



# Predicción de eventos climáticos y meteorológicos extremos utilizando inteligencia artificial

Autor:

Ing. Sevann Radhak Triztan

Director:

Título y Nombre del director (pertenencia)

Codirector:

Título y Nombre del codirector (FIUBA)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos entre el 18 de junio de 2024 y el 13 de agosto de 2024.*

## 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. . . . .	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. . . . .	9
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	18 de junio de 2024

## Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 18 de junio de 2024

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Sevann Radhak Triztan que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Inteligencia Artificial se titulará “Predicción de eventos climáticos y meteorológicos extremos utilizando inteligencia artificial” y consistirá esencialmente en la implementación de técnicas de inteligencia artificial (IA) para mejorar las predicciones de eventos climáticos y meteorológicos extremos. El trabajo tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 horas y un costo estimado de \$ XXX, con fecha de inicio el 18 de junio de 2024 y fecha de presentación pública el 17 de diciembre de 2024.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg  
Director posgrado FIUBA

Sidney da Silva Viana  
Parque Tecnológico Itaipu

Título y Nombre del director  
Director del Trabajo Final

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

El cambio climático y los eventos meteorológicos extremos presentan desafíos críticos a nivel global y local, afectando la vida, la infraestructura y la economía. En Paraguay, los eventos extremos como olas de calor, sequías y precipitaciones intensas han aumentado, destacando la necesidad urgente de mejorar la precisión y la efectividad de los pronósticos meteorológicos.

Las actuales técnicas de monitoreo y predicción no siempre resultan suficientes para emitir advertencias tempranas y precisas. Este proyecto busca utilizar la inteligencia artificial (IA) para analizar grandes volúmenes de datos meteorológicos y climáticos, tanto actuales como históricos, con el fin de mejorar la precisión de las predicciones y la toma de decisiones.

Este proyecto, propuesto por la Dirección de Meteorología e Hidrología (DINAC) y el Parque Tecnológico Itaipu (Paraguay), busca abordar los desafíos actuales en la predicción de eventos climáticos extremos mediante el uso de herramientas de IA, contribuyendo así a mitigar los impactos del cambio climático en Paraguay y la región.

Las figuras se deben mencionar en el texto ANTES de que aparezcan con una frase como la siguiente: “En la figura 1 se presenta el diagrama en bloques del sistema. Se observa que...”. La regla es que las figuras nunca pueden ir antes de ser mencionadas en el texto, porque sino el lector no entiende por qué de pronto aparece una figura.

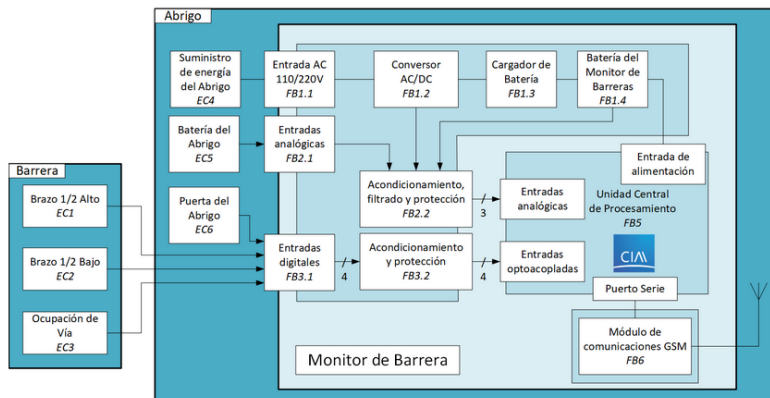


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema.

## 2. Identificación y análisis de los interesados

**Nota importante:** borrar esto y todas las consignas en color rojo antes de entregar este documento). Esto se hace eliminando el par de comandos que forman el bloque consigna, `\begin{consigna}{red}` y `\end{consigna}{red}` del código.

Es inusual que una misma persona esté en más de un rol, incluso en proyectos chicos. Si se considera que una persona cumple dos o más roles, entonces **solo dejarla en el rol más importante**.

Por ejemplo, si una persona es Cliente pero también colabora u orienta, dejarla solo como Cliente. Si una persona es el Responsable, **no debe ser colocado también como miembro del equipo**.

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante			
Cliente	Sidney da Silva Viana	Parque Tecnológico Itaipu	
Impulsor			
Responsable	Ing. Sevann Radhak Triztan	FIUBA	Alumno
Orientador	Título y Nombre del director	pertenencia	Director del Trabajo Final
Usuario final	Carlos Roberto Salinas	Dirección de Meteorología e Hidrología	Gerente de Climatología

Es deseable listar a continuación las principales características de cada interesado.

