

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE
COMPOSTELA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

Ciclo completo de CI/CD con Dagger y Kubernetes

Autor/a:

Daniel Vieites Torres

Tutores:

Juan Carlos Pichel Campos

Francisco Maseda Muiño

Grado en Ingeniería Informática

2025

Trabajo de Fin de Grado presentado en la Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de la Universidad de Santiago de Compostela para la obtención do
Grado en Ingeniería Informática

Resumen

Este trabajo aborda la gestión completa de un ciclo CI/CD (*Continuous Integration/Continuous Delivery*) con Dagger. Se desarrolla una aplicación de prueba, que consta de un frontend y un backend, junto con la infraestructura como código, y se comparan dos *pipelines*: uno implementado con Dagger y otro sin él. Los resultados demuestran que Dagger mejora el flujo de trabajo debido a la gestión que realiza de la caché, ejecutando todo el ciclo de CI/CD un 80 % más rápido que el *pipeline* sin Dagger. Como resultado, este trabajo propone un conjunto de módulos de Dagger que ofrece un enfoque práctico sobre cómo utilizar Dagger para acelerar el desarrollo despliegue de cualquier aplicación, minimizando el tiempo de espera y pasos manuales.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Objetivos generales	1
1.2. Relación de la documentación	3
2. Estado del arte y fundamentos teóricos	5
2.1. CI/CD	5
2.2. Ecosistema de herramientas	8
2.3. Dagger	13
3. Deseño	15
4. Probas	17
5. Exemplos (eliminar capítulo na versión final)	19
5.1. Un exemplo de sección	19
5.1.1. Un exemplo de subsección	19
5.1.2. Otro exemplo de subsección	19
5.2. Exemplos de figuras e cadros	20
5.3. Exemplos de referencias á bibliografía	20
5.4. Exemplos de enumeracións	20
6. Conclusións e posibles ampliacións	23
A. Manuais técnicos	25
B. Manuais de usuario	27
C. Licenza	29
Bibliografía	31

Índice de figuras

2.1. Proceso de integración continua.[4]	6
2.2. Proceso de despliegue continuo.[5]	7
2.3. Arquitectura de Kubernetes.[20]	12
5.1. Esta é a figura de tal e cal.	20

Índice de cuadros

5.1. Esta é a táboa de tal e cal.	20
---	----

Índice de Listings

2.1.	Makefile para compilación de un programa en C	8
2.2.	Extracto de justfile utilizado en el proyecto	9
5.1.	21
5.2.	21

Capítulo 1

Introducción

1.1. Objetivos generales

Objetivos principales

En este trabajo se pretende demostrar y evaluar la viabilidad, eficiencia y flexibilidad de Dagger[1] como motor de CI/CD (*Continuous Integration/Continuous Delivery*)[3, 6], con el fin de estandarizar y modernizar los ciclos de vida del desarrollo de software.

No solo se va a utilizar Dagger como complemento del ciclo de desarrollo de una aplicación, sino que se va a comparar con la no utilización de este. Se evaluarán las ventajas que tiene su uso frente a métodos convencionales, entre las que destacarán su portabilidad, al poder crear *pipelines* de manera programática, implementando funciones que corren dentro de contenedores, permitiendo al programador tener el control total del entorno en el que se ejecuta la aplicación. En vez de intentar unir *scripts* creados a mano en diferentes entornos, el programador es capaz de componer acciones reusables, utilizando un lenguaje de programación y una API a su disposición.

Se van a proporcionar ejemplos de módulos creados con Dagger, los cuales estarán especialmente diseñados para cumplir los ciclos tanto de CI como de CD de una aplicación *dummy*. De esta manera se podrá comprobar que este mismo proceso se puede llevar a cabo para cualquier aplicación, y de una manera sencilla.

Estas son las preguntas se resuelven a lo largo del presente trabajo:

- ¿Cómo de viable es desarrollar módulos de Dagger para la gestión de un ciclo de CI/CD de una aplicación?
- ¿Vale realmente la pena aprender a utilizar esta herramienta?
- ¿Es capaz de aumentar la velocidad de desarrollo de una aplicación?
- ¿Es fácilmente integrable en cualquier tipo de aplicación?

- ¿Qué puntos débiles resuelve Dagger frente al uso de otros métodos convencionales?

