



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

---

---

**Unidad Profesional Interdisciplinaria  
de Biotecnología**

Sección de Estudios de Posgrado

**Sistema semicontinuo acoplado de  
ozonización-biodegradación para  
descomposición de mezclas de  
contaminantes recalcitrantes**

**T E S I S**

PARA OBTENER EL GRADO DE:

Maestro en Ciencias

PRESENTA:

**Nombre del Alumno**

DIRECTORES DE TESIS:

**Director(es) de Tesis**



**Ciudad de México, Agosto de 2022**



*A mis padres.*



# AGRADECIMIENTOS

Agradezco a...



# RESUMEN

Resumen de Tesis.

***Palabras clave:*** *palabra clave 1, palabra clave 2, ...etc.*





# ABSTRACT

Thesis Abstract

**Keywords:** *Keyword 1, keyword 2, ...etc.*



# CONTENIDO

<b>Portada</b>	<b>A</b>
<b>Dedicatoria</b>	<b>I</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>III</b>
<b>Resumen</b>	<b>V</b>
<b>Abstract</b>	<b>VII</b>
<b>Contenido</b>	<b>IX</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>XI</b>
<b>Índice de Tablas</b>	<b>XIII</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. La ecuación $\xi = mc$ . . . . .	1
1.2. Conteo de palabras . . . . .	2
1.3. Ecuaciones en los títulos de sección . . . . .	2
1.4. Código fuente en las secciones . . . . .	3
1.5. Agregando figuras . . . . .	4
1.6. Citas en la descripción de figura . . . . .	5
1.7. Tablas con notas al pie . . . . .	6
1.8. Incluyendo código fuente . . . . .	6
<b>2. Antecedentes</b>	<b>9</b>
2.1. Intro a los Antecedentes . . . . .	9
<b>Bibliografía</b>	<b>11</b>
<b>A. Apéndice Uno</b>	<b>15</b>
A.1. Sección Apéndice Uno . . . . .	15
<b>B. Apéndice Dos</b>	<b>17</b>

B.1. Sección Apéndice Dos . . . . .	17
-------------------------------------	----

# ÍNDICE DE FIGURAS

1.1. Resultado del uso del comando <code>texorpdfstring</code> . . . . .	3
1.2. Figura de ejemplo. . . . .	4
1.3. Figura de ejemplo numero 2 . . . . .	5



# ÍNDICE DE TABLAS

1.1. Tabla de ejemplo. . . . .	6
1.2. Tabla de ejemplo. . . . .	7
1.3. En un lugar de La Mancha. . . . .	7
1.4. Don Quijote de La Mancha. . . . .	7
A.1. Tabla de ejemplo A.1. . . . .	15
B.1. Tabla de ejemplo B.1. . . . .	17





# CAPÍTULO I

## Introducción

**L**OREM IPSUM dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum[1]. (152 words)

$$\text{km/h} = \text{m/s}$$

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. [2]. (152 words)

### 1.1 La ecuación $\xi = mc$

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. (0 words)

## 1.2 Conteo de palabras

Para el conteo de palabras utilizaremos el paquete `texcount` así como el paquete `currfile`, para crear el siguiente comando en el preambulo: (25 words)

```
\let\latexthsection\thsection

\renewcommand{\latexthsection}{\arabic{section}}

\newcommand\chapwordcount{%
  \immediate\write18{texcount \currfilepath | grep "Chapter" ...
  | sed -e 's/+.*///' ...
  | sed -n '\thechapter'p > count.txt}
(\input{count.txt}words)
}%

\newcommand\secwordcount{%
  \immediate\write18{texcount \currfilepath | grep "Section" ...
  | sed -e 's/+.*///' ...
  | sed -n '\latexthsection'p > count.txt}
(\input{count.txt}words)
}%
```

## 1.3 Escribiendo ecuaciones en los títulos de sección, sin errores, con el comando:

```
\texorpdfstring {${<string>$}}{<token>}
```

Al utilizar el paquete `hyperref` hay algunas restricciones que es conveniente tomar en cuenta, como por ejemplo el uso de caracteres diferentes de *unicode* en los títulos de las *secciones*, ya que estos nombres son usados para generar los *bookmarks* o marcadores de las secciones en el *PDF*. Si queremos escribir ecuaciones en el título de una sección, utilizamos el comando `\texorpdfstring{${<string>$}}{<token>}` dentro del comando `\section`, donde `<string>` es sustituido por la ecuación que queremos introducir en línea con el texto, dentro de los delimitadores `$ $`, y `<token>` es sustituido por el texto que aparecerá en el *bookmark* del **PDF**. Ejemplo de como

se escribió la sección anterior, 1.1: (68 words)

```
\section{La ecuación \texorpdfstring{\xi=mc}{E=mc}}
```

Como resultado obtenemos:

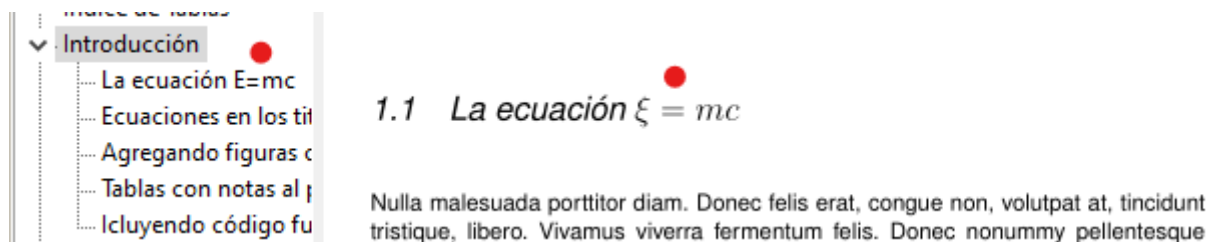


FIGURA 1.1: Resultado del uso del comando `\texorpdfstring`.

