de software clara, con módulos separados para entrada, salida y lógica de control del sistema. La aplicación final consiste en una consola de videojuegos portátil inspirada en dispositivos retro, con algunas mejoras funcionales propias de plataformas actuales.

Las primeras consolas portátiles de videojuegos, conocidas como *handheld consoles*, establecieron una lógica de diseño centrada en la simplicidad, la portabilidad y el uso eficiente de recursos. Dispositivos como Mattel Auto Race (1976) o Electronic Football (1977) usaban pantallas de LED y una mecánica de juego muy básica, basada en puntos luminosos. Más adelante, la serie Game & Watch (Nintendo, 1980) introdujo pantallas LCD y juegos integrados en hardware dedicado. La aparición de consolas como la Game Boy (Nintendo), la Atari Lynx y la Sega Game Gear, entre 1989 y 1990, permitió expandir estas ideas mediante cartuchos intercambiables, mayor calidad gráfica y audio mejorado, sin abandonar el enfoque de sistema cerrado y orientado exclusivamente al juego. Estas plataformas funcionaban con microprocesadores de 4, 8 o hasta 16 bits, sin sistemas operativos ni procesamiento paralelo, y su interacción se limitaba a botones físicos y salidas visuales y sonoras básicas.

Con el tiempo, las consolas *handheld* evolucionaron hacia arquitecturas más complejas, con mejores capacidades gráficas, pantallas retroiluminadas a color, sonido estéreo y almacenamiento digital. También incorporaron nuevas formas de interacción, como pantallas táctiles, sensores de movimiento y motores de vibración. Estas incorporaciones permitieron enriquecer la experiencia de juego sin perder la portabilidad ni la simplicidad de uso. Aunque no todas estas tecnologías se consolidaron como estándar en el ámbito portátil, abrieron nuevas posibilidades para la interacción física y sensorial entre el usuario y el dispositivo.

El sistema a desarrollar adoptará una arquitectura cerrada y específica, centrada en la ejecución de un único videojuego implementado directamente en el firmware del dispositivo. Al iniciarse, el juego permitirá controlar la simulación del vuelo de una aeronave a partir de la interacción con botones y un joystick analógico, los cuales enviarán señales al sistema en tiempo real. La respuesta del sistema se manifestará a través de una interfaz visual, junto con retroalimentación sonora y háptica asociada a distintos eventos del juego.

El prototipo incluirá sensores de movimiento que permitirán detectar variaciones de posición del dispositivo. La información capturada del sensor, los botones y el joystick será procesada para determinar parámetros de vuelo tales como velocidad, altitud, dirección y posición de la aeronave dentro de un mapa predefinido. Dichos parámetros permitirán actualizar la representación gráfica, sonora y táctil de la simulación.

En la figura 1 se presenta el diagrama en bloques del sistema, en el que se observa el microcontrolador que coordinará el funcionamiento de los distintos módulos: entradas (botones,

joystick, sensores), salidas (pantalla, audio, vibración) y almacenamiento externo. El estado del juego deberá guardarse en memoria no volátil, utilizando una EEPROM externa o una tarjeta SD, permitiendo su recuperación tras un reinicio. El prototipo se conectará a una fuente de alimentación portátil.

