



# Desarrollo de dispositivo de rastreo GNSS

Autor:

Nicolás Gabriel Cettra

Director:

Nombre del Director (pertenencia)

Codirector:

John Doe (FIUBA)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos  
entre el 21 de junio de 2023 y el 15 de agosto de 2023.*

## 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 . . . . .	6
5. Supuestos del proyecto. . . . .	7
6. Requerimientos . . . . .	7
7. Historias de usuarios ( <i>Product backlog</i> ). . . . .	8
8. Entregables principales del proyecto . . . . .	8
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	21 de junio de 2023
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	04/07/2023
2	Se completa hasta el punto 9 inclusive	10/07/2023

## Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 21 de junio de 2023

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Nicolás Gabriel Cettra que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Desarrollo de dispositivo de rastreo GNSS”, consistirá esencialmente en la implementación de un sistema embebido que tendrá la capacidad de adquirir un posicionamiento global. Este sistema podrá comunicarse con el servidor proporcionado por la organización mediante vía internet. Además, contará con un acelerómetro para detectar aceleraciones repentinas en el dispositivo, un botón de propósito general y una autonomía de al menos 24 horas; y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 204 horas de trabajo y \$XXX, con fecha de inicio 21 de junio de 2023 y fecha de presentación pública 15 de mayo de 2024.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg  
Director posgrado FIUBA

Alejandro Castellano  
America GIS S.R.L.

Nombre del Director  
Director del Trabajo Final

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

Con el objetivo de ofrecer soluciones más específicas de manera flexible y económica, se desarrollará un sistema embebido que permitirá adquirir un posicionamiento global a través de un módulo GNSS. Este sistema se comunicará con el servidor proporcionado por la organización mediante GPRS. Además, contará con un acelerómetro para detectar aceleraciones bruscas en el dispositivo. También se incluirá un botón con funciones programables de propósito múltiple y una autonomía de al menos 24 horas.

Una de las características clave que se debe tener en cuenta es la capacidad de adaptar el hardware a diferentes sectores. Para el desarrollo de este dispositivo, se utilizará el módulo GNSS/GPRS A9G de la empresa Ai Thinker, al que se le acoplará el hardware necesario para cumplir con los objetivos planteados. Es importante mencionar que contamos con el SDK del módulo, lo que nos permitirá programarlo según nuestras necesidades.

El dispositivo debe ser capaz de enviar información a través de GPRS utilizando los protocolos de comunicación UDP o TCP, y se requerirá la capacidad de utilizar MQTT dentro del protocolo TCP. Dicha comunicación se puede apreciar en la figura 1. Además, se utilizará el acelerómetro MPU6050 mediante la interfaz i2c para la adquisición de aceleraciones.

En cuanto a la alimentación del dispositivo, se utilizará una batería de 3.7 V. Esto hace que la eficiencia energética sea indispensable para maximizar la duración de la batería.

En cuanto al botón, este debe ser multipropósito. El dispositivo generará un evento al pulsarlo y el significado será asignado del lado del servidor.

El software embebido debe ser diseñado teniendo en cuenta la posibilidad de agregar módulos adicionales en el futuro, y se implementará un sistema operativo en tiempo real (RTOS). Además, se utilizará como base para futuros proyectos.

La descripción técnica-conceptual **debe incluir al menos un diagrama en bloques del sistema** y descripción funcional de la solución propuesta.