Por ejemplo:

- Orientador: la Dra. Ing. María Gómez es experta en la temática y va a ayudar con la definición de los requerimientos y el desarrollo del firmware del embebido.
- Auspiciante: es riguroso y exigente con la rendición de gastos. Tener mucho cuidado con esto.
- Equipo: Juan Perez, suele pedir licencia porque tiene un familiar con una enfermedad. Planificar considerando esto.

### 3. Propósito del proyecto

Desarrollar un sistema avanzado de predicción de eventos climáticos y meteorológicos extremos utilizando técnicas de IA. Este sistema tiene como objetivo principal mejorar la precisión y la rapidez de los pronósticos meteorológicos, facilitando una respuesta más efectiva ante los fenómenos climáticos adversos y contribuyendo a la mitigación de sus impactos en Paraguay y sus alrededores.

### 4. Alcance del proyecto

El proyecto incluye:

- Recolección y preprocesamiento de datos:
  - Obtención de datos meteorológicos históricos y actuales almacenados en la base de datos de la Dirección de Meteorología e Hidrología.
  - Limpieza, normalización y preprocesamiento de los datos para su uso en los modelos de IA.

- Investigación y desarrollo de algoritmos de IA:
  - Identificación y selección de algoritmos de IA adecuados para el análisis de datos meteorológicos.
  - Desarrollo y ajuste de modelos de IA para predicción climática a corto y largo plazo.
- Implementación de la Plataforma de predicción:
  - Diseño y desarrollo de una plataforma tecnológica que integre los modelos de IA desarrollados.
  - Implementación de interfaces de usuario para la visualización de predicciones y alertas.
- Validación y optimización de modelos:
  - Pruebas y validación de los modelos de predicción utilizando datos históricos y actuales.
  - Optimización continua de los modelos para mejorar su precisión y eficiencia.
- Gestión y monitoreo del proyecto:
  - Establecimiento de un cronograma detallado y seguimiento del progreso del proyecto.
  - Gestión de riesgos y resolución de problemas durante el desarrollo del proyecto.

El proyecto no incluye:

- Implementación de infraestructura física:
  - La construcción, instalación o conexión a estaciones meteorológicas no está incluida.
  - La actualización o mejora de la infraestructura física existente de recopilación de datos meteorológicos no forma parte del alcance del proyecto.
- Mantenimiento a Largo Plazo:
  - El mantenimiento continuo de la plataforma y los sistemas desarrollados, después de la finalización del proyecto, no está incluido.
  - No se llevará a cabo mantenimiento regular post-implementación.
- Distribución y Gestión de Alertas:
  - La implementación de sistemas de distribución masiva de alertas (como redes de telefonía o sistemas de broadcasting) no está incluida.
  - Se desarrollará una interfaz para el sistema de alerta temprana, pero la distribución a gran escala deberá ser manejada por las autoridades competentes.
- Integración con Sistemas Externos:
  - La integración completa con otros sistemas de gestión de emergencias o bases de datos externas fuera del ámbito meteorológico no se incluye.
  - El alcance del proyecto no contempla la integración directa con sistemas externos.

## 5. Supuestos del proyecto

“Para el desarrollo del presente proyecto se supone que: ...”

- Supuesto 1.
- Supuesto 2.
- ...

Por ejemplo, se podrían incluir supuestos respecto a disponibilidad de tiempo y recursos humanos y materiales, sobre la factibilidad técnica de distintos aspectos del proyecto, sobre otras cuestiones que sean necesarias para el éxito del proyecto como condiciones macroeconómicas o reglamentarias.

## 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

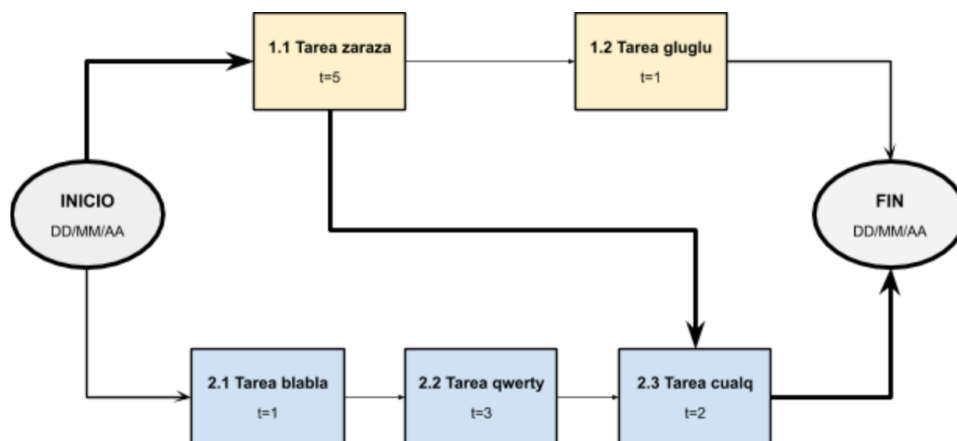


Figura 2. Diagrama de *Activity on Node*.