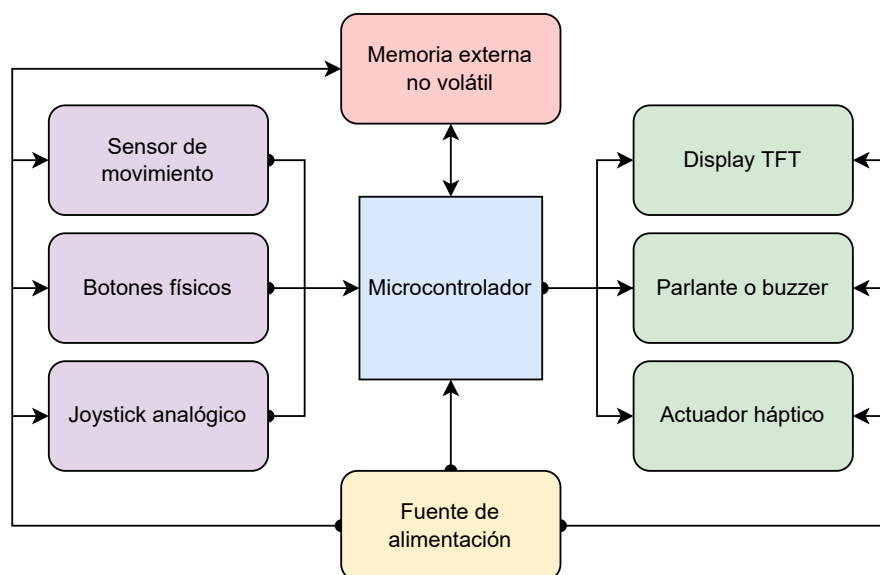


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema.

El presente proyecto no se plantea como un producto de innovación con proyección comercial, pero se distingue por reinterpretar el concepto de consola portátil clásica desde una perspectiva actual. A partir de una arquitectura simple y dedicada, centrada en un único juego, se incorporan características técnicas poco comunes en dispositivos de este tipo, como el uso de un microcontrolador de 32 bits, pantalla a color, sensores de movimiento, retroalimentación háptica y almacenamiento persistente del estado del juego.

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Terna de jurados evaluadores del postgrado	FIUBA	
Responsable	Lic. Jezabel Victoria Danon	FIUBA	Alumno
Orientador	Título y Nombre del director	pertenencia	Director del Trabajo Final

3. Propósito del proyecto

Aplicar de forma integrada los conocimientos adquiridos durante el posgrado en una solución técnica concreta, desarrollada de manera autónoma. Se busca abordar un caso representativo

de sistemas embebidos que permita ejercitar competencias clave de la carrera, como la gestión de periféricos, la programación en tiempo real y el diseño modular de software.

4. Alcance del proyecto

El proyecto incluye:

- El diseño y construcción de un prototipo funcional de consola portátil de videojuegos.
- El desarrollo de un juego de simulación de vuelo, implementado directamente en el firmware.
- La integración de periféricos de entrada:
 - Botones físicos.
 - Joystick analógico.
 - Sensor de movimiento (acelerómetro y/o giroscopio).
- La integración de periféricos de salida:
 - Pantalla TFT (a color).
 - Salida sonora mediante parlante o buzzer.
 - Motor de vibración para retroalimentación háptica.
- El almacenamiento del estado del juego en memoria no volátil.
- La documentación técnica requerida para su presentación como trabajo final de especialización.

El presente proyecto no incluye:

- El diseño y/o la fabricación de una placa de circuito impreso (PCB, por *printed circuit board*).
- El desarrollo de un entorno ejecutable separado del juego: el firmware no estará diseñado de forma general para admitir juegos en formatos estándar.
- Conectividad externa, comunicación inalámbrica o funcionalidades multijugador.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Se dispondrá de los materiales y componentes necesarios para el prototipo funcional.
- Las horas estimadas de trabajo serán suficientes para cumplir con los objetivos planteados.
- Los conocimientos requeridos para avanzar en las distintas etapas del proyecto se alcanzarán durante el transcurso del posgrado en tiempos compatibles con el desarrollo.
- La solución planteada es técnicamente viable dentro del alcance y recursos definidos.
- El responsable dispondrá de dedicación a tiempo completo hasta culminar el proyecto.

6. Requerimientos

Los requerimientos deben enumerarse y de ser posible estar agrupados por afinidad, por ejemplo:

1. Requerimientos funcionales:
 - 1.1. El sistema debe...
 - 1.2. Tal componente debe...
 - 1.3. El usuario debe poder...
2. Requerimientos de documentación:
 - 2.1. Requerimiento 1.
 - 2.2. Requerimiento 2 (prioridad menor)
3. Requerimiento de testing...
4. Requerimientos de la interfaz...
5. Requerimientos interoperabilidad...
6. etc...

Leyendo los requerimientos se debe poder interpretar cómo será el proyecto y su funcionalidad.

Indicar claramente cuál es la prioridad entre los distintos requerimientos y si hay requerimientos opcionales.

!!!No olvidarse de que los requerimientos incluyen a las regulaciones y normas vigentes!!!

Y al escribirlos seguir las siguientes reglas:

- Ser breve y conciso (nadie lee cosas largas).
- Ser específico: no dejar lugar a confusiones.
- Expresar los requerimientos en términos que sean cuantificables y medibles.