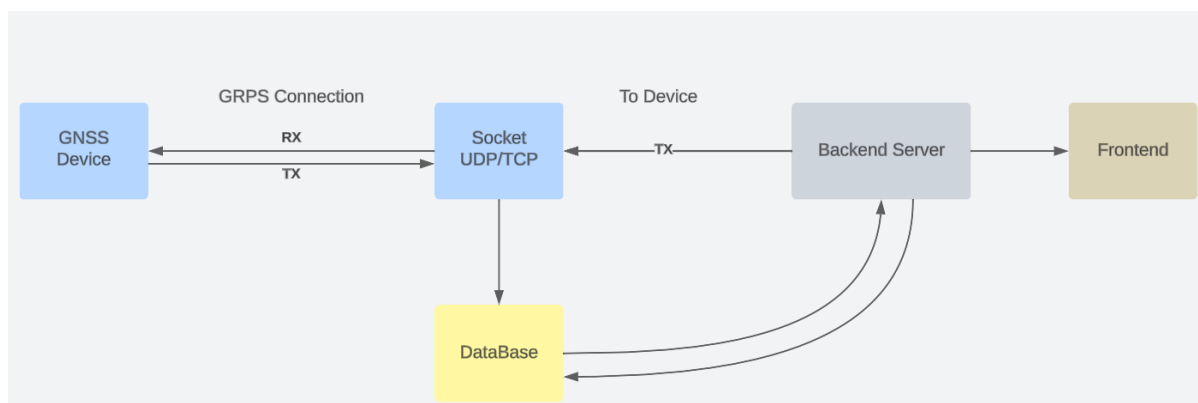


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema

## 2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante	-	-	-
Cliente	Alejandro Castellano	America GIS S.R.L.	Gerente
Impulsor	-	-	-
Responsable	Nicolás Gabriel Cettra	FIUBA	Alumno
Colaboradores	-	-	-
Orientador	Nombre del Director	pertenencia	Director Trabajo final
Equipo	-	-	-
Opositores	-	-	-
Usuario final			

## 3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es desarrollar un sistema embebido que permita controlar un hardware de adquisición de datos, en particular enfocado en el posicionamiento global. Se busca que este sistema tenga la capacidad de adaptarse a diferentes sectores, brindando flexibilidad y versatilidad en su aplicación. Además, se busca lograr una solución más económica en comparación con otras alternativas disponibles en el mercado. El enfoque central es garantizar la adaptabilidad del hardware y reducir los costos asociados al desarrollo y despliegue del sistema.

## 4. Alcance del proyecto

El sistema embebido a desarrollar tendrá los siguientes alcances:

- Generar reportes periódicos de manera programada.
- Generar reportes basados en eventos específicos, como la activación del botón multi-propósito, una aceleración brusca o un cambio de dirección.
- Ser configurable a través de interfaces como USB, GPRS o SMS.
- Establecer conexión a Internet mediante GPRS para el intercambio de información.
- Comunicarse utilizando los protocolos UDP o TCP.
- Capacidad para almacenar reportes en memoria en caso de interrupciones en la conexión a Internet.
- Autonomía mínima de 24 horas.
- Este proyecto se enfocará exclusivamente en la compatibilidad con el módulo A9G de Ai Thinker, sin contemplar la compatibilidad con otros módulos.

## 5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Se supone que la empresa America GIS proporcionará el servidor encargado de recibir la información enviada por el dispositivo.
- Se supone que la empresa también proporcionará el hardware necesario, incluyendo la tarjeta SIM para la conexión GPRS y la interfaz de programación del dispositivo.
- Se asume que el módulo GNSS en condiciones optimas, tiene una tolerancia de error de 10 metros en la precisión de la posición.
- Se supone que el dispositivo solo funcionará si hay una antena compatible con 2G dentro de su rango de alcance.

## 6. Requerimientos

### 1. Requerimientos Funcionales

- 1.1. El sistema debe ser capaz de adquirir el posicionamiento global mediante un módulo GNSS.
- 1.2. El sistema debe comunicarse con el servidor proporcionado por la empresa America GIS a través de GPRS.
- 1.3. El dispositivo debe contar con un acelerómetro para detectar aceleraciones abruptas.
- 1.4. El sistema debe tener un botón de propósito general con funcionalidad programable.
- 1.5. El sistema debe tener una autonomía mínima de 24 horas.
- 1.6. El sistema debe generar reportes temporizados.
- 1.7. El sistema debe generar reportes en función de eventos particulares, como presionar el botón multipropósito, una aceleración abrupta o un cambio de dirección.
- 1.8. El sistema debe ser configurable mediante USB, GPRS o SMS.
- 1.9. El dispositivo debe conectarse a Internet mediante GPRS para el intercambio de información.
- 1.10. El sistema debe ser capaz de comunicarse utilizando los protocolos UDP o TCP.
- 1.11. El sistema debe ser capaz de almacenar reportes en memoria en caso de intermitencia en la conexión a Internet.