ELIMINAR: infierno del YAML, testeo local, portabilidad, lenguaje real para crear abstracciones

- ¿Qué desafíos, limitaciones o desventajas se encuentran al trabajar con Dagger?

Objetivos secundarios

Para lograr los objetivos principales es necesario llevar a cabo varios pasos:

- Creación de un monorepo[7] en GitHub.

Todo el código principal se almacenará en un mismo repositorio. De esta manera se evitarán complicaciones debido a la gestión de dependencias de cada una de las partes de la aplicación. Permitirá controlar todo el código fuente de una manera más sencilla al tratarse de un proyecto relativamente pequeño.

- Diseño y creación de una aplicación *dummy*.

Es necesario una aplicación sobre la que realizar los ciclos de CI/CD. Esta consistirá en una página web (frontend) de gestión de un zoo, la cual realizará peticiones a una API (backend) que estará conectada a una base de datos.

- Implementación de un *pipeline* CI/CD.

Se creará un módulo de Dagger para cada uno de los procesos (CI y CD). El módulo de CI permitirá desde compilar la aplicación, hasta publicar las imágenes de Docker y los paquetes NPM tanto del frontend como del backend. Por otro lado, el módulo de CD será el encargado de utilizar esas imágenes que se han publicado previamente y desplegar la aplicación en el entorno correspondiente.

- Entorno orquestado.

El *pipeline* de CD termina con el despliegue de la aplicación sobre Kubernetes[19], utilizando Helm[9]. Esto permite levantar la aplicación en el entorno que le corresponda, según el estado en el que se encuentra cada versión.

- Análisis comparativo

Finalmente, se realiza un análisis de las ventajas que ofrece Dagger frente a métodos convencionales.

1.2. Relación de la documentación

- Capítulo 1: Introducción.

Este capítulo, en el cual se describen la finalidad del proyecto, las tecnologías a utilizar, de manera breve; y la estructura, a grandes rasgos, del trabajo en sí.

- Capítulo 2: Estado del arte y fundamentos teóricos.

En el segundo capítulo se detallan los conceptos más importantes de CI/CD. Además, se estudia la evolución de las herramientas DevOps[16], incluyendo Dagger como una de las últimas y más innovadoras herramientas en este sector, y se compara con las otras tecnologías.

- Capítulo 3: Diseño y arquitectura del sistema.

Aquí se describen las tecnologías utilizadas para implementar la aplicación *dummy*. También se explica cómo se ha organizado la infraestructura de despliegue.

- Capítulo 4: Implementación del *pipeline* con Dagger.

Aquí se indican los pasos que se han dado para crear los *pipelines* con Dagger, utilizando el SDK para definirlos como código. Este es el núcleo del proyecto.

- Capítulo 5: Pruebas y resultados.

En este capítulo se presentan las pruebas que se han llevado a cabo. Se habla de las dificultades que se han tenido, así como de las ventajas que ofrece Dagger frente a otras tecnologías, aportando comparaciones cuantitativas y cualitativas.

- Capítulo 6: Conclusiones y líneas futuras.

Finalmente, se resumen los hechos que se han obtenido, se valora el resultado final del uso de Dagger y se indica si ha cumplido con las expectativas. Además, se añaden puntos de mejora o extensiones del proyecto.

Capítulo 2

Estado del arte y fundamentos teóricos

Antes de empezar a escribir código, se deben entender los conceptos fundamentales que permitirán llevar a cabo este trabajo.

Lo que se intenta mejorar utilizando Dagger es el ciclo completo de CI/CD de una aplicación. Por lo tanto, es fundamental definir los conceptos de *Continuous Integration* y el *Continuous Delivery*. Una vez se comprenda a qué se refieren esos términos, se podrán entender los métodos y tecnologías convencionales que permiten implementar dichos procesos. Será entonces cuando se pueda introducir Dagger, un método innovador para realizar *pipelines*.

2.1. CI/CD

CI/CD son las siglas de *Continuous Integration/Continuous Delivery*, o en casos más específicos, este último también se puede conocer como *Continuous Deployment*.

Se trata de un conjunto de pasos automatizados, utilizados en el desarrollo de software para llevar el código desde su implementación inicial hasta el despliegue de la aplicación. Estos pasos incluyen:

- Integración de cambios en el código.
- Compilación de la aplicación con los cambios realizados.
- Realización de pruebas.
- Creación y publicación de imágenes de Docker y paquetes NPM.
- Despliegue de la aplicación.

