



Monitoreo y predicción in-situ de propiedades mecánicas en fabricación aditiva de fibra continua con materiales compuestos

Autor:

Ing. Simón A. Rodríguez Alzuru

Director:

Título y Nombre del director (pertenencia)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 24 de junio de 2025 y el 20 de agosto de 2025.*

Índice

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar	5
2. Identificación y análisis de los interesados	7
3. Propósito del proyecto	7
4. Alcance del proyecto	7
5. Supuestos del proyecto.	8
6. Requerimientos	9
7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>).	10
8. Entregables principales del proyecto	12
9. Desglose del trabajo en tareas	12
10. Diagrama de Activity On Node.	14
11. Diagrama de Gantt	14
12. Presupuesto detallado del proyecto	18
13. Gestión de riesgos	18
14. Gestión de la calidad	19
15. Procesos de cierre	20

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	24 de junio de 2025
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	08 de julio de 2025
2	Se completa hasta el punto 9 inclusive	15 de julio de 2026

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 24 de junio de 2025

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Simón A. Rodríguez Alzuru que su Trabajo Final de la Maestría en Computación de Borde se titulará “Monitoreo y predicción in-situ de propiedades mecánicas en fabricación aditiva de fibra continua con materiales compuestos” y consistirá en el monitoreo en tiempo real de las condiciones de impresión y la predicción in situ de las propiedades mecánicas de las partes fabricadas durante el proceso de impresión. El trabajo tendrá un presupuesto preliminar estimado de 663 horas, con fecha de inicio el 24 de junio de 2025 y fecha de presentación pública el **xx de mayo** de 2026.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

M.Sc. Jan Seiffert
Decanato Materiales Compuestos (TUM)

Título y Nombre del director
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

El proyecto se realiza para el Decanato de materiales compuestos de la escuela de ingeniería y diseño de la Universidad Técnica de Múnich en Alemania, el cual investiga el desarrollo de nuevos métodos y conceptos para la fabricación aditiva continua reforzada por fibra. Uno de los métodos investigados es el proceso de fabricación con filamento fundido (FFF), también conocido como modelado por deposición fundida. Este proceso es ideal para producir prototipos funcionales ligeros y permite, por ejemplo, la integración de sensores o de refuerzos orientados a una carga al utilizar fibras reforzantes.

Integrar adecuadamente estas fibras y sensores es esencial para la producción de componentes estructurales. Por lo tanto, es crucial tener un proceso de monitoreo automatizado durante la producción de dichos componentes para validar su calidad y generar un gemelo digital que pueda ser utilizado para predecir las propiedades mecánicas de las partes impresas.

Actualmente se utilizan métodos de elementos finitos para el análisis y predicción de propiedades mecánicas de las partes impresas; una actividad que requiere gran poder de cómputo, consume mucho tiempo y, por lo tanto, no se realiza en tiempo real. Este proyecto busca una alternativa para predecir las propiedades mecánicas de las partes impresas desde el primer instante del proceso de impresión. Se implementa, además, una interfaz para la visualización y monitoreo continuos del proceso, que incluye las desviaciones de la fibra y los resultados de predicción de sus propiedades.

En la figura 1 se muestra el estado actual del sistema y el proceso que se desarrolló en un trabajo previo dentro del decanato y sobre el cual se basa el presente proyecto. Se puede observar que se cuenta con una impresora 3D multiherramienta con capacidad de visión por computadora a través de una cámara y una Raspberry Pi. La herramienta de visión captura imágenes automáticamente de la deposición de la fibra, de donde puede obtenerse información sobre la posición de la fibra y sus defectos. Una computadora conectada a la impresora y a la herramienta de visión controla el proceso de captura de imágenes y las almacena localmente.

El sistema almacena las imágenes capturadas para su análisis posterior y no posee capacidades para realizar un análisis en tiempo real de éstas ni analiza las propiedades mecánicas de las partes impresas. El sistema tampoco incluye el monitoreo en tiempo real del proceso de impresión y el acceso al panel de control se realiza únicamente de forma local. Por último, no existen automatizaciones para el proceso de impresión.

Para mejorar el proceso y solucionar estas brechas, se propone analizar dos métodos de inteligencia artificial diferentes para predecir propiedades mecánicas (p.ej. rigidez, resistencia, coeficiente de Poisson) en base a imágenes. Estos modelos deben entrenarse con las imágenes disponibles, parámetros de impresión, resultados experimentales y datos de simulación. Posteriormente, los resultados se evalúan con datos de prueba nuevos y se comparan con resultados experimentales y predicciones por simulación, para finalmente elegir el mejor método a implementar.

