



# Predicción de series de tiempos aplicado al trading de criptomonedas usando la arquitectura de Transformers

Autor:

Martín Leonardo Centurión

Director:

Director a definir (pertenencia)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos  
entre el 15 de octubre de 2024 y el 03 de diciembre de 2024.*

## 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. . . . .                                  | 6  |
| 6. Requerimientos . . . . .   | 7  |
| 7. Historias de usuarios ( <i>Product backlog</i> ). . . . .        | 8  |
| 8. Entregables principales del proyecto . . . . .                   | 8  |
| 9. Desglose del trabajo en tareas . . . . .                         | 8  |
| 10. Diagrama de Activity On Node. . . . .                           | 9  |
| 11. Diagrama de Gantt . . . . .                                     | 9  |
| 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             | 15 de octubre de 2024 |
| 1        | Primera entrega                    | 30 de octubre de 2024 |

## Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 15 de octubre de 2024

Por medio de la presente se acuerda con el Martín Leonardo Centurión que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Inteligencia Artificial se titulará “Predicción de series de tiempos aplicado al trading de criptomonedas usando la arquitectura de Transformers” y consistirá en la implementación de un sistema de predicción de series de tiempos aplicado al trading de criptomonedas usando la arquitectura de Transformers. El trabajo tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 horas y un costo estimado de \$37.500.000, con fecha de inicio el 15 de octubre de 2024 y fecha de presentación pública en diciembre de 2025.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg  
Director posgrado FIUBA

Nombre del cliente  
Empresa del cliente

Director a definir  
Director del Trabajo Final

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

Este es un proyecto personal con el objetivo de estudiar, en el contexto de análisis y predicción de series de tiempo, el desempeño de la arquitectura de Transformers la cual es una pieza fundacional del estado del arte actual en deep learning en general y predicción de series de tiempos en particular.

Para dicho estudio se propone la aplicación a un sistema de trading de criptomonedas con el cual se espera obtener rendimiento y, al mismo tiempo, regular el nivel de riesgo incurrido.

Es valioso explorar el uso de Transformers y sus variantes, ya que permitiría obtener una ventaja comparativa con respecto a otras soluciones mediante la utilización de nuevos modelos basados que presenten mejor poder de predicción.

El objetivo del trading consiste en obtener una ganancia comprando instrumentos, en este caso criptomonedas, a un precio menor al que se los vende. Se caracteriza por tener un plazo de tiempo acotado, ya que, en el largo plazo las fluctuaciones del mercado pierden relevancia frente a las condiciones fundamentales del instrumento en cuestion. Esto es: el precio del bitcoin (BTC) de hoy a diez años depende más de tendencias macroeconómicas que de otras fluctuaciones. Al otro extremo está el trading de alta frecuencia donde se realizan varias operaciones por segundo y requiere del uso de hardware y redes especializadas. Por lo dicho anteriormente se decide acotar el plazo de predicción entre un minuto y una semana.

El resultado final, como ilustra la 1, constara de un sistema capaz de comprar y vender criptomonedas de forma autónoma consultando un modelo preentrenado con datos históricos cotizaciones pertinentes.