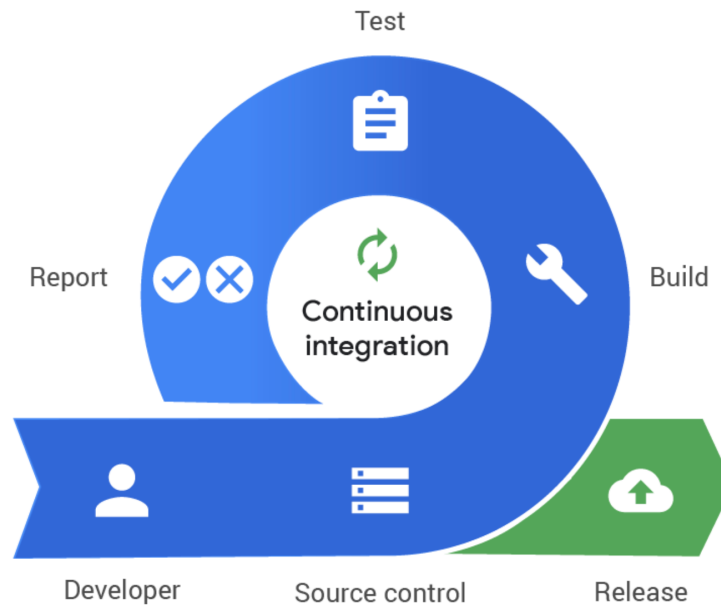


Figura 2.1: Proceso de integración continua.[4]

Continuous Integration

Se basa en la integración de código de manera constante, día a día, en un repositorio compartido por programadores. Cada uno de los programadores realiza cambios en el código y lo integra en el repositorio. Una vez se realizan cambios, estos deben pasar una serie de pruebas para que se incluyan definitivamente en el código fuente de la aplicación (Fig. 2.1).

Desde hace años se utiliza un sistema de control de versiones para gestionar el código de cualquier proyecto. Este tipo de herramientas permite a un equipo controlar el estado del código en cada momento, siendo capaces de conocer el historial de los cambios realizados, saber quién ha hecho cada cambio y tener la capacidad de revertir alguna modificación en el caso de ser necesario. La herramienta de control de versiones más utilizada hoy en día, y la que se utiliza en este proyecto, es Git[12].

La integración de código en un repositorio no se trata simplemente de modificar una porción de un archivo y subirlo. El código debe ser probado antes de incluirlo completamente en el núcleo de la aplicación. Durante el proceso de integración continua, cada vez que se modifica algo de código, se debe:

- Construir la aplicación.
- Pasar pruebas de funcionalidad.
- Pasar a través de un análisis del propio código (*linting*).
- Reportar cualquier error en el caso de que exista.



Figura 2.2: Proceso de despliegue continuo.[5]

Todo lo anterior se debe realizar de manera automatizada, con el fin de integrar el código modificado en el repositorio lo más rápido posible.

Continuous Delivery

Tras haber construido la aplicación durante el proceso de integración continua, toca desplegar la aplicación. El despliegue automático de nuevas versiones de una aplicación que han pasado el ciclo de CI se conoce como “despliegue continuo”.

Esto, evidentemente, tiene como requisito que la aplicación que se está construyendo tenga el despliegue como uno de los pasos en su ciclo de vida, lo cual no tiene por qué ser así. En este trabajo sí que ocurre, ya que la aplicación *dummy* que se construye es una página web, junto con una API y una base de datos.

Es necesario que exista relación entre los desarrolladores y los encargados de desplegar la aplicación. Sin embargo, hoy en día encontramos el rol DevOps[16] en muchas empresas, lo cual implica que la persona que ocupa este rol debe tener conocimiento tanto del desarrollo de la aplicación como del despliegue de la misma.

Esta transición a la cultura DevOps permite a los equipos desplegar sus aplicaciones más fácilmente. Además, incluye la necesidad de que el despliegue sea una parte muy importante en el proceso de desarrollo.

Al igual que en la integración continua, en este ciclo también es necesario automatizar el proceso despliegue de una aplicación. Esto siempre va a disminuir la posibilidad de error humano.