Adicionalmente, para mejorar las capacidades de control y monitoreo del proceso de impresión se propone implementar la visualización en tiempo real del proceso en un *dashboard* que incluya la predicción de las propiedades mecánicas por IA. Por último, para facilitar el acceso al panel, se propone agregar al sistema el envío de telemetría durante el proceso de impresión.

En la figura 2 se observa el nuevo proceso propuesto que incluye la predicción de las propiedades mecánicas, el monitoreo en tiempo real del proceso de impresión y la transmisión de telemetría para su consumo remoto.

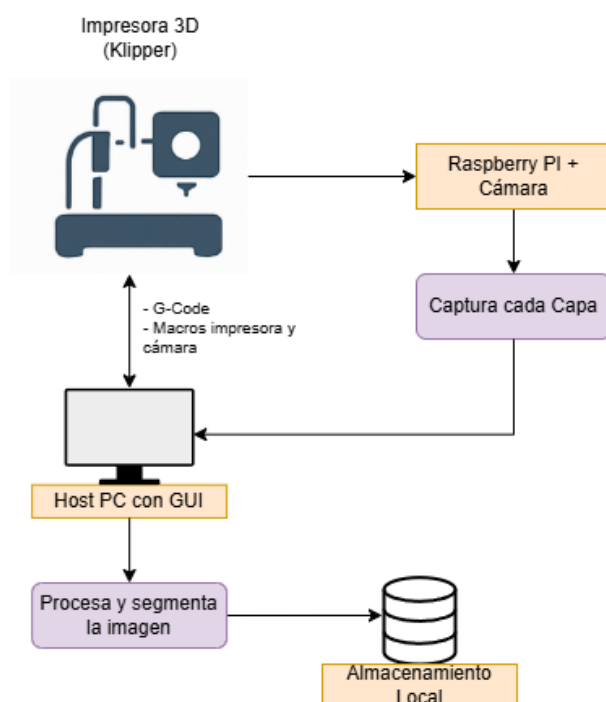


Figura 1. Diagrama del proceso actual.

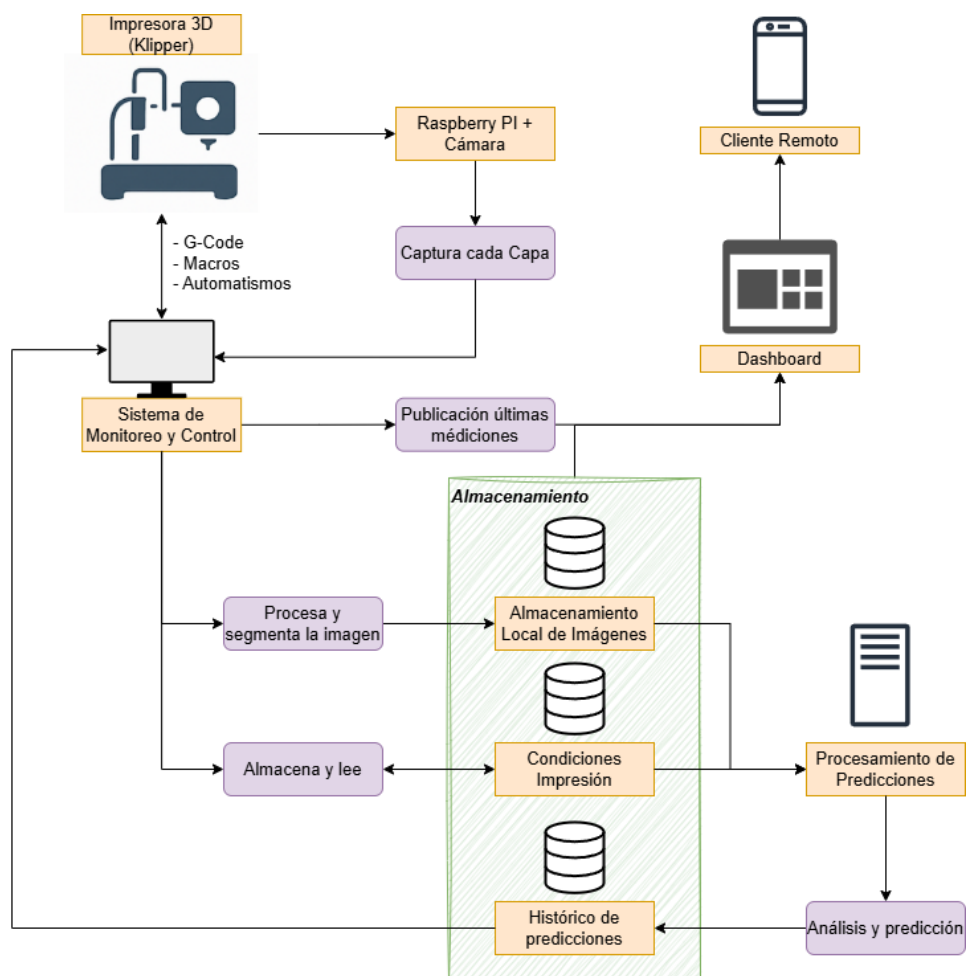


Figura 2. Propuesta del proyecto.