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.

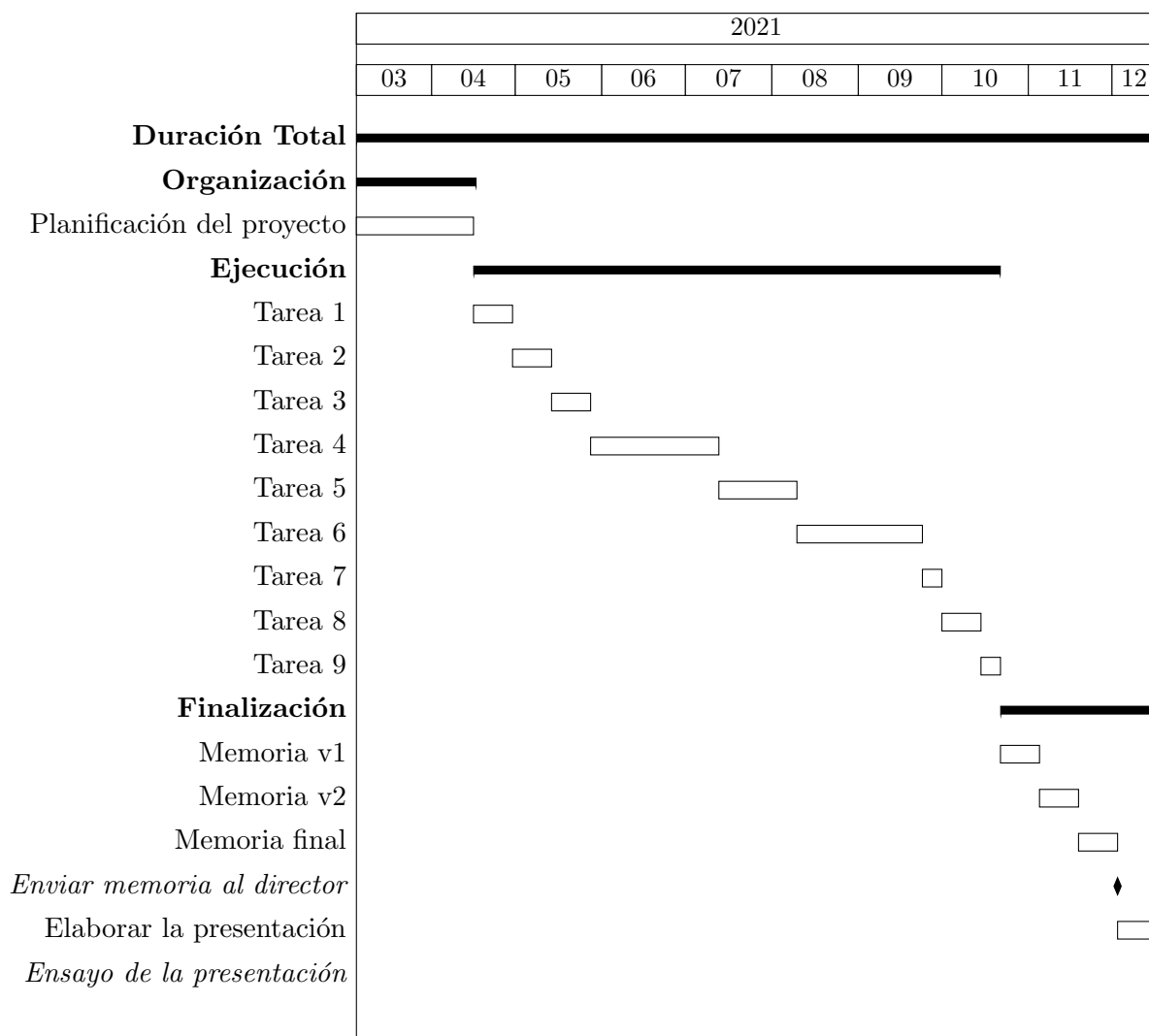


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo



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.