eman ta zabal zazu
Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea
INFORMATIKA FAKULTATEA
FACULTAD DE INFORMÁTICA

Grado en Ingeniería Informática

Computación

Trabajo de Fin de Grado

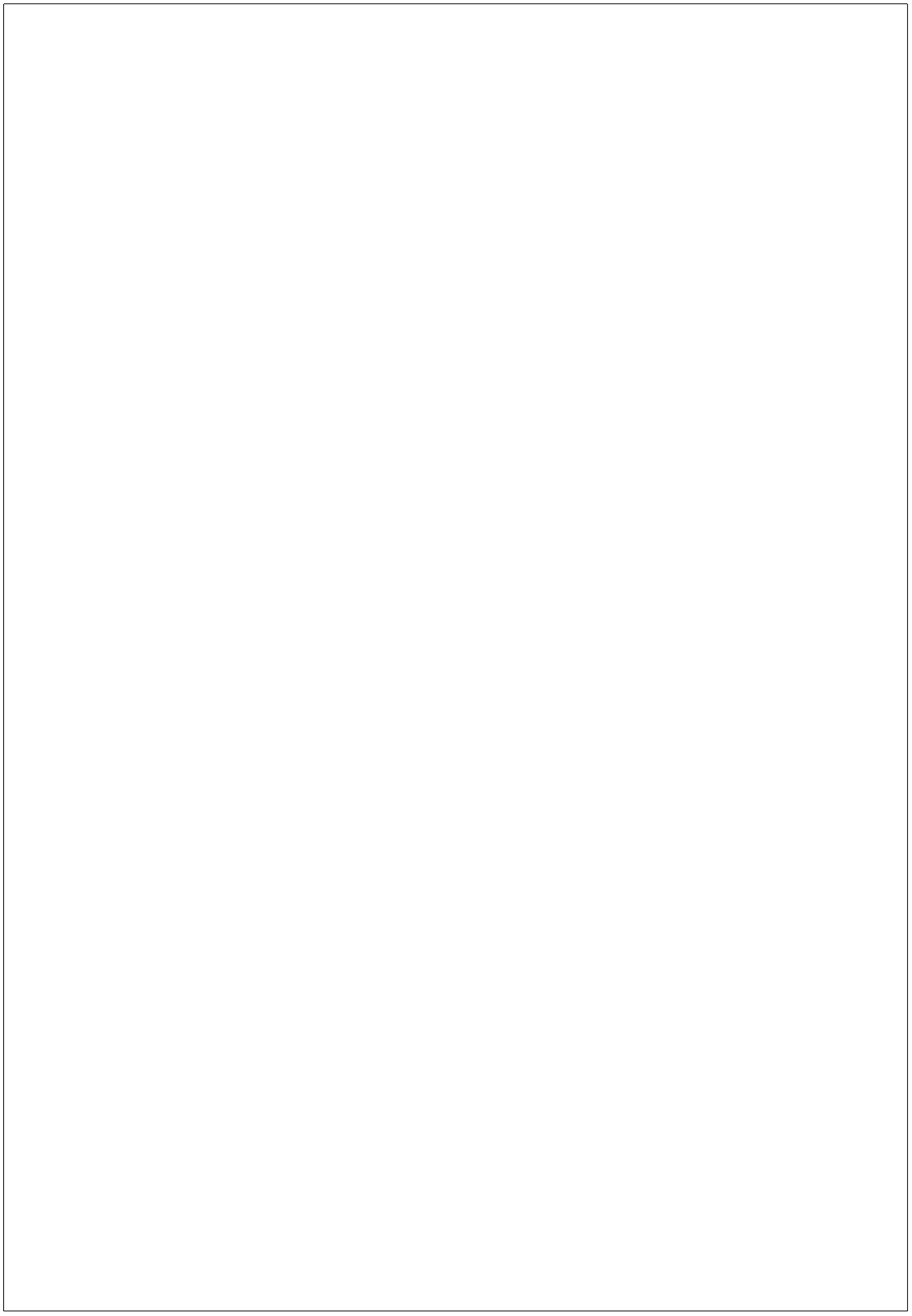
Transpilador de un lenguaje de modelado personalizado de sistemas de simulación dinámicos discretos a Python

Autor

Baldwin David Rodríguez Ponce

2022

BORRADOR. Nota: Márgenes del documento dibujados explícitamente.



eman ta zabal zazu
Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea
INFORMATIKA FAKULTATEA
FACULTAD DE INFORMÁTICA

Grado en Ingeniería Informática

Computación

Trabajo de Fin de Grado

Transpilador de un lenguaje de modelado personalizado de sistemas de simulación dinámicos discretos a Python

Autor

Baldwin David Rodríguez Ponce

Directora

María Begoña Losada Pereda

BORRADOR. Nota: Márgenes del documento dibujados explícitamente.