Se propone segmentar los datos en distintos medios de almacenamiento (imágenes, propiedades de impresión, predicciones, etc.) para facilitar su administración y acceso. Se puede observar además que el *dashboard* para acceso remoto consumirá datos tanto de las bases de datos (por ejemplo, históricos), como también directamente del sistema de monitoreo y control a través de la transmisión de los últimos datos de telemetría.

Este trabajo se realiza en las instalaciones de la Universidad Técnica de Múnich en el área de laboratorio dispuesta por el decanato para la impresión de partes por el método de fabricación con filamento fundido, así como dentro de la red científica interna de Múnich (MWN, o *Münchener Wissenschafts Netz*).

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	M.Sc. Jan Seiffert	Decanato Materiales Compuestos (TUM)	Líder IA y Digitalización
Responsable	Ing. Simón A. Rodríguez Alzuru	FIUBA	Alumno
Orientador	Título y Nombre del director	pertenencia	Director del Trabajo Final
Usuario final	Estudiantes y Personal	TUM	-

- Orientador: pendiente a definir.
- Cliente: M.Sc. Jan Seiffert es el líder del tema inteligencia artificial y digitalización del decanato de materiales compuestos en la TUM e investigador/doctorando. Se encarga de liderar y desarrollar investigaciones en esta área. Conoce muy bien los temas de materiales compuestos y mecánica aeroespacial, pero su conocimiento en IoT no es profundo. Apoya el proyecto con conocimiento técnico y soporte a la investigación, además de acceso a los recursos de la universidad.
- Usuario final: si bien los usuarios finales actuales son estudiantes y personal que hace vida en el decanato de materiales compuestos, se puede expandir a usuarios finales dentro de la industria.

3. Propósito del proyecto

El objetivo de este trabajo es utilizar métodos de inteligencia artificial para predecir in-situ, y durante el proceso de impresión, propiedades mecánicas de partes impresas por fabricación aditiva reforzada con fibra. Así como el monitoreo en tiempo real de forma local y a distancia del proceso de impresión.

4. Alcance del proyecto

El proyecto incluye:

- Análisis de los datos disponibles, procesos y códigos.

- Selección de un método de inteligencia artificial para predecir las propiedades mecánicas de partes hechas por fabricación aditiva reforzada con fibra.
 - Preselección de métodos diferentes para la predicción de las propiedades mecánicas.
 - Preparación de los *datasets* para el entrenamiento de los modelos con apoyo del cliente.
 - Entrenamiento de los modelos preseleccionados con datos disponibles: imágenes segmentadas, parámetros de impresión, resultados experimentales, datos de simulación.
 - Evaluación de los modelos de inteligencia artificial con resultados de pruebas experimentales y predicciones por simulación.
 - Selección del mejor método de inteligencia artificial.
- Predicción de propiedades mecánicas durante el proceso de impresión en base a imágenes capturadas y datos de impresión.
- Mejora de la interfaz de usuario existente para mostrar los datos de la predicción en tiempo real.
- Transmisión en tiempo real de datos de telemetría del proceso de impresión.
- Acceso remoto a datos de telemetría en tiempo real y datos históricos.
- Reestructuración de la arquitectura del sistema para almacenar datos históricos y permitir procesos de automatización y monitoreo avanzados.
- Reestructuración del proceso y flujo de datos.
- Propuesta de automatización en base a datos del proceso de impresión.

El presente proyecto no incluye la preparación y configuración del equipo de impresión ni de la herramienta de captura de imágenes. En caso de ser necesaria la captura de más datos o imágenes, el cliente se encargará de obtener todos los datos necesarios para el entrenamiento y validación de los modelos, incluyendo resultados de pruebas o simulaciones.