7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

Descripción: en esta sección se deben incluir las historias de usuarios y su ponderación (*history points*). Recordar que las historias de usuarios son descripciones cortas y simples de una característica contada desde la perspectiva de la persona que desea la nueva capacidad, generalmente un usuario o cliente del sistema. La ponderación es un número entero que representa el tamaño de la historia comparada con otras historias de similar tipo.

Se debe indicar explícitamente el criterio para calcular los *story points* de cada historia.

El formato propuesto es:

1. “Como [rol] quiero [tal cosa] para [tal otra cosa].”

Story points: 8 (complejidad: 3, dificultad: 2, incertidumbre: 3)

8. Entregables principales del proyecto

Los entregables del proyecto son (ejemplo):

- Manual de usuario.
- Diagrama de circuitos esquemáticos.
- Código fuente del firmware.
- Diagrama de instalación.
- Memoria del trabajo final.
- etc...

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 (suma h)

1.1. Tarea 1 (tantas h)

1.2. Tarea 2 (tantas h)

1.3. Tarea 3 (tantas h)

2. Grupo de tareas 2 (suma h)

2.1. Tarea 1 (tantas h)

2.2. Tarea 2 (tantas h)

2.3. Tarea 3 (tantas h)

3. Grupo de tareas 3 (suma h)

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.

¡Importante! la unidad de horas es h y va separada por espacio del número. Es incorrecto escribir “23hs”.

Se recomienda que no haya ninguna tarea que lleve más de 40 h. De ser así se recomienda dividirla en tareas de menor duración.

10. Diagrama de Activity On Node

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

Una herramienta simple para desarrollar los diagramas es el Draw.io (<https://app.diagrams.net/>). Draw.io

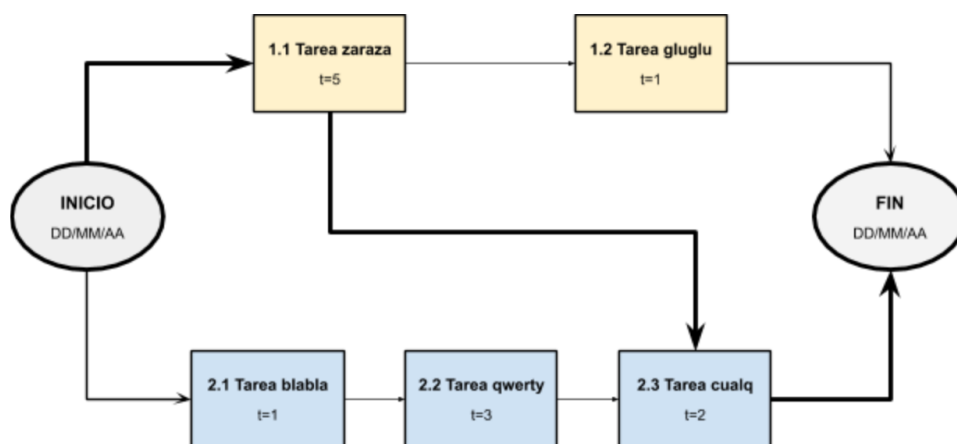


Figura 2. Diagrama de *Activity on Node*.

Indicar claramente en qué unidades están expresados los tiempos. De ser necesario indicar los caminos semi críticos y analizar sus tiempos mediante un cuadro. Es recomendable usar colores y un cuadro indicativo describiendo qué representa cada color.

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.

Las fechas pueden ser calculadas utilizando alguna de las herramientas antes citadas. Sin embargo, el siguiente ejemplo fue elaborado utilizando esta [hoja de cálculo](#).

Es importante destacar que el ancho del diagrama estará dado por la longitud del texto utilizado para las tareas (Ejemplo: tarea 1, tarea 2, etcétera) y el valor $x\ unit$. Para mejorar la apariencia del diagrama, es necesario ajustar este valor y, quizás, acortar los nombres de las tareas.