Con el despliegue continuo podemos tener *feedback* más rápido por parte del usuario, lo que permitirá mejorar y corregir errores más rápidamente. Además, se despliegan con más frecuencia cambios realizados en la aplicación, por lo que los errores en producción son menos probables y, en el caso de que los haya, más fáciles de corregir. Esto es gracias también a llevar un historial de los cambios mediante una herramienta de control de versiones como Git.

GitOps & ArgoCD

Basándose en la filosofía DevOps, mencionada antes, que abarca tanto el ciclo de CI como el de CD, existen un conjunto de prácticas en las que se utiliza Git como fuente de verdad para la gestión de la infraestructura y las aplicaciones. Esto es conocido como GitOps[22]. Utilizar Git como la única fuente de información permite gestionar de manera consistente la infraestructura de las aplicaciones.

Los cambios en un repositorio hacen que se ejecuten *workflows*, o secuencias de acciones de CI/CD que implementan los cambios en el entorno correspondiente.

La herramienta que realiza estas prácticas de GitOps, y que se utiliza en este trabajo, es ArgoCD[23]. Argo es una herramienta que, como su nombre indica, facilita la entrega continua. Está diseñada específicamente para Kubernetes. Automatiza el despliegue de las aplicaciones, superevisando repositorios de Git para aplicar los cambios que se realizan en ellos automáticamente en el *cluster*. Su uso permite no tener que realizar actualizaciones manuales en entornos de producción, y hace que el entorno siempre esté sincronizado con el código definido en el repositorio.

2.2. Ecosistema de herramientas

Un *pipeline* moderno se compone de diferentes tipos de herramientas, cada una con sus características y finalidades. Se pueden agrupar en los ciclos que se han indicado anteriormente, CI y CD. El grupo de herramientas de CI facilitan la construcción y empaquetado de la aplicación que se va a construir, mientras que las de CD permiten la aplicación empaquetada previamente.

Herramientas de construcción y empaquetado

Como cabe esperar, los pasos mencionados en 2.1, que forman parte de la integración continua, van a depender del tipo de aplicación que se esté construyendo, y de las tecnologías que se estén utilizando. Además, esta secuencia de acciones pueden incluir unos pocos comandos en trabajos o proyectos sencillos, o necesitar varios *scripts* complejos en el caso de aplicaciones más avanzadas. Por lo tanto, es necesario tener una herramienta de construcción que permita realizar los pasos mencionados anteriormente, sin la necesidad de memorizar cada uno de los comandos o *scripts* que hay que ejecutar.

Make

Para ello existe `make`[13], una aplicación de línea de comandos que permite definir bloques de comandos o reglas, aportando a cada bloque un nombre u objetivo que se pretende obtener ejecutando dicha regla. Se suele crear un archivo llamado `Makefile` para definir todas las reglas que se precisen.

```
1 # Compiler
2 CC = gcc
3
4 # Compiler options
5 CFLAGS = -Wall -g
6
7 # Final executable name
```

```

8 TARGET = my_program
9
10 # The object files (.o) needed by the program
11 # Make infers automatically that .o depends on the corresponding
    ↪ .c
12 OBJS = main.o hello.o
13
14 # --- Rules ---
15
16 # The first rule is the one executed by default with "make"
17 # It declares that to create the TARGET, it needs the OBJS
18 $(TARGET): $(OBJS)
19     $(CC) $(CFLAGS) -o $(TARGET) $(OBJS)
20
21 # ".PHONY" tells Make that "clean" is not a file
22 .PHONY: clean
23 clean:
24     rm -f $(TARGET) $(OBJS)

```

Listing 2.1: Makefile para compilación de un programa en C

Un ejemplo muy típico de compilación de un programa escrito en C sería el que se puede observar en el Listing 2.1.