Por último, pueden existir modificaciones al alcance del proyecto debido a nuevos descubrimientos durante la ejecución del trabajo, en cuyo caso, serán analizadas individualmente, estimado su impacto, y se tomará una decisión al respecto con el acuerdo de todas las partes interesadas.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del proyecto se supone lo siguiente:

- Se dispone del acceso a las instalaciones donde se encuentra el sistema (impresora, herramienta de visión, PC, código, etc.).
- Se cuenta con acceso a todos los datos necesarios para el entrenamiento y evaluación de los modelos de inteligencia artificial, y en caso de faltar o requerir más datos, el cliente dispondrá de los mismos.
- Se tiene acceso a equipos para el entrenamiento y validación de los modelos. El equipo para la inferencia/predicción de las propiedades mecánicas también se encuentra disponible o puede conseguirse antes de finalizar el proyecto.

- El cliente dará apoyo y supervisión in-situ durante el proyecto.
- El proyecto se realiza a tiempo parcial de forma híbrida (combinación in-situ y remoto).

6. Requerimientos

1. Requerimientos funcionales:

- 1.1. El sistema debe poder predecir las propiedades mecánicas de una parte impresa durante el proceso de impresión.
- 1.2. El sistema debe poder procesar la información de cada una de las capas de impresión (imágenes, segmentación, propiedades y condiciones de impresión) para realizar la predicción de las propiedades mecánicas de la pieza.
- 1.3. El usuario no debe realizar ninguna operación especial para obtener los resultados de las predicciones de la pieza que se está imprimiendo.
- 1.4. El sistema debe almacenar los resultados históricos de predicción para que el usuario pueda visualizarlos cuando lo desee.
- 1.5. El sistema debe integrarse a la interfaz local existente y al proceso del sistema actual sin realizar cambios fundamentales al proceso de impresión (de ser posible).
- 1.6. El usuario debe poder acceder remotamente a los resultados en directo, vía alguna interfaz simplificada.
- 1.7. El usuario debe poder acceder remotamente a los resultados históricos.

2. Requerimientos de la interfaz:

- 2.1. La interfaz debe presentar los resultados de predicción capa a capa y actualizarse a medida que se obtengan nuevas predicciones de la capa siguiente.
- 2.2. La interfaz debe permitir al usuario revisar las predicciones capa a capa de una pieza en particular, desde la primera predicción hasta la predicción final.
- 2.3. La interfaz debe permitir remota debe tener una forma de acceder a la interfaz de control remoto de la impresora.
- 2.4. La interfaz debe permitir el acceso a la interfaz de control de la cámara y el sistema de segmentación de imágenes.
- 2.5. *Opcional* - La interfaz que informa sobre los resultados de predicción debe integrarse a la interfaz existente de control del sistema de impresión.

3. Requerimientos de documentación:

- 3.1. Se requiere un documento que explique el funcionamiento del modelo de predicción por IA.
- 3.2. Se requiere un documento que explique el funcionamiento de la interfaz.
- 3.3. Se requieren diagramas de alto nivel del sistema propuesto, el flujo de datos, y las interacciones entre los componentes.

4. Requerimientos de diseño:

- 4.1. Se debe diferenciar el almacenamiento de los datos por tipo, categoría y uso. Para esto se deben definir las opciones de almacenamiento adecuadas considerando las restricciones del proyecto en cuanto al manejo de datos.

- 4.2. Se deben estudiar los protocolos de comunicación actuales entre los distintos componentes y determinar si un cambio es necesario. En cuyo caso, considerar implementar un protocolo de comunicación entre el sistema de impresión y la computadora local que cubra las necesidades de transferencia de datos para el modelo de predicción.
- 4.3. Se debe desarrollar e implementar un concepto para el proceso y flujo de datos para el procesamiento de imágenes de entrada para el modelo de predicción.
- 4.4. Se debe desarrollar e implementar un concepto para el proceso y flujo de datos para el sistema de predicción.
- 4.5. Se debe implementar un sistema de publicación de predicciones para que las interfaces puedan acceder a la información.
- 4.6. *Opcional* - El sistema permite la administración de *pipelines* de entrenamiento, validación y despliegue de modelos de IA para el desarrollo y mejora continua del sistema.

7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

El cálculo de *story points* se realiza considerando tres niveles (1, 3, 5) en base a la cantidad de trabajo a realizar (dificultad), la complejidad de la tarea y los riesgos existentes. La suma de los puntos redondeada al número de la serie de Fibonacci más cercano (3, 5, 8, 13) entre las tres categorías será el total de *story points* para esa historia. En caso de que haya equidistancia entre dos números, se tomará el menor.