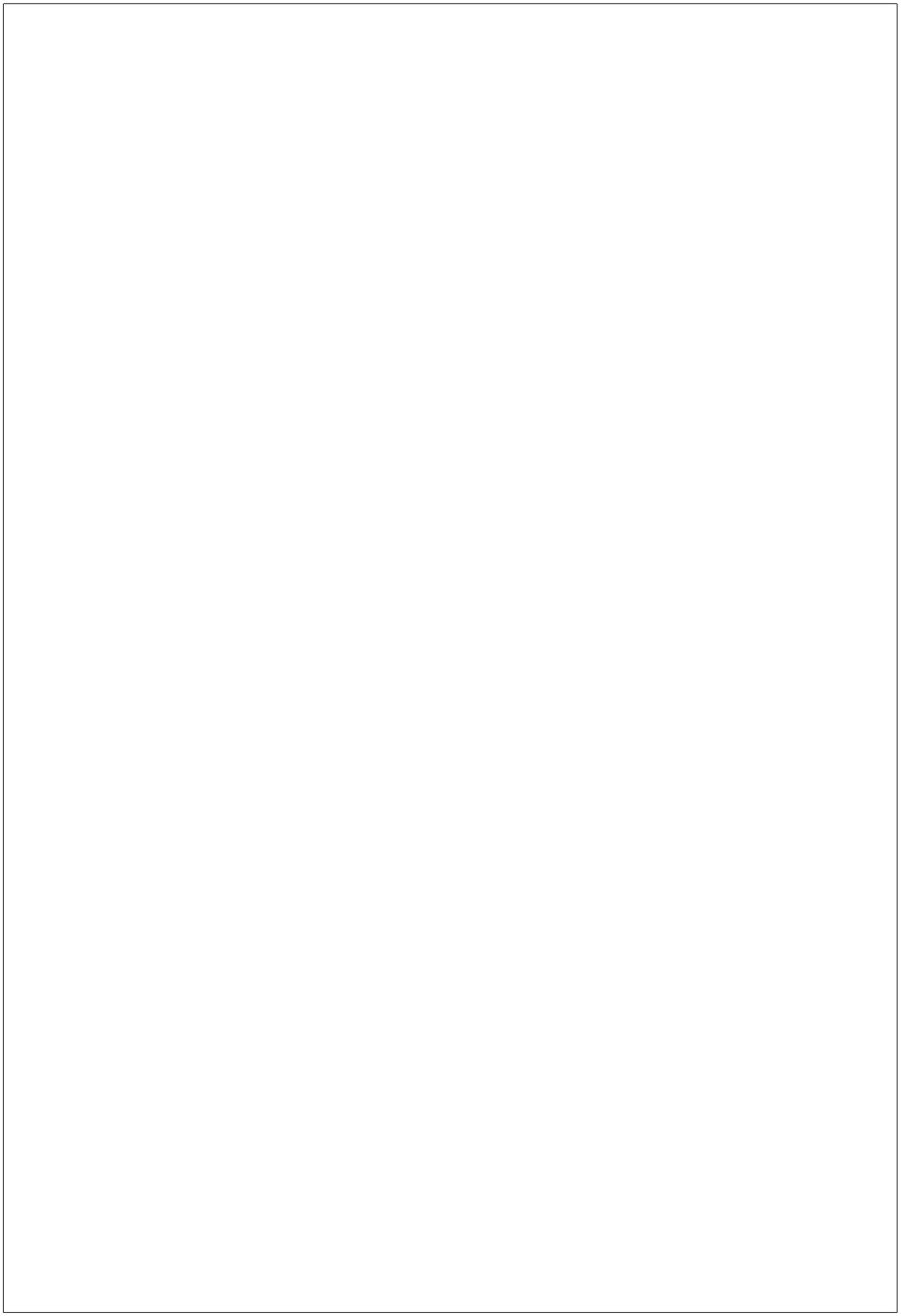
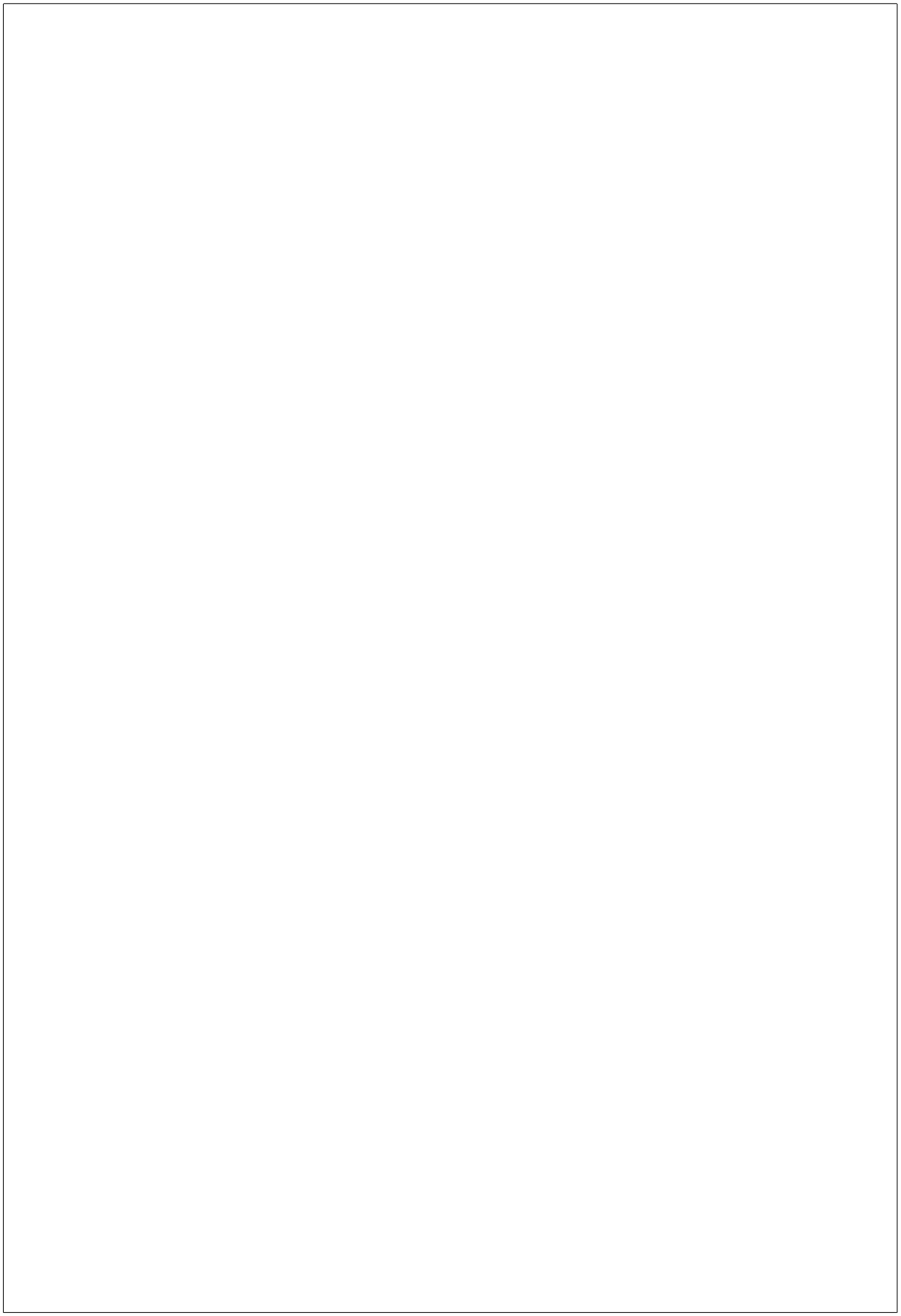


Tabla de contenidos

Índice de figuras



CAPÍTULO 1

Gestión del proyecto

La información se sacará principalmente de Project Management Institute, 2017

1.1. Alcance

El alcance de este proyecto incluye el trabajo necesario para diseñar, implementar y documentar un framework de modelado y desarrollo de simulación de sistemas dinámicos discretos basados en eventos. Dicho framework se dividirá en tres módulos principales:

- **Lenguaje**: Un lenguaje de modelado específico pensado para ser usado por usuarios que no tengan mucha experiencia en programación. Se hará uso de las herramientas de desarrollo de compiladores Flex y Bison para generar un transpilador que traduzca ficheros de este lenguaje a código Python. A través de él se plantea:
  - Permitir la rápida implementación de este tipo de modelos a través de grafos de sucesos.
  - Permitir que el programador del lenguaje se encargue sólo de realizar las implementaciones pertinentes al sistema de simulación que desee desarrollar:
    - Especificación de las variables globales, variables de entrada, contadores estadísticos y medidas de rendimiento propias del modelo.
    - Inclusión de eventos adicionales y sus acciones correspondientes.
    - Creación y eliminación de eventos en función de tiempo y condiciones lógicas.
    - Inclusión de código adicional escrito directamente en Python en caso de ser necesario.
- **Núcleo**: Una serie de módulos que implementarán un microframework de simulación

Cambiar redacción

de este tipo de sistemas en específico para Python, pensado para ser usado por programadores y para acotar la traducción del nuevo lenguaje. A través de él se plantea:

- Permitir que la traducción del lenguaje incluya dentro del fichero generado las estructuras de datos, funciones y procedimientos que tienen en común todos los sistemas dinámicos discretos:
  - Generadores de datos aleatorios para distintos tipos de distribuciones.
  - Reloj y temporizador de simulación para ejecutar los eventos.
  - Estructura de datos para almacenar los sucesos según deben ocurrir en el tiempo.
  - Las respectivas implementaciones mínimas de los dos eventos que siempre formarán parte de todos los modelos: “Inicio” y “Fin”.
  - Generador de informes final que se ejecutará al finalizar la simulación y mostrará los resultados que se deseaban estudiar con ésta.

Aquí te falta la posibilidad de poner las cosas variables también

- **CLI**: Una interfaz de comandos por terminal que se usará para gestionar, configurar y ejecutar los proyectos desarrollados con este framework.

1.1.1. Objetivos

Objetivo general

Generar un lenguaje de modelado de simulación de sistemas dinámicos discretos basados en eventos junto con un transpilador que lo traduzca a Python, un microframework para acotar la traducción y un CLI para gestionar proyectos desarrollados con este producto.

Objetivos específicos

1. Diseñar un nuevo lenguaje de modelado y simulación de sistemas dinámicos discretos basados en eventos usando las herramientas de desarrollo de procesadores de lenguaje Flex y Bison.
2. Diseñar, implementar y verificar una serie de módulos y funcionalidades realizadas en Python con el fin de generar un microframework para simular estos mismos sistemas.
3. Implementar y verificar un transpilador que traduzca el lenguaje del producto a Python usando las características del objetivo anterior.
4. Diseñar, implementar y verificar una serie de operaciones accesibles desde una CLI de cara a ser usadas para la gestión, configuración y ejecución parametrizada de simulaciones realizadas con el producto.

5. Implementar distintas técnicas de análisis de salidas, experimentación y optimización de modelos dentro del núcleo del framework.
6. Desarrollar un manual de usuario que contendrá toda la documentación necesaria para hacer uso del framework.

1.1.2. Requisitos

El requisito base principal del proyecto consiste en cumplir con un tiempo de dedicación total máximo de 300 horas.

Requisitos funcionales

TERMINAR

Requisitos no-funcionales

TERMINAR

1.1.3. EDT

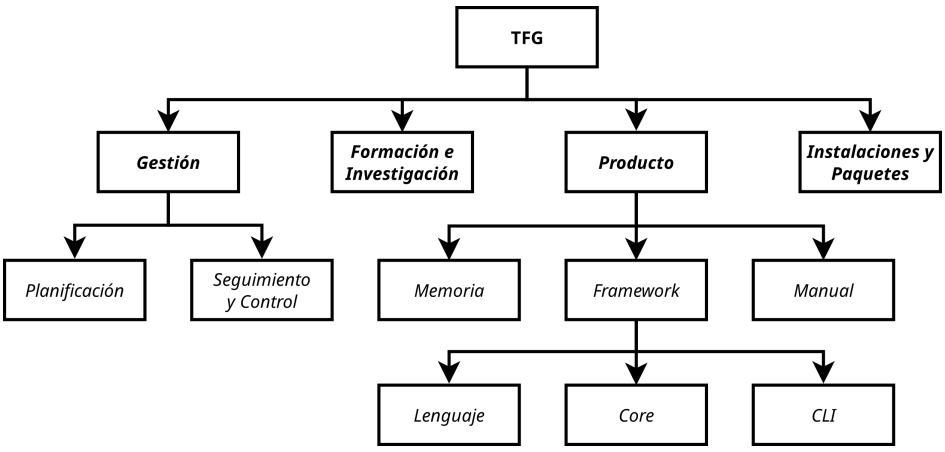


Figura 1.1: Esquema de Descomposición de Trabajo del Proyecto

Rama de Gestión

El paquete de trabajo **Gestión (Ge)** contendrá:

- **Planificación (Ge.P):** Este paquete de trabajo agrupará todas las tareas relacionadas a la realización de la planificación y preparación inicial del proyecto.
- **Seguimiento y Control (Ge.S):** Este paquete de trabaj agrupará todas las tareas necesarias para asegurar que el seguimiento del proyecto está realizando como se plantea en la planificación y, en caso de no ser así, controlar las consecuencias de las desviaciones emergentes.

Rama de Formación e Investigación

El paquete de trabajo **Formación e Investigación (FeI)** contendrá todas las tareas relacionadas con el aprendizaje de herramientas, búsqueda de referencias y recolección de información necesaria para el desarrollo del proyecto.

Rama de Producto (Pr)

El paquete de trabajo **Producto (Pr)** contendrá todas las tareas relacionadas al propio diseño, implementación y verificación de los entregables principales del proyecto. Podemos desglosarlo en tres paquetes más pequeños:

- **Memoria (Pr.Me):** Este paquete de trabajo agrupará todas las tareas necesarias para la realización de la memoria final del proyecto.
- **Framework (Pr.Fr):** Este paquete de trabajo agrupará todas las tareas relacionadas al desarrollo del framework planteado en el alcance del proyecto. Podemos separarlo en sus tres partes principales:
  - **Lenguaje (Pr.Fr.Le):** Este paquete contendrá todas las tareas relacionadas al diseño y desarrollo del nuevo lenguaje de modelado.
  - **Core (Pr.Fr.Co):** Este paquete contendrá todas las tareas relacionadas al diseño y desarrollo del propio núcleo del framework.
  - **CLI (Pr.Fr.Cli):** Este paquete contendrá todas las tareas relacionadas al diseño y desarrollo de la interfaz de comandos proporcionada para facilitar la gestión de proyectos realizados con el a generar.
- **Manual (Pr.Ma):** Este paquete de trabajo agrupará todas las tareas necesarias para la realización del manual de usuario que se generará para facilitar el uso del producto a desarrollar.

Rama de Instalación y Paquetes

El paquete de trabajo **Instalación y Paquetes (IyP)** agrupará todas las tareas relacionadas a la preparación del entorno de desarrollo y la instalación de paquetes y dependencias para la realización del producto principal del proyecto.

1.2. Metodología

El método Kanban tiene sus orígenes en las fábricas de coches de Toyota a manos de Taiichi Ohno. Fue creado como un simple sistema de planificación y administración de trabajo e inventario de cada fase de producción. Sin embargo, fue David J. Anderson quien definió y adaptó esta metodología para el uso en ingeniería y desarrollo de software. Además,

contrario de lo que se cree, Kanban es una metodología ágil de mejora de procesos y no un framework de administración de proyectos. Así como muchos métodos de este tipo, se caracteriza principalmente por ser evolutivo e iterativo en el tiempo. Asimismo, Kanban comparte la misma ideología de trabajo con el método Lean hasta tal punto que se considera que es una especialización de esta última. Aplicando los principios y valores de este proceso, Kanban se centra en eliminar los desperdicios de tiempo y recursos que el equipo tiene. Por lo tanto, este proceso de mejora pide a los equipos de desarrollo empezar con una metodología ya existente para poder perfeccionarla gradualmente en el tiempo a través de la experimentación, el cálculo de