### 2. Requerimientos de Documentación

- 2.1. Se debe proporcionar documentación detallada del proceso de configuración del sistema.
- 2.2. Se debe incluir documentación del hardware utilizado, incluyendo el módulo GNSS, el acelerómetro y el botón multipropósito.
- 2.3. Se debe proporcionar documentación del SDK del módulo GNSS/GPRS A9G de Ai Thinker.
- 2.4. Se debe incluir una guía de usuario que explique el funcionamiento y las características del sistema.

- 2.5. Se debe documentar el protocolo de comunicación utilizado para la interacción con el servidor de America GIS.
- 2.6. Se debe proporcionar una documentación clara sobre las especificaciones y limitaciones del sistema, incluyendo la tolerancia de error del módulo GNSS y la dependencia de una antena compatible con 2G.

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

- Como usuario, quiero poder configurar la frecuencia de generación de reportes temporizados para adaptarla a mis necesidades. (Ponderación: 3 story points)
- Como usuario, quiero recibir notificaciones inmediatas en caso de detectar una aceleración abrupta en el dispositivo para poder tomar medidas rápidamente. (Ponderación: 5 story points)
- Como usuario, quiero poder personalizar la funcionalidad del botón multipropósito para adaptarlo a mis necesidades específicas. (Ponderación: 2 story points)
- Como usuario, quiero tener la opción de enviar los reportes de manera automática al servidor de America GIS a través del protocolo UDP para una comunicación más eficiente. (Ponderación: 5 story points)
- Como usuario, quiero poder almacenar los reportes en memoria en caso de pérdida temporal de conexión a Internet para asegurar que no se pierda información importante. (Ponderación: 3 story points)
- Como usuario, quiero recibir una notificación en tiempo real cuando se produzca un cambio de dirección brusco en el dispositivo para estar al tanto de cualquier evento inesperado. (Ponderación: 4 story points)
- Como usuario, quiero tener la posibilidad de configurar el sistema mediante una interfaz sencilla y amigable a través de USB para facilitar la configuración y personalización. (Ponderación: 3 story points)
- Como usuario, quiero poder consultar la documentación detallada del sistema para comprender mejor su funcionamiento y aprovechar al máximo sus características. (Ponderación: 2 story points)

## 8. Entregables principales del proyecto

Los entregables del proyecto son:

- Manual de uso
- Código fuente del firmware
- Archivo binario para actualizar el dispositivo
- Informe final



## 9. Desglose del trabajo en tareas

1. Configuración inicial del entorno de desarrollo
  - 1.1. Instalación y configuración del software de desarrollo (4 h)
  - 1.2. Configuración del entorno de programación y depuración (4 h)
  - 1.3. Configuración del entorno de pruebas y simulación (4 h)
2. Desarrollo del módulo de adquisición de posicionamiento
  - 2.1. Investigación del módulo GNSS (10 h)
  - 2.2. Implementación de la comunicación con el módulo GNSS (10 h)
  - 2.3. Integración de la funcionalidad de posicionamiento en el sistema embebido (12 h)
3. Desarrollo del módulo de detección de aceleraciones abruptas
  - 3.1. Investigación y del modulo acelerómetro (8 h)
  - 3.2. Implementación de la lectura y procesamiento de datos del acelerómetro (8 h)
  - 3.3. Integración de la detección de aceleraciones en el sistema embebido (10 h)
4. Desarrollo del módulo de configuración y personalización
  - 4.1. Diseño de la interfaz de configuración mediante USB (8 h)
  - 4.2. Implementación de la comunicación y la lógica de configuración (10 h)
  - 4.3. Pruebas y depuración de la funcionalidad de configuración (8 h)
5. Desarrollo del módulo de generación y envío de reportes
  - 5.1. Diseño e implementación de la generación de reportes temporizados (12 h)
  - 5.2. Implementación de GPIO y la logica de configuración (6h)
  - 5.3. Desarrollo de la lógica para generar reportes en función de eventos (10 h)
  - 5.4. Implementación de la comunicación con el servidor de America GIS (12 h)
6. Pruebas y validación del sistema completo
  - 6.1. Realización de pruebas de integración y validación del sistema embebido (18 h)
  - 6.2. Pruebas de conectividad y comunicación con el servidor (8 h)
  - 6.3. Pruebas de rendimiento y estabilidad del sistema (8 h)
7. Documentación del manual
  - 7.1. Elaboración del manual de usuario (8 h)
  - 7.2. Revisión y edición del manual de usuario (4 h)
8. Elaboración del informe
  - 8.1. Recopilación y análisis de los resultados del proyecto (8 h)
  - 8.2. Redacción del informe final (10 h)
  - 8.3. Revisión y edición del informe final (4 h)