Puntaje	Dificultad	Complejidad	Riesgo
1	No requiere mucha preparación	Sistema es simple o con pocas interacciones con otros sistemas.	Bajo
3	Se requiere algo de preparación y/o experimentación.	El sistema es parcialmente complejo o existen varias interfaces/interacciones.	Medio
5	Requiere mucha investigación y/o experimentación.	El sistema es complejo o existen muchas interfaces/interacciones.	Alto

A continuación se detallan las épicas del proyecto y las historias de usuario relacionadas. La numeración de la lista sirve de referencia para identificar las historias de usuario.

1. Épica 1 - Preparación de Datos

- 1.1. Como desarrollador del modelo de IA quiero obtener los datos para entrenar y validar el modelo.
- 1.2. Como desarrollador del modelo de IA quiero procesar los datos para que sean válidos y poder usarlos.
- 1.3. Como desarrollador del modelo de IA quiero preparar los datos para que puedan utilizarse en el entrenamiento y validación del modelo.

2. Épica 2 - Modelo de Inteligencia Artificial

- 2.1. Como desarrollador del modelo de IA quiero conocer las opciones de modelos disponibles para el caso de uso y tener una preselección.

- 2.2. Como desarrollador del modelo de IA quiero entrenar los modelos de IA preseleccionados para predecir propiedades mecánicas de una pieza impresa en base a los datos obtenidos capa a capa.
- 2.3. Como desarrollador del modelo de IA quiero validar los modelos de IA entrenados para determinar el mejor modelo.
- 2.4. Como usuario del sistema quiero tener acceso a un modelo de IA que prediga las propiedades mecánicas de partes impresas.
3. **Épica 3** - Dashboard y Visualización
 - 3.1. Como usuario quiero tener acceso remoto a la información de impresión y a las predicciones para no tener que estar físicamente frente a la computadora local.
 - 3.2. Como usuario quiero poder ver el resultado de las predicciones capa a capa en el *dashboard*.
 - 3.3. *Optional* - Como usuario quiero poder controlar remotamente la impresión de una pieza en base a los resultados de la predicción.
 - 3.4. *Optional* - Como usuario quiero obtener sugerencias en relación a los resultados de predicción de las propiedades mecánicas de la parte en impresión.
4. **Épica 4** - Arquitectura del Sistema
 - 4.1. Como administrador del sistema quiero tener los datos segregados por tipo, categoría y uso.
 - 4.2. Como administrador del sistema quiero tener una clara definición y separación del sistema de control de la impresión y del sistema relacionado al modelo de IA.
5. **Épica 5** - Documentación
 - 5.1. Como usuario quiero tener la documentación del sistema para entenderlo y continuar su desarrollo.
 - 5.2. Como responsable del proyecto quiero tener una planificación adecuada para la ejecución del proyecto.
 - 5.3. Como responsable del proyecto quiero tener la memoria del proyecto para presentarla a partes interesadas.
6. **Épica 6** - [Opcional] *Pipeline* de entrenamiento, validación y despliegue del modelo de IA
 - 6.1. Como desarrollador de modelos de IA quiero un *pipeline* para administrar múltiples modelos de IA.
 - 6.2. Como desarrollador de modelos de IA quiero un *pipeline* para administrar los *inputs* de entrenamiento.
 - 6.3. Como desarrollador de modelos de IA quiero un *pipeline* para administrar el entrenamiento de diferentes modelos de IA.
 - 6.4. Como desarrollador de modelos de IA quiero un *pipeline* para validar múltiples modelos de IA entrenados bajo características similares.
 - 6.5. Como desarrollador de modelos de IA quiero un *pipeline* desplegar un modelo de IA al sistema productivo.

El puntaje de cada historia se encuentra en la siguiente tabla:

Historia	Dificultad	Complejidad	Riesgo	Total	Story Points
1.1	1	1	3	5	5
1.2	3	1	1	5	5
1.3	3	3	2	8	8
2.1	5	3	1	9	8
2.2	5	3	3	11	13
2.3	3	3	5	11	13
2.4	3	3	3	9	8
3.1	3	5	1	9	8
3.2	1	3	1	5	5
3.3	3	3	1	7	8
3.4	3	3	3	9	8
4.1	3	3	1	7	8
4.2	1	3	1	5	5
5.1	5	3	1	9	8
5.2	5	3	3	11	13
5.3	5	3	3	11	13
6.1	3	5	3	11	13
6.2	3	1	1	5	5
6.3	3	1	3	7	8
6.4	3	3	3	9	8
6.5	3	1	5	9	8

8. Entregables principales del proyecto

- Documentación de los modelos de predicción seleccionados, resultados y conclusiones.
- Diagrama de alto nivel del sistema, flujo de datos, e interacciones.
- Sistema de predicción implementado e integrado en el flujo de trabajo de impresión.
- Memoria del trabajo final.
- *Opcional - Pipeline* de operaciones de aprendizaje automático para administrar el entrenamiento, validación y despliegue de modelos de predicción.

9. Desglose del trabajo en tareas

1. Planificación y definición del proyecto (28 h)
 - 1.1. Desarrollo del plan de proyecto (28 h)
2. Investigación Previa (45 h)
 - 2.1. Análisis de documentación y proyectos previos (15 h)
 - 2.2. Investigación de modelos de IA y sus requerimientos (20 h)
 - 2.3. Investigación de *frameworks* para el *dashboard* y compatibilidad con interfaces existentes (10 h)
3. Diseño del proyecto (65 h)

- 3.1. Diseño del *pipeline* de extracción, transformación y carga de datos de entrenamiento (5 h)
- 3.2. Diseño del *pipeline* de extracción, transformación y carga de datos para la predicción (5 h)
- 3.3. Diseño de la arquitectura de modelos de IA para la predicción de propiedades mecánicas de partes impresas (20 h)
- 3.4. Selección y diseño de las bases de datos y sistemas de almacenamiento de datos (20 h)
- 3.5. Diseño de la arquitectura e interfaz remota para la visualización de datos (15 h)
4. Preparación de datos de entrenamiento y validación (22 h)
 - 4.1. Obtención de imágenes originales y procesadas para entrenamiento (4 h)
 - 4.2. Obtención de datos de impresión para entrenamiento (4 h)
 - 4.3. Obtención de resultados de simulación y ensayos para validación (4 h)
 - 4.4. Implementación de proceso de segmentación de datos (10 h)
5. Desarrollo de modelos de IA (40 h)
 - 5.1. Programación de los modelos de IA preseleccionados (40 h)
 - 5.2. Optimización del código (10 h)
6. Entrenamiento, pruebas y selección de modelo (105 h)
 - 6.1. Entrenamiento de los distintos modelos de predicción (45 h)
 - 6.2. Evaluación del desempeño de los distintos modelos (25 h)
 - 6.3. Optimización de los modelos de predicción (30 h)
 - 6.4. Selección del modelo de predicción (5 h)
7. Implementación del sistema de predicción de propiedades mecánicas de partes impresas (40 h)
 - 7.1. Desarrollo de interfaz para el consumo de datos de entrada para la predicción (10 h)
 - 7.2. Configuración del sistema de predicción (20 h)
 - 7.3. Desarrollo de interfaz para publicación de resultados de predicción (10 h)
8. Desarrollo de *Dashboard* (100 h)
 - 8.1. Desarrollo del front-end del *dashboard* remoto (40 h)
 - 8.2. Desarrollo del back-end del *dashboard* remoto (40 h)
 - 8.3. Incorporación de otras interfaces de usuario en el **dashboard** remoto (20 h) (opcional)
9. Desarrollo de bases de datos e infraestructura (95 h)
 - 9.1. Desarrollo de interfaz para el envío de datos desde el sistema de impresión (20 h)
 - 9.2. Desarrollo de interfaz para el procesamiento de imágenes para el sistema de visión (30 h)
 - 9.3. Configuración de la base de datos para almacenar imágenes del sistema de visión (10 h)
 - 9.4. Configuración de la base de datos para los datos de impresión (10 h)

- 9.5. Configuración de la base de datos para los resultados de predicción (10 h)
- 9.6. Desarrollo de interfaz para el acceso a los datos almacenados (15 h)
- 10. Documentación (93 h)
 - 10.1. Elaboración de memoria de proyecto (primera parte) (48 h)
 - 10.2. Elaboración de memoria de proyecto (segunda parte) (35 h)
 - 10.3. Elaboración de documento final para cliente (10 h)
- 11. Tareas de Cierre (30 h)
 - 11.1. Informe de avance (8 h)
 - 11.2. Presentación al cliente (10 h)
 - 11.3. Presentación final (12 h)

Cantidad total de horas: 663.

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

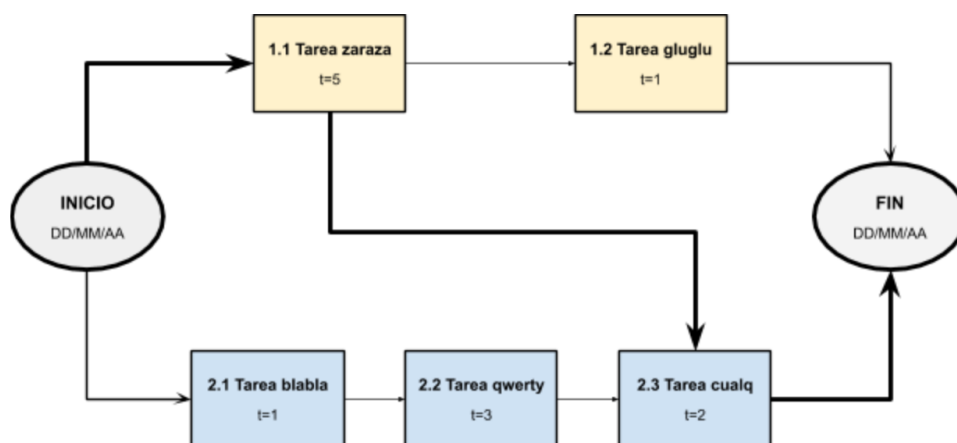


Figura 3. Diagrama de *Activity on Node*.

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 4, 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.