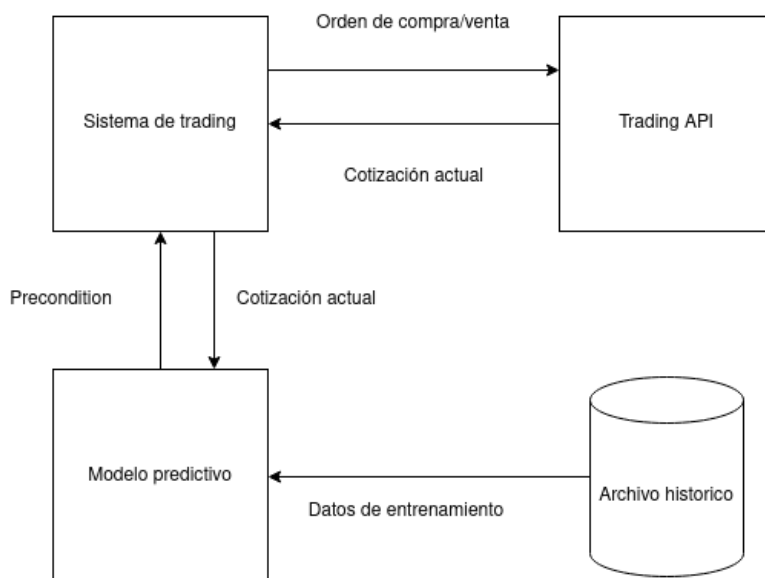


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema.

## 2. Identificación y análisis de los interesados

| Rol         | Nombre y Apellido         | Organización | Puesto                     |
|-------------|---------------------------|--------------|----------------------------|
| Responsable | Martín Leonardo Centurión | FIUBA        | Alumno                     |
| Orientador  | Director a definir        | pertenencia  | Director del Trabajo Final |

- Orientador: Director a definir.
- Responsable: El alumno encargado de llevar a cabo la planificación e implementación.

## 3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es la investigación y aplicación de arquitecturas de Transformers para el trading de criptomonedas. Se buscará explorar esta nueva tecnología y comparar su desempeño con otros modelos previamente utilizados en la industria.

## 4. Alcance del proyecto

El proyecto incluye:

- El desarrollo de un sistema que realice trading de criptomonedas de forma no supervisada.
- Análisis y visualización de los datos históricos correspondientes a las cotizaciones de las criptomonedas seleccionadas.
- La exploración de modelos del estado del arte para el análisis y predicción de series de tiempo.
- El rango temporal máximo a predecir es de una semana.
- El rango temporal mínimo a predecir no implica el uso de hardware especializado ni la conexión a redes especiales.

El proyecto no incluye:

- Un servicio ni una API para exponer el modelo.
- Aprovechamiento infraestructura para correr el modelo.
- Implementación de un modelo.

## 5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Existen API's con las cuales integrarse para realizar el trading.
- Existen datasets históricos para entrenar los modelos.
- La arquitectura de transformers es efectiva para la predicción de series de tiempo.
- Existen modelos adecuados para entrenarlos.

## 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

Armaz 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

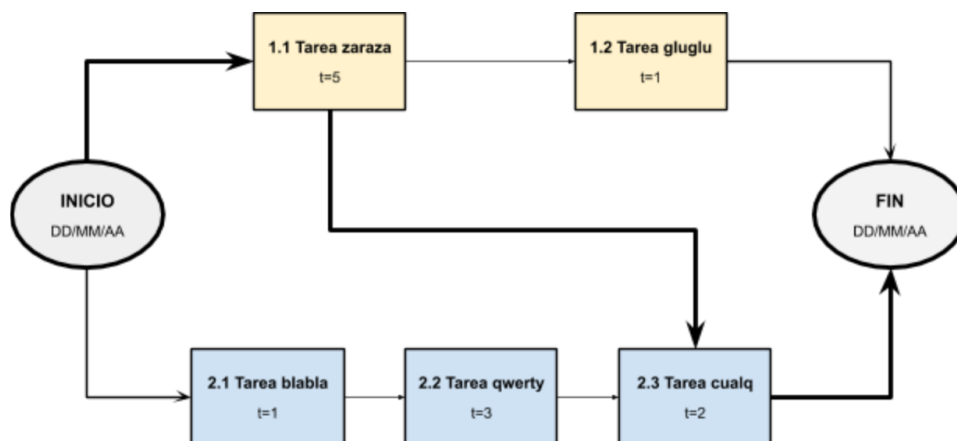


Figura 2. Diagrama de *Activity on Node*.

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.