Just

En este trabajo se utiliza una herramienta de construcción más nueva y polivalente llamada *just*[14]. Este software tiene la misma finalidad que *make*, ejecutar comandos específicos de un proyecto. Pero este incluye muchas más funcionalidades, entre las cuales destacan:

- Poder pasar parámetros a las “recetas” (las “reglas” en *make*).
- Crear alias para las recetas.
- Cargar archivos *.env*.
- Poder definir recetas como scripts en el lenguaje que se prefiera, simplemente añadiendo el *shebang*[15] correspondiente.
- Ser capaz de ser invocado desde cualquier subdirectorio.

```

1 # --- ALIASES ---
2 # Defines shortcuts (aliases) for longer commands.
3 alias dv := down_vol
4
5 # --- DEFAULT RECIPE ---
6 # This is the recipe that runs if you just type 'just' in the
7 # terminal.
8 # By default, it invokes the 'just -l' recipe, which lists all
9 # available recipes.
10 # The '_' prefix indicates that it is a helper recipe, not

```

```

11 # intended to be called directly by the user.
12 _default:
13     just -l
14
15 # --- INTERNAL (PRIVATE) RECIPES ---
16 _build_zoo_base:
17     #!/usr/bin/env bash
18     if [[ "$(docker images -f reference=zoo-base | wc -l | xargs)"
19         ↪ != "2" ]]
20     then
21         docker build --target base -t zoo-base .
22     fi
23
24 # Accepts two parameters: 'entrypoint' and 'command'.
25 _run entrypoint command:
26     # '@' at the beginning of a command line prevents 'just' from
27     # printing the command before executing it.
28     @just _build_zoo_base
29     docker run --rm -w /app -v $PWD:/app --env-file .env --
30     ↪ entrypoint={{entrypoint}} zoo-base {{command}}
31
32 # --- PUBLIC RECIPES ---
33 init:
34     @just _run "yarn" "install"
35
36 down_vol:
37     docker compose down -v

```

Listing 2.2: Extracto de justfile utilizado en el proyecto

Como se puede comprobar en el Listing 2.2, el archivo de configuración de **just**, en este caso nombrado habitualmente **justfile**, tiene una estructura similar a la de un **Makefile**. La diferencia principal es que los nombres de las recetas no hacen referencia a un archivo objetivo que se supone que se debe crear al ejecutar el bloque de comandos, sino que se trata simplemente del nombre de la receta.

Docker

Docker^[17] es una herramienta que permite empaquetar aplicaciones, creando imágenes con las dependencias necesarias para que la aplicación se lance sin problemas. Las imágenes generadas se pueden ejecutar, creando contenedores, que son entornos completamente aislados del contexto de la máquina en la que han levantado. Estos contenedores son muy ligeros en cuanto a espacio y uso de recursos, ya que almacenan únicamente lo necesario para correr el software que queremos desplegar.

La mayor ventaja que proporciona el empaquetado de aplicaciones con Docker, es la portabilidad. Aunque hay que tener en cuenta la arquitectura de la máquina,

las imágenes se pueden lanzar en cualquier entorno con Docker instalado, lo cual evita el conocido problema de: “En mi máquina funciona”.

Plataformas de despliegue

Docker Compose

Con Docker se es capaz de gestionar varios servicios desplegados en distintos contenedores. Pero existe una herramienta que apareció poco después y que facilita esta tarea, llamada “Docker Compose”[18]. Esta permite simular entornos con múltiples contenedores para desarrollar localmente.

Docker Compose no es una plataforma de producción, se utiliza únicamente con el fin de desarrollar localmente, y es muy útil en el caso de querer hacer pruebas rápidas de una aplicación sencilla.

Kubernetes

El proyecto Kubernetes[19] nació un año después que Docker. Es una herramienta de software que permite orquestar contenedores. Permite gestionar el ciclo de vida de las aplicaciones en contenedores que viven en un *cluster*. Entre sus características principales destacan:

- Escalado automático.

Aumenta o disminuye automáticamente el número de contenedores en ejecución. Esto va a depender de la cantidad de réplicas de una misma aplicación que se hayan indicado en su configuración. Kubernetes siempre va a intentar mantener el estado del *cluster* cumpliendo los parámetros que se indicaron en las plantillas de configuración de cada uno de los servicios.

- Autorreparación.

Si un contenedor falla, se reinicia o se reemplaza por otra instancia del mismo servicio, garantizando la continuidad de este.

- Descubrimiento de servicios y balanceo de carga.

Se exponen los contenedores entre ellos y/o a Internet. Además, permite distribuir el tráfico de red, evitando así sobrecargas.

Un *cluster* de Kubernetes se compone de dos tipos principales de servidores (“nodos”):

- El *Control Plane*.