Cantidad total de horas estimadas: 204 h

## 10. Diagrama de Activity On Node

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

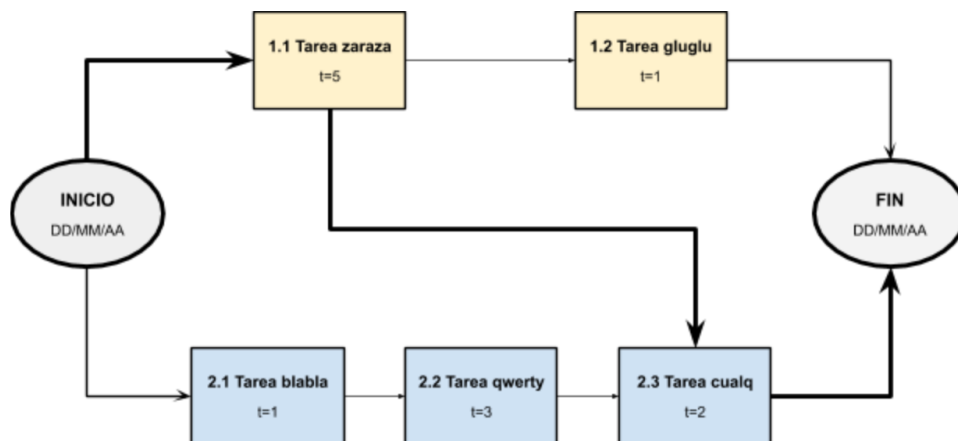


Figura 2. Diagrama de *Activity on Node*.

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.

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.