## 1.4 Código fuente en los títulos de las secciones

Para escribir código fuente en los títulos de las *secciones* utilizamos el paquete `minted` el cual cargamos en el preambulo con el comando:

```
\usepackage{minted}
```

Una vez cargado, podemos hacer uso del comando `\mintinline{<language>}{<code>}`, donde `<language>` lo sustituimos por el lenguaje que queremos utilizar, para este ejemplo utilizaremos `latex`, y `<code>` lo sustituimos por el código que queremos poner en línea con el texto. Un ejemplo de cómo se escribió la sección 1.3:

```
\section{Escribiendo ecuaciones en los títulos...  
de sección, sin errores, con el comando:\\  
\normalfont{\mintinline{latex}{\texorpdfstring{\xi=mc}{E=mc}}}}
```

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. Revisar la tabla A.1 del Apéndice A. Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus 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.[3, 4].

## 1.1

### 1.5 Agregando figuras con el ambiente

figure y el comando `\includegraphics`

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.



FIGURA 1.2: Figura de ejemplo.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea



dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

## 1.6 Citas en la descripción de figura

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.



FIGURA 1.3: Figura de ejemplo numero 2. Tomado de [3].

Para lograr lo anterior se utilizó el siguiente código:

```
\begin{figure}[!ht]
  \center
  \includegraphics[width=0.5\textwidth]{workinprogress}
  \caption[Figura de ejemplo numero 2]{Figura de ejemplo...
numero 2. Tomado de \citep{Dan}.}
  \label{fig:ejemplo2}
\end{figure}
```

Donde podemos observar que el comando `\caption{...}`, tiene unos corchetes [...] que anteceden a la descripción que contiene la cita, en estos corchetes se



escribe un *caption* opcional más corto y que no incluya ninguna cita. Con esto se corrigen errores de compilación.

TABLA 1.1: Tabla de ejemplo.

Columna 1	Columna 2	Columna 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

## 1.7 Tablas con notas al pie usando el paquete

threeparttable

Sed feugiat. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Ut pellentesque augue sed urna. Vestibulum diam eros, fringilla et, consectetur eu, nonummy id, sapien. Nullam at lectus. In sagittis ultrices mauris. Curabitur malesuada erat sit amet massa. Fusce blandit. Aliquam erat volutpat. Aliquam euismod. Aenean vel lectus. Nunc imperdiet justo nec dolor.

## 1.8 Incluyendo código fuente

Este es un ejemplo de código python en línea con el texto texto texto y más texto:

```
import numpy as np
```

Y aquí un ejemplo de código latex en línea con el texto:

```
\documentclass[12pt,towside]{book}
```



TABLA 1.2: Tabla de ejemplo.

Columna 1	Columna 2 <sup>a</sup>	Columna 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3 <sup>b</sup>

*Nota:* Esta es una nota al final de la tabla usando el paquete `threeparttable` y utilizando símbolos con el paquete `siunitx` como  $^{\circ}C$ .

<sup>a</sup> Esta referencia es de la columna 2.

<sup>b</sup> Este dato es 3.

TABLA 1.3: En un lugar de La Mancha.

Don Quijote	Columna 2	Columna 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3

TABLA 1.4: Don Quijote de La Mancha.

La Mancha <sup>a</sup>	Columna 2	Columna 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3

<sup>a</sup> En un lugar de La Mancha.

```
\usepackage[utf8]{inputenc}
```





# CAPÍTULO II

## Antecedentes

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

### *2.1 Intro a los Antecedentes*

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.



# BIBLIOGRAFÍA

- [1] APELLIDOPAT APELLIDOMAT, N. D. A. 2022. *Titulo del Libro*. Serie. Publisher, 3era. edición. ISBN 908758663-12. [1](#)
- [2] APELLIDOPAT APELLIDOMAT, A. 2022. Titulo del articulo. *Revista de Artículo*, vol. 2(3), páginas 10–15. ISSN 10238475. [1](#)
- [3] DANTZIG, G. y WOLFE, P. 1960. Decomposition principle for linear programs. *Operations Research*, vol. 8, páginas 101–111. [4](#), [5](#)
- [4] BAZARAA, M., JARVIS, J. y SHERALI, H. 2004. *Programación lineal y flujo en redes*. Limusa, 2da. edición. [4](#)



## APÉNDICES



# APÉNDICE A

## Apéndice Uno

### *A.1 Sección Apéndice Uno*

TABLA A.1: Tabla de ejemplo [A.1](#).

Columna 1	Columna 2	Columna 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3





# APÉNDICE B

## Apéndice Dos

### *B.1 Sección Apéndice Dos*

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

TABLA B.1: Tabla de ejemplo [B.1](#).

Columna 1	Columna 2	Columna 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3
Dato 1	Dato 2	Dato 3