Toma todas las decisiones. Se encarga de que todo el sistema funcione como debe.

- Los nodos de trabajo.

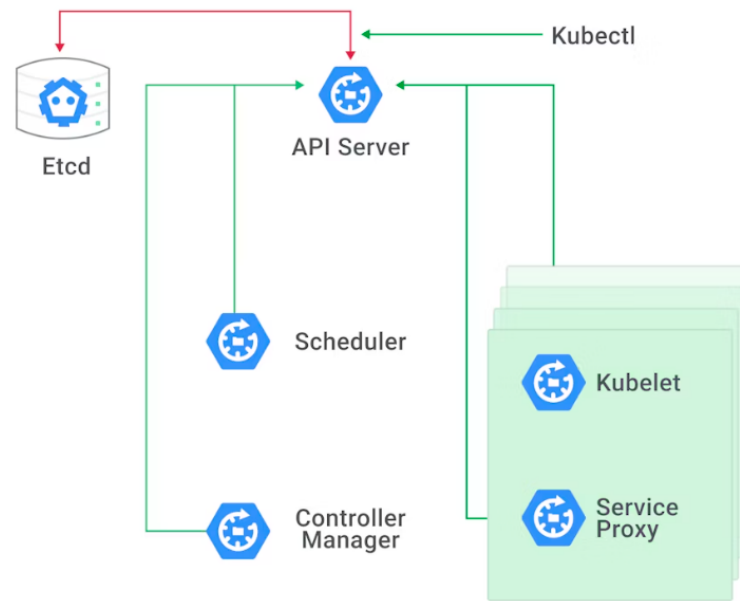


Figura 2.3: Arquitectura de Kubernetes.[20]

Donde realmente se ejecutan las aplicaciones. Reciben órdenes del *Control Plane*. Puede y suele haber más de un nodo de trabajo en un *cluster*.

Kubernetes te permite definir diferentes elementos en archivos **YAML**. Estos archivos describen el estado que deseamos que tenga el sistema en todo momento. Kubernetes se encarga de procesar estos archivos e intentar hacer que el estado real del sistema sea igual al estado deseado.

Entre los elementos que se pueden construir se encuentran los siguientes:

- Pod.

Es la unidad más pequeña que se puede crear. Puede tener uno o más contenedores, pero lo normal es que tenga solo uno. Su función es encapsular y ejecutar la aplicación que le corresponda, que se indica mediante una imagen de Docker.

- Deployment.

Se trata de un controlador de Pods. Normalmente se utiliza este tipo de elementos en vez de crear Pods directamente. Esto es porque le puedes indicar la cantidad de Pods (réplicas) que deseas que haya en todo momento en el sistema, y el *deployment* lo hace por ti.

- Service.

Debido a que los Pods son efímeros, es decir, se crean y se destruyen constantemente, cambiando así su dirección IP; es necesario tener un elemento que funcione como punto fijo de acceso a un Pod. Para eso sirve un Service. Estos proporcionan un nombre y una IP únicos y fijos para los Pods.

- Ingress.

Es un elemento más avanzado que un Service. Permite gestionar el acceso desde Internet, dirigiendo las peticiones hacia los servicios correctos dentro del *cluster*.

- ConfigMap.

Este elemento está diseñado para almacenar valores no sensibles. Se definen en formato clave-valor. Permite separar la configuración de una aplicación de su código.

- Secret.

Es muy similar a un ConfigMap, pero está diseñado para almacenar y gestionar información sensible. Su función es guardar datos que no se deberían mostrar a simple vista en la configuración de una aplicación, como contraseñas o *tokens* de autenticación.

2.3. Dagger

Capítulo 3

Deseño

Debe describirse como se realiza o Sistema, a división deste en diferentes compoñentes e a comunicación entre eles. Así mesmo, determinarase o equipamento hardware e software necesario, xustificando a súa elección no caso de que non fose un requisito previo. Debe achegarse a un nivel suficiente de detalle que permita comprender a totalidade da estrutura do produto desenvolvido, utilizando no posible representacións gráficas.

Capítulo 4

Probas

Plan de probas (con evidencias) que verifica a funcionalidade e correctitude global do sistema, e se leva a cabo.

Capítulo 5

Exemplos (eliminar capítulo na versión final)

5.1. Un exemplo de sección

Esta é *letra cursiva*, esta é **letra negrilla**, esta é letra subrallada, e esta é **letra curier**. Letra tiny, scriptsize, small, large, Large, LARGE e moitas más. Exemplo de fórmula: $a = \int_0^\infty f(t)dt$. E agora unha ecuación aparte:

$$S = \sum_{i=0}^{N-1} a_i^2. \quad (5.1)$$

As ecuaciones se poden referenciar: ecuación (5.1).

5.1.1. Un exemplo de subsección

O texto vai aquí.

5.1.2. Outro exemplo de subsección

O texto vai aquí.

Un exemplo de subsubsección

O texto vai aquí.

Un exemplo de subsubsección

O texto vai aquí.

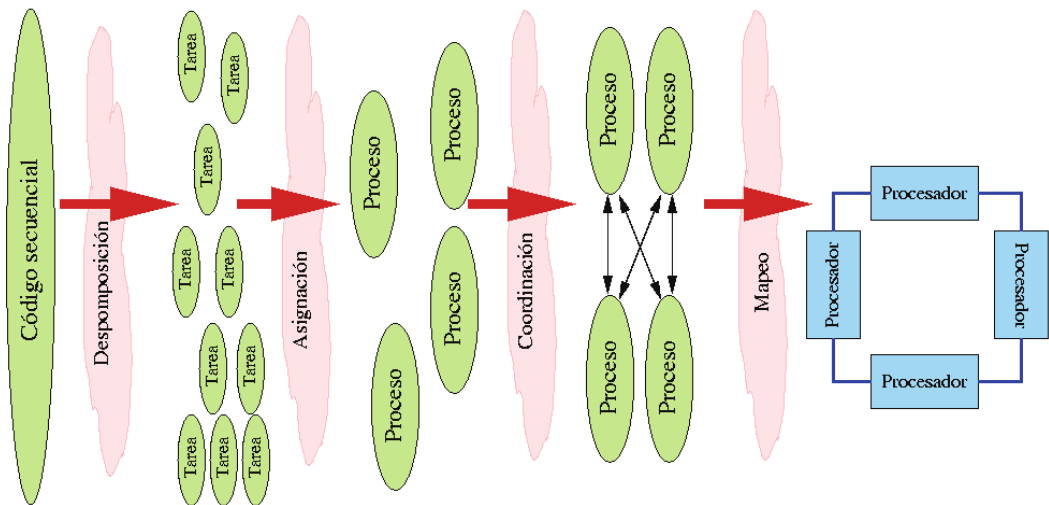


Figura 5.1: Esta é a figura de tal e cal.

Izquierda	Derecha	Centrado
ll	r	cccc
llll	rrr	c

Cuadro 5.1: Esta é a táboa de tal e cal.

Un exemplo de subsubsección

O texto vai aquí.

5.2. Exemplos de figuras e cadros

A figura número 5.1.
O cadro (taboa) número 5.1.

5.3. Exemplos de referencias á bibliografía

5.4. Exemplos de enumeracións

- Con puntos:
- Un.
 - Dous.
 - Tres.

Con números:

1. Catro.
2. Cinco.
3. Seis.

Exemplo de texto verbatim:

```
0 texto          verbatim
  se visualiza tal
    como se escribe
```

Exemplo de código C:

```
1 #include <math.h>
2 main()
3 {   int i, j, a[10];
4     for(i=0;i<=10;i++) a[i]=i; // comentario 1
5     if(a[1]==0) j=1; /* comentario 2 */
6     else j=2;
7 }
```

Listing 5.1:

Exemplo de código Java:

```
1 class HelloWorldApp {
2     public static void main(String[] args) {
3         System.out.println("Hello World!"); // Display the string
4     }
5 }
```

Listing 5.2:

Capítulo 6

Conclusións e posibles ampliacións

O traballo describe o grao de cumprimento dos obxectivos. Posibles vías de mellora.

Apéndice A

Manuais técnicos

En función do tipo de Traballo e metodoloxía empregada, o contido poderase dividir en varios documentos. En todo caso, neles incluírase toda a información precisa para aquelas persoas que se vaian encargar do desenvolvemento e/ou modificación do Sistema (por exemplo código fonte, recursos necesarios, operacións necesarias para modificacións e probas, posibles problemas, etc.). O código fonte poderase entregar en soporte informático en formatos PDF ou postscript.

Apéndice B

Manuais de usuario

Incluirán toda a información precisa para aquelas persoas que utilicen o Sistema: instalación, utilización, configuración, mensaxes de erro, etc. A documentación do usuario debe ser autocontida, é dicir, para o seu entendemento o usuario final non debe precisar da lectura doutro manual técnico.

Apéndice C

Licenza

Se se quere pór unha licenza (GNU GPL, Creative Commons, etc), o texto da licenza vai aquí.

Bibliografía

- [1] Dagger.io. “Dagger Documentation — Dagger.” Dagger.io, 2022, <https://docs.dagger.io/>
- [2] Dagger.io. “Dagger — Blog.” Dagger.io, 2025, <https://dagger.io/blog/>. Accessed 15 June 2025
- [3] Fowler, Martin. “Continuous Integration.” Martinfowler.com, 18 Jan. 2024, <https://martinfowler.com/articles/continuousIntegration.html>
- [4] PagerDuty, Inc. “What Is Continuous Integration?” PagerDuty, 20 Nov. 2020, <https://www.pagerduty.com/resources/devops/learn/what-is-continuous-integration/>
- [5] Amazon Web Services, Inc. “¿Qué Es La Entrega Continua? – Amazon Web Services.” Amazon Web Services, Inc., 2024, <https://aws.amazon.com/es/devops/continuous-delivery/>
- [6] Fowler, Martin. “Bliki: ContinuousDelivery.” Martinfowler.com, 2013, <https://martinfowler.com/bliki/ContinuousDelivery.html>
- [7] Nx. “Monorepo Explained.” Monorepo.tools, 2025, <https://monorepo.tools>
- [8] Los autores de Kubernetes. “Orquestación de Contenedores Para Producción.” Kubernetes, 2025, <https://kubernetes.io/es>
- [9] Helm. “Helm.” Helm.sh, 2019, <https://helm.sh>
- [10] Atlassian. “¿Qué Es DevOps?” Atlassian, <https://www.atlassian.com/es/devops>
- [11] Nasser, Mohammed. “Push vs. Pull-Based Deployments.” DEV Community, 25 Nov. 2024, <https://dev.to/mohamednasser018/push-vs-pull-based-deployments-4m78>. Accessed 14 June 2025.
- [12] Git. “Git.” Git-Scm.com, 2024, <https://git-scm.com>
- [13] “Make (Software).” Wikipedia, 10 July 2021, en [https://en.wikipedia.org/wiki/Make_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Make_(software))

- [14] casey. “GitHub - Casey/Just: Just a Command Runner.” GitHub, 2025, <https://github.com/casey/just>. Accessed 14 June 2025.
- [15] Wikipedia. “Shebang (Unix).” Wikipedia, 13 Aug. 2021, [https://en.wikipedia.org/wiki/Shebang_\(Unix\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Shebang_(Unix))
- [16] Wikipedia Contributors. “DevOps.” Wikipedia, Wikimedia Foundation, 1 Dec. 2019, <https://en.wikipedia.org/wiki/DevOps>.
- [17] “Docker (Software).” Wikipedia, Wikimedia Foundation, 16 Nov. 2019, [https://en.wikipedia.org/wiki/Docker_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Docker_(software))
- [18] “Overview of Docker Compose.” Docker Documentation, 10 Feb. 2020, <https://docs.docker.com/compose>
- [19] Wikipedia Contributors. “Kubernetes.” Wikipedia, 11 May 2020, <https://en.wikipedia.org/wiki/Kubernetes>
- [20] Kong. “What Is Kubernetes? Examples and Use Cases.” Kong Inc., 2024, <https://konghq.com/blog/learning-center/what-is-kubernetes>
- [21] The Kubernetes Authors. “Kind.” Kind.sigs.k8s.io, 2025, <https://kind.sigs.k8s.io>
- [22] GitLab. “¿Qué Es GitOps?” Gitlab.com, GitLab, 9 Feb. 2022, <https://about.gitlab.com/es/topics/gitops> Accessed 20 June 2025.
- [23] Argo Project Authors. “Argo CD.” Github.io, 2025, <https://argoproj.github.io/cd> Accessed 20 June 2025.