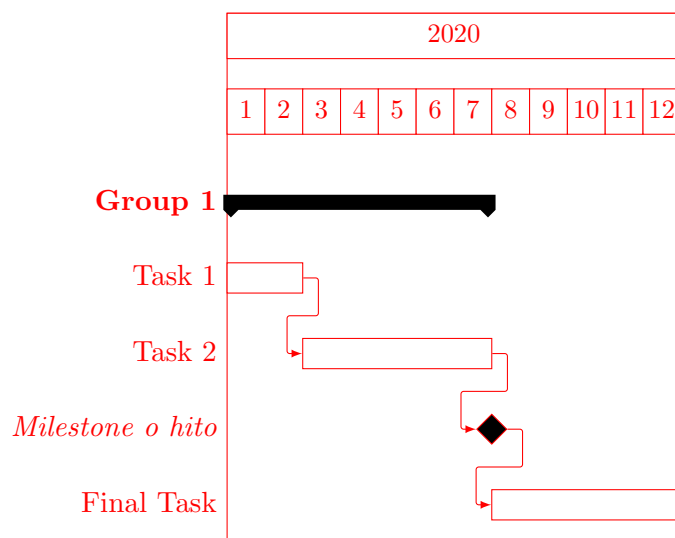


Figura 3. Diagrama de Gantt de ejemplo

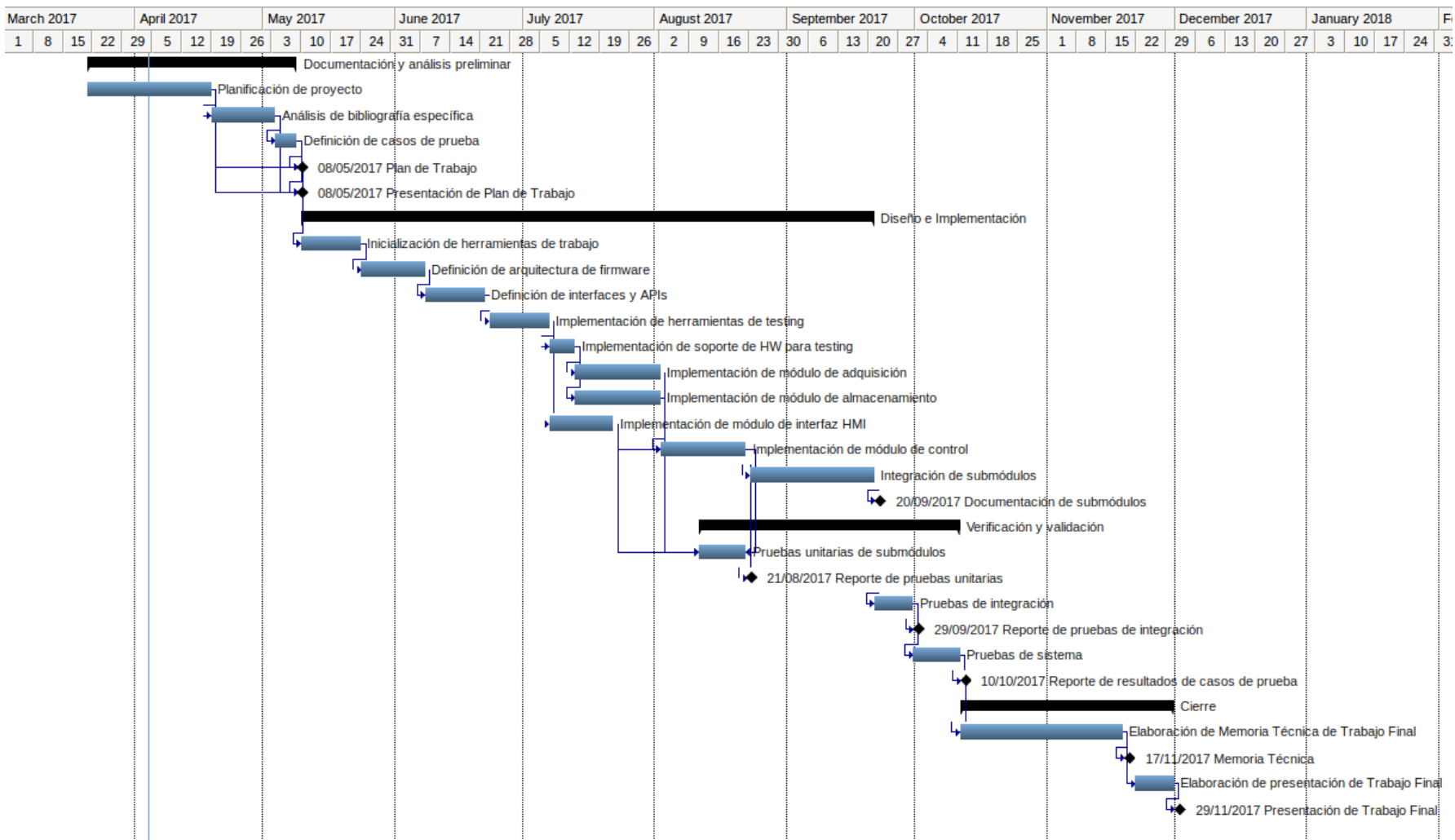


Figura 4. Ejemplo de diagrama de Gantt rotado

## 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):

■ 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

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.