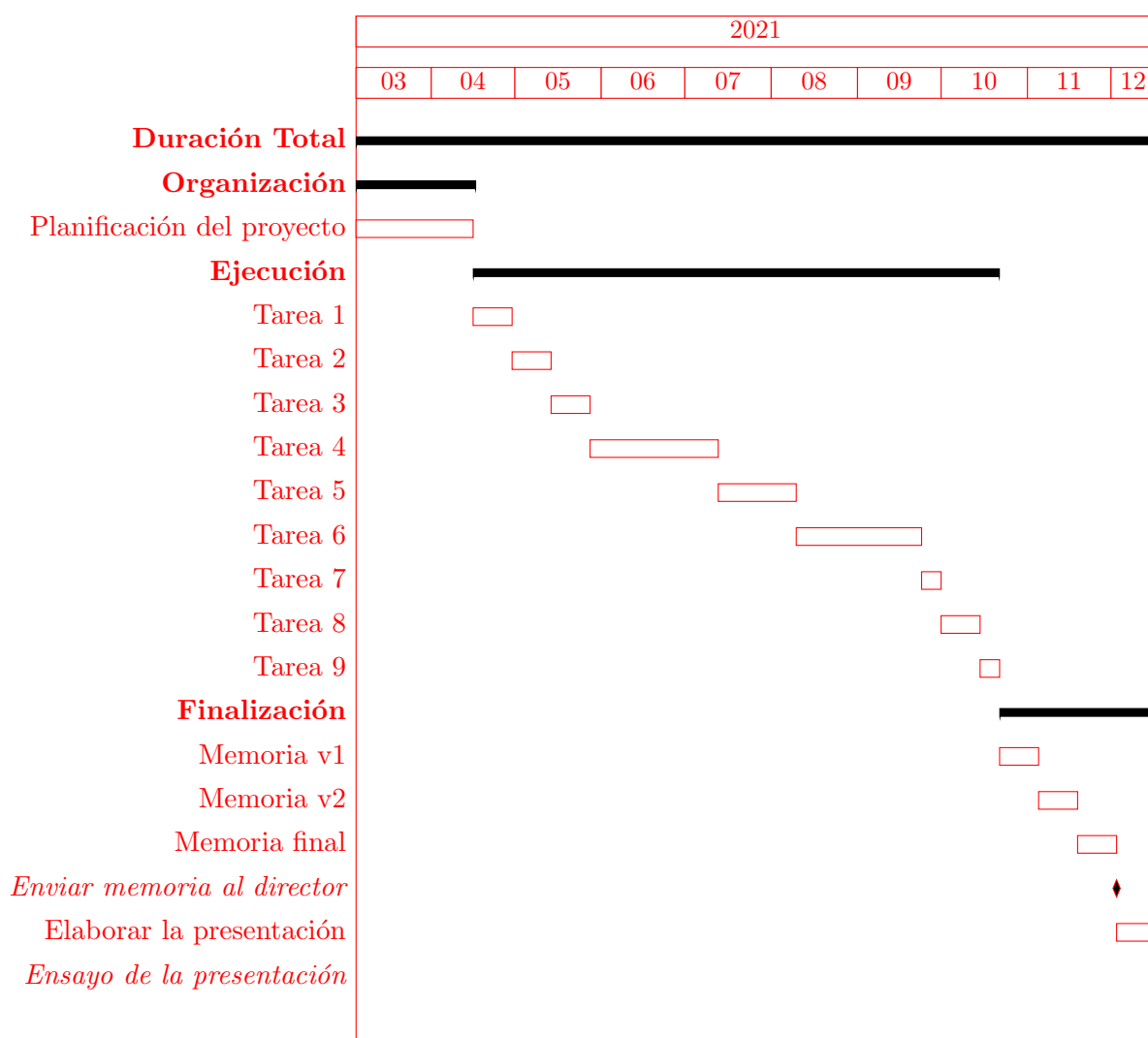


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo



Figura 4. Ejemplo de diagrama de Gantt (apaisado).

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**.

Incluir la aclaración de si se emplea como moneda el peso argentino (ARS) o si se usa moneda extranjera (USD, EUR, etc). Si es en moneda extranjera se debe indicar la tasa de conversión respecto a la moneda local en una fecha dada.

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): X.
Justificación...

- Ocurriencia (O): Y.
Justificación...

Riesgo 3:

- Severidad (S): X.
Justificación...
- Ocurriencia (O): Y.
Justificación...

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 con su correspondiente número.

- 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, 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.