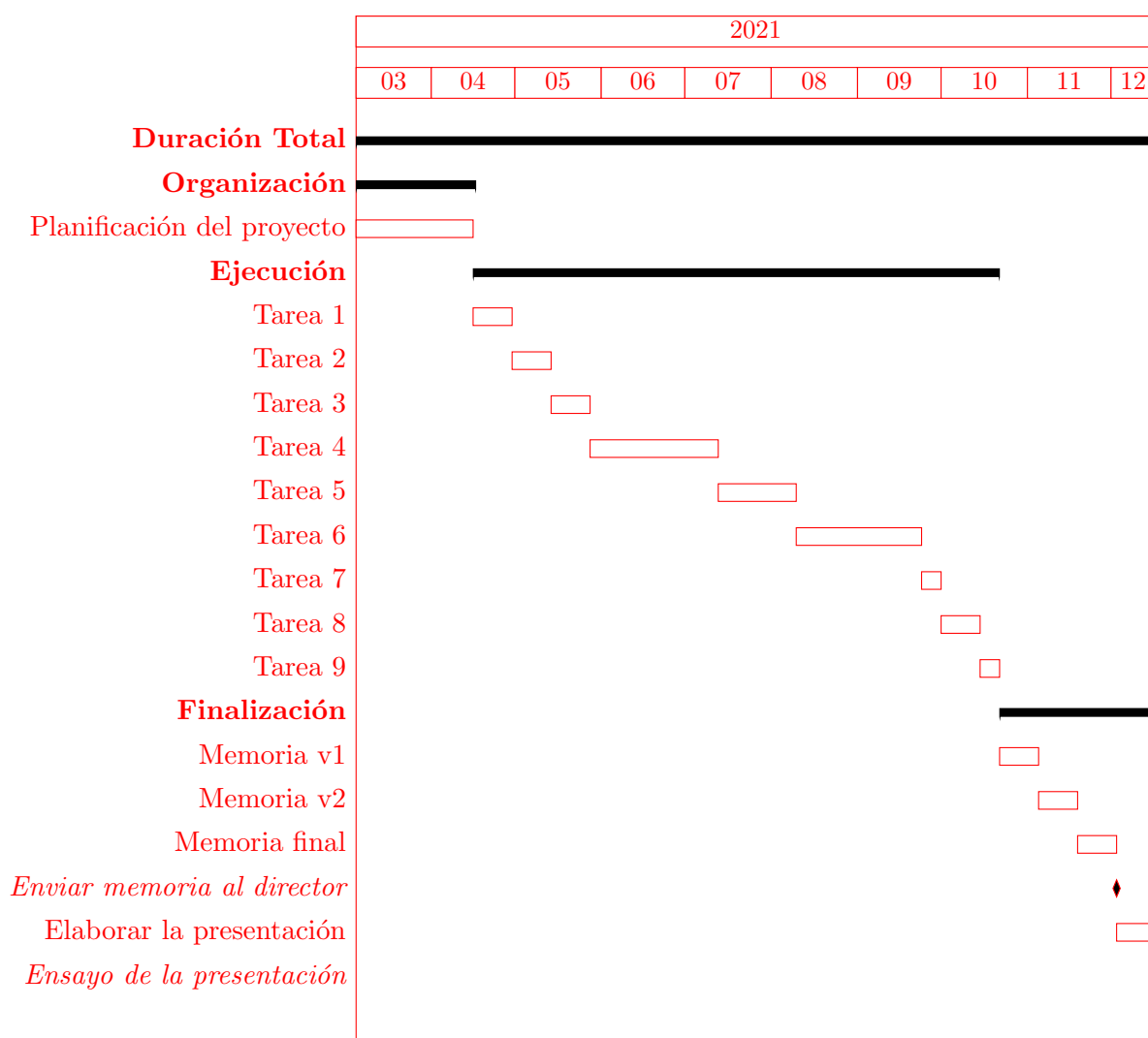


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo

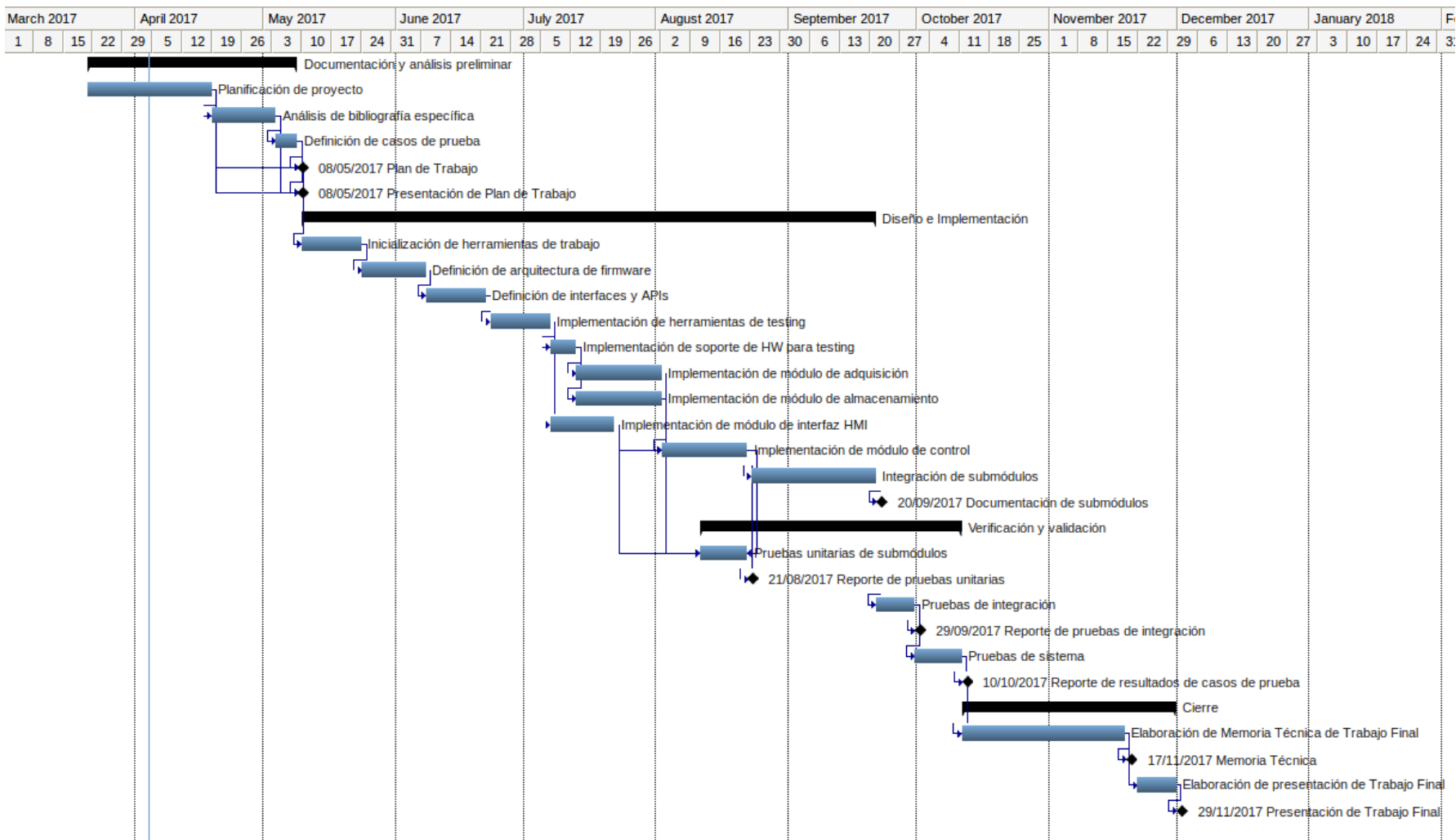


Figura 4. Ejemplo de diagrama de Gantt (apaisado).

## 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.