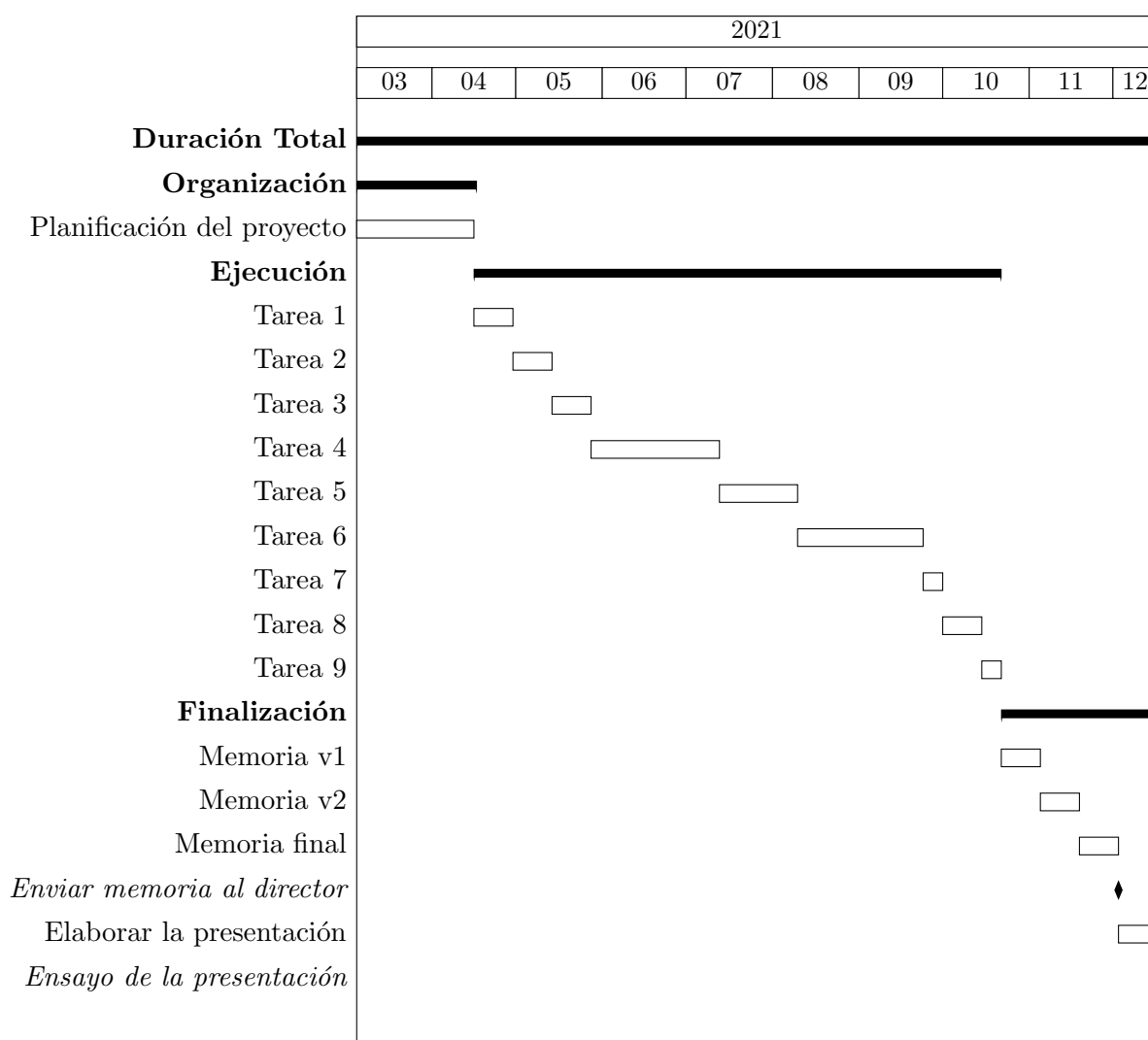


Figura 4. Diagrama de gantt de ejemplo

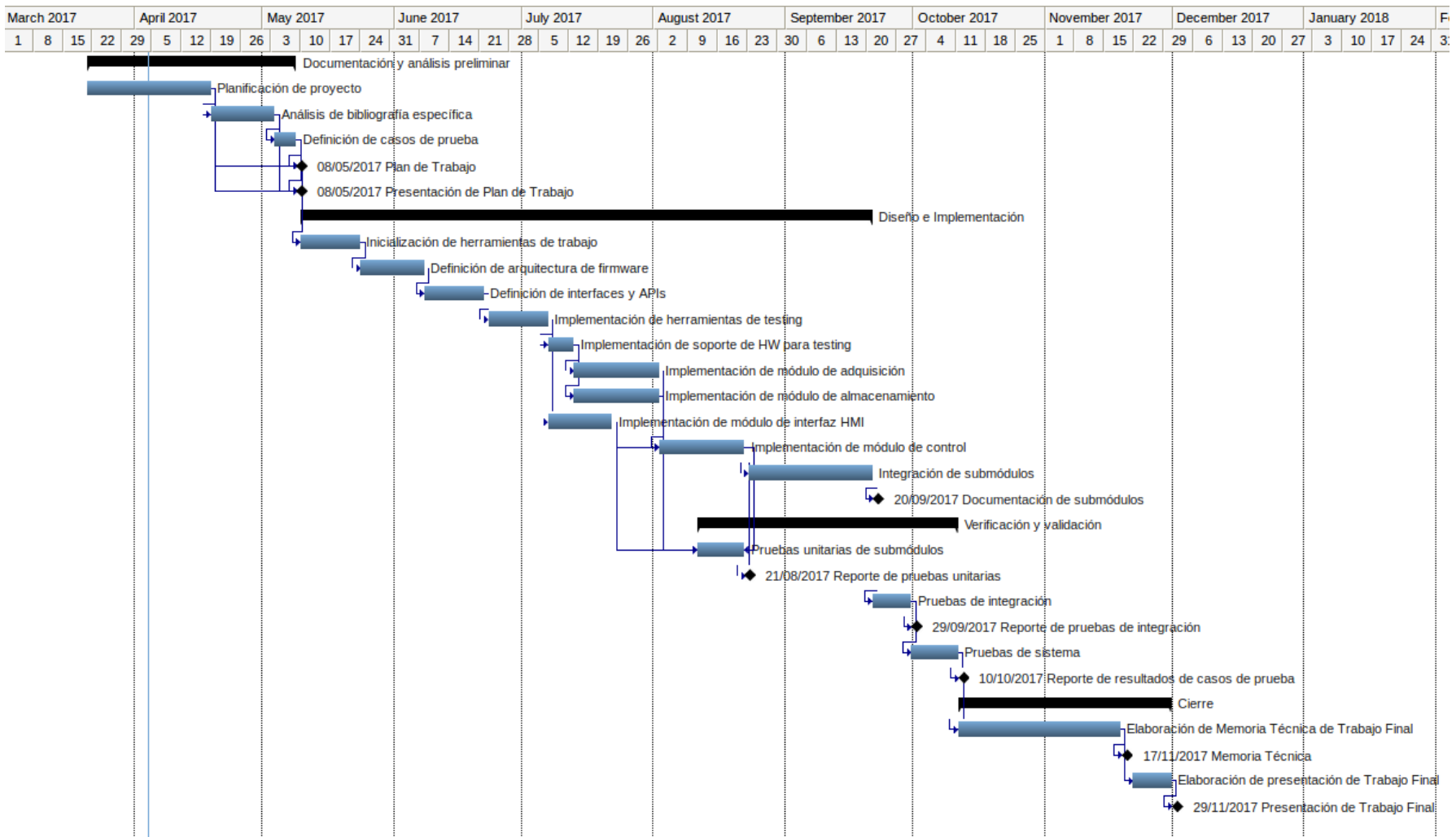


Figura 5. Ejemplo de diagrama de Gantt (apaisado).

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...

- Ocurrecia (O): Y.
Justificación...

Riesgo 3:

- Severidad (S): X.
Justificación...
- Ocurrecia (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.