



Universidad Politécnica  
de Madrid

**Escuela Técnica Superior de  
Ingenieros Informáticos**



Grado en Ingeniería Informática

Trabajo Fin de Grado

**Aplicación de Reconocimiento de  
Imágenes para Monitorización de Carga  
No Intrusiva**

Autor: Hernán Calvo Aguiar  
Tutor(a): Esteban García Cuesta

Madrid, Junio 2023

Este Trabajo Fin de Grado se ha depositado en la ETSI Informáticos de la Universidad Politécnica de Madrid para su defensa.

*Trabajo Fin de Grado*  
*Grado en Ingeniería Informática*

*Título:* Aplicación de Reconocimiento de Imágenes para Monitorización  
de Carga No Intrusiva

Junio 2023

*Autor:* Hernán Calvo Aguiar

*Tutor:* Esteban García Cuesta

Departamento de Inteligencia Artificial (DIA)

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos

Universidad Politécnica de Madrid

# Resumen

Aquí va el resumen del trabajo. Extensión máxima 2 páginas.



# Abstract

Abstract of the Final Degree Project. Maximum length: 2 pages.



# Tabla de contenidos

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Algunas notas sobre el uso de $\LaTeX$	3
1.1.1. Compilación	3
1.1.2. Estructura en capítulos, secciones y párrafos	3
1.1.3. Listas y enumeraciones	4
1.1.4. Tablas	4
1.1.5. Referencias	4
1.1.6. Tipografía y entrecomillado	5
1.1.7. Alineado	5
1.1.8. Figuras	5
1.2. Matemáticas	6
1.2.1. Espaciados verticales	6
1.2.2. Citas bibliográficas	6
1.2.3. Ejemplo de “por hacer” ( <i>todonotes</i> )	6
1.2.4. Ejemplo de inclusión de código fuente	6
1.2.5. Lorem Ipsum	7
<b>2. Desarrollo</b>	<b>9</b>
2.1. Apartado 1 de capítulo 2	9
2.1.1. Sección 1 de apartado 1 de capítulo 2	9
2.1.2. Sección 2 de apartado 1 de capítulo 2	10
2.2. Apartado 2 de capítulo 2	10
2.3. Apartado 3 de capítulo 2	10
<b>3. Análisis de impacto</b>	<b>11</b>
<b>4. Conclusiones y trabajo futuro</b>	<b>13</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>15</b>
<b>Anexos</b>	<b>19</b>
<b>A. Primer anexo</b>	<b>19</b>





# Capítulo 1

## Introducción

El capítulo de introducción debe servir para que los profesores que evalúan el trabajo puedan comprender el contexto en el que se realiza el mismo, y los objetivos que se plantean.

Esta plantilla muestra la estructura básica de la memoria final de un trabajo fin de grado (TFG), así como algunas instrucciones de formato. En el caso de una tesis de master el tutor del mismo deberá ofrecerte indicaciones más precisas.

El esquema básico de una memoria final de TFG es el siguiente:

- Resumen en español e inglés (máximo 2 páginas cada uno)
- Tabla de contenidos
- Introducción (con los objetivos del TFG)
- Estado del arte y/o preliminares
- Desarrollo (normalmente varios capítulos, ej. Análisis, Diseño e Implementación)
- Análisis de impacto (puede formar parte de las conclusiones)
- Resultados, conclusiones y trabajo futuro
- Bibliografía (publicaciones utilizadas en el estudio y desarrollo del trabajo)
- Anexos (opcional)

En cualquier caso, es el tutor del trabajo quien indicará a su estudiante la estructura de memoria final que mejor se ajuste al trabajo desarrollado.

Con respecto al formato, se seguirán las siguientes pautas, que se muestran en esta plantilla:

- *Formato*: un único fichero PDF (recomendable que su tamaño no supere los 20 Megas, no pudiendo ser superior a 50 Megas), y opcionalmente un fichero comprimido para presentar código, ficheros de multimedia, etc. (de tamaño inferior a 10 Megas)

## Capítulo 1. Introducción

---

- *Tamaño de papel*: DIN A4 a doble cara
- *Portada*: tal y como se recoge en las plantillas.
- *Tipo de letra para texto*. Preferiblemente “Bookman Old Style” 11 puntos o equivalente, en negro.
- *Tipo de letra para código fuente*: “Consolas” o “Roboto mono”.
- *Márgenes*: superior e inferior 3,5 cm, izquierdo y derecho 3,0 cm.
- *Superficie del texto*: 22,5 cm de alto (aproximadamente 40 líneas) y 15 cm de ancho.
- *Cabecera y pies*: fuera de la superficie del texto.
- *Secciones y subsecciones*: reseñadas con numeración decimal a continuación del número del capítulo. Ej.: subsecciones 2.3.1.
- *Números de página*: siempre centrado en margen inferior, página 1 comienza en capítulo 1, todas las secciones anteriores al capítulo 1 en número romano en minúscula (i, ii, iii. . .).
- *Bibliografía*: según recomendaciones de la IEEE (ver enlace). En principio la plantilla sigue dichas recomendaciones si metes tu bibliografía en formato bib.

Para elaborar la memoria final del trabajo con esta plantilla, seguir los siguientes pasos:

1. Descargar e instalar una distribución de  $\text{\LaTeX}$ . Por ejemplo:
  - MiKTeX: <https://miktex.org/>
  - TeX Live: <https://www.tug.org/texlive/>
2. Descargar e instalar un editor de  $\text{\LaTeX}$ , por ejemplo Texmaker: <https://www.xmlmath.net/texmaker/>, TeXstudio: <https://www.texstudio.org/>, o Emacs: <https://www.gnu.org/software/auctex/>.
3. Cambiar el nombre del **documento principal** `\tfg_etsiinf_plantilla.tex` para que incluya el nombre del alumno (ej. `tfg_etsiinf_LuisAmigo.tex`).
4. Modifica los datos de tu trabajo en `datos_tfg.tex`.
5. Observa el fichero documento principal y cómo se van incluyendo los contenidos de la memoria a partir de los ficheros en el directorio `secciones`.
6. Por supuesto puedes modificar la estructura de secciones propuestas para adecuarla al tipo de trabajo que realices (no olvides modificar y reordenar los `\inputs` en el documento principal).
7. Si no sabes LaTeX te recomendamos explorar el contenido de los ficheros para aprender un uso básico y algunas buenas prácticas.

8. A veces es bastante común tener que compilar varias veces el fichero para que LaTeX calcule las referencias correctamente.
9. Si usas bibliografía, tendrás que meter entradas con formato bibtex en el fichero `secciones/biblio.bib` y usar el programa `bibtex` para generar la bibliografía recompilando el fichero de nuevo.

### 1.1. Algunas notas sobre el uso de $\LaTeX$

Si es la primera vez que te enfrentas a  $\LaTeX$  quizás ya te hayas percatado que se parece “mucho” a un lenguaje de programación: escribes texto plano para describir el documento y luego compilas para generar el PDF.

Lo que puedes escribir en los ficheros  $\LaTeX$  (ficheros `*.tex`) deberá seguir una sintaxis muy concreta y algunas buenas prácticas. Las siguientes secciones entran en algunos detalles interesantes.

#### 1.1.1. Compilación

Cuando ejecutas el *compilador* (ej. `pdflatex`) se genera un PDF pero a veces las numeraciones (números de página, referencias a secciones o a la bibliografía) no terminan de ser correctas y **es necesario compilar dos veces seguidas** e incluso intercalar las compilaciones con la generación de la bibliografía (por ejemplo con el mandato `bibtex`). En muchas ocasiones te verás ejecutando los siguientes mandatos:

```
$ pdflatex tfg_etsiinf_LuisAmigo
$ bibtex tfg_etsiinf_LuisAmigo
$ pdflatex tfg_etsiinf_LuisAmigo
$ pdflatex tfg_etsiinf_LuisAmigo
```

Si usas un IDE, éste suele hacer dicho trabajo por ti.

#### 1.1.2. Estructura en capítulos, secciones y párrafos

Para estructurar tu documento basta con que incluyas marcas de dónde empiezan los capítulos y secciones. Así<sup>1</sup>:

```
\chapter{Título del capítulo}
\section{Título de la sección}
```

Es importante observar que **los párrafos están indicados con dos cambios de línea**: hasta que  $\LaTeX$  no encuentra dos cambios de línea no cambia de párrafo, es decir para  $\LaTeX$  es lo mismo un único cambio de línea que un espacio.

Si colocas tu memoria bajo control de versiones, algo altamente recomendado, te aconsejamos **que las líneas en el fichero `.tex` no sean muy largas** para así poder ver los cambios en cada *commit* del sistema de control de versiones.

---

<sup>1</sup>Como ya habrás podido observar en este mismo ejemplo.

## Capítulo 1. Introducción

---

También tienes otros *comandos* como `\subsection`, `\subsubsection` y finalmente `\paragraph`.

### 1.1.3. Listas y enumeraciones

Como has podido ver es fácil hacer enumeraciones o listas de “cosas” usando los entornos `itemize` y `enumerate` (ver más arriba en este mismo capítulo).

Puedes usar listas no numeradas:

- Cosa uno
- Cosa dos
- Cosa tres
- Cosa cuatro

O listas numeradas:

1. Cosa uno
2. Cosa dos
3. Cosa tres
4. Cosa cuatro

### 1.1.4. Tablas

El principal entorno para hacer tablas es `tabular`. Veamos un ejemplo:

Alimento	Categoría	Kcal/100gr	Descripción
Manzana	Fruta	52	Es el fruto comestible de la especie <i>Malus domestica</i> , el manzano común. Es una fruta pomácea de forma redonda y sabor muy dulce, dependiendo de la variedad.
Repollo	Verdura	19	Es una planta comestible de la familia de las <i>Brasicáceas</i> , y una herbácea bienal, cultivada como anual, cuyas hojas lisas forman un característico cogollo compacto.

Si quieres que una tabla ocupe **más de una página** tienes que usar el entorno `longtable`. Tendrás que leer su documentación.

### 1.1.5. Referencias

Para poder generar *etiquetas* y *referencias* puedes **y debes** usar los *comandos* `\label` y `\ref` como puedes ver en el capítulo 1 o en la sección 1.1. ¡No olvides

compilar dos veces para que  $\text{\LaTeX}$  regenere la numeración!.

### 1.1.6. Tipografía y entrecomillado

Puedes cambiar ciertas características del tipo de letra: texto en “roman font”, **texto en negrita**, *texto enfatizad*, *texto en itálica*, texto en teletype, `TEXTO` EN SMALL CAPS. Por supuesto puedes combinar: ***texto itálica en negrita***

El entrecomillado en  $\text{\LaTeX}$  se realiza con estas “comillas”. Sin embargo, se ha incluido el paquete `csquotes` que permite introducir entrecomillados sensibles al lenguaje y al contexto: «texto entrecomillado».

### 1.1.7. Alineado

El alineado de todo en  $\text{\LaTeX}$  es por defecto a la izquierda.

Puedes centrar casi cualquier cosa con el entorno `center`

Y puedes alinear a la derecha con `\hfill`

### 1.1.8. Figuras

Puedes poner cualquier cosa dentro de una figura. Por ejemplo la figura 1.1.  $\text{\LaTeX}$  siempre intenta colocar las figuras en el “mejor” sitio aunque tú le puedes orientar si la quieres *here*, *top* o *bottom* con `[h]`, `[t]` o `[b]`.



Figura 1.1: El escudo de la ETSIINF

Una vez que has incluido una figura la puedes referenciar tantas veces como quieras: ver figura 1.1.

Si simplemente quieres incluir un gráfico que fluya con el texto puedes hacerlo cuando quieras como por ejemplo ahora mismo:



### 1.2. Matemáticas

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X está muy preparado para escribir fórmulas matemáticas con variables como  $x$  en expresiones como esta en línea:  $\int_a^b x^2 dx$  o en un párrafo centrado a parte:

$$\oint_V f(s) ds$$

#### 1.2.1. Espaciados verticales

Trata siempre de evitar los comando `\vspace`, `\newpage`, `\clearpage`, `\\`, etc. Casi siempre hay alternativas para hacer lo que quieres sin *chapucear*.

#### 1.2.2. Citas bibliográficas

Las citas bibliográficas se incluyen de esta forma: puede encontrar las recomendaciones para realizar el trabajo en [1]. Para añadir nuevas citas deberás poner las entradas en el fichero `*.bib` siguiendo el formato *bibtex* [2] y luego puedes referenciarla.

Esta es la cita bibliográfica de un libro [3].

#### 1.2.3. Ejemplo de “por hacer” (*todonotes*)

Por supuesto puedes poner “**TODOS**”:

O como este “inline”

#### 1.2.4. Ejemplo de inclusión de código fuente

A continuación se muestra un listado de código usando el paquete `listings`. En él se puede ver la función `main()` de un programa en C que hace un *hello world*.

```
#include <stdio.h>
// A simple Hello World
int main(){
    printf("Hello World!\n");
    return 0;
}
```

También podemos hacerlo en blanco y negro gracias a la configuración inicial:

```
#include <stdio.h>
// A simple Hello World
int main(){
    printf("Hello World!\n");
    return 0;
}
```

como este en  
el margen

También puedes usar el entorno `verbatim` y el comando `\verb` pero te recomendamos usar `listings` y que estudies todas sus posibilidades, no en vano eres serás ingeniera informática ; )

### 1.2.5. Lorem Ipsum

Lo que sigue es un lorem ipsum como ejemplo de lo que sería una sección relativamente larga. Puedes usarlo para rellenar algo que aún no tienes claro pero que quieres que ocupe algo de sitio para ver cómo queda.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus

## Capítulo 1. Introducción

---

semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.



## Capítulo 2

# Desarrollo

Capítulo dedicado a describir el desarrollo del trabajo realizado. De acuerdo con el tutor, este capítulo puede tener distintas estructuras, e incluso pueden existir **varios capítulos**.

Por ejemplo, para un trabajo de desarrollo clásico, este capítulo de “Desarrollo” podría convertirse en tres capítulos:

- Requisitos (con la especificación de requisitos, ya sea clásico o “agile”)
- Análisis y diseño (con modelo de datos, arquitectura, diseño de experiencia de usuario e interfaz de usuario, etc.)
- Implementación (con detalles sobre la solución/implementación realizada).

Todos los capítulos deben empezar en una página nueva (esta plantilla ya lo hace automáticamente).

Los apartados dentro de los capítulos se numeran de forma jerárquica, pero siempre deben estar alineados al margen izquierdo. Ejemplo:

### 2.1. Apartado 1 de capítulo 2

#### 2.1.1. Sección 1 de apartado 1 de capítulo 2

##### Sub sección 1

**Párrafo 1** Con cierto contenido

**Párrafo 2** Con más contenido

##### Sub sección 2

**Párrafo 1** Con cierto contenido

**Párrafo 2** Con más contenido

## **Capítulo 2. Desarrollo**

---

**2.1.2. Sección 2 de apartado 1 de capítulo 2**

**2.2. Apartado 2 de capítulo 2**

**2.3. Apartado 3 de capítulo 2**

## Capítulo 3

# Análisis de impacto

En este capítulo se realizará un análisis del impacto potencial de los resultados obtenidos durante la realización del trabajo, en los diferentes contextos para los que se aplique:<sup>1</sup>

- Personal
- Empresarial
- Social
- Económico
- Medioambiental
- Cultural

En dicho análisis se destacarán los beneficios esperados, así como también los posibles **efectos adversos**. Además, se harán notar aquellas decisiones tomadas a lo largo del trabajo que tienen como base la consideración del impacto.

Se recomienda analizar también el potencial impacto respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), de la Agenda 2030, que sean relevantes para el trabajo realizado (ver enlace)

---

<sup>1</sup>Téngase en cuenta que no se espera que un trabajo tenga impacto en todos los contextos



## **Capítulo 4**

# **Conclusiones y trabajo futuro**

Resumen de resultados obtenidos en el trabajo, conclusiones sobre los mismos y potencial trabajo futuro si existiera.



# Bibliografía

- [1] ETSIINF. (2017). Recomendaciones sobre el contenido de la Memoria Final, dirección: <http://www.fi.upm.es/?pagina=1475> (visitado 01-06-2023).
- [2] A. Feder. (2006). BibTeX.org, dirección: <http://www.bibtex.org> (visitado 01-06-2023).
- [3] W. Stallings, *Computer Organization and Architecture*. Prentice Hall, 2006.





# **Anexos**



## **Apéndice A**

### **Primer anexo**

Este capítulo (anexo) es opcional, y se escribirá de acuerdo con las indicaciones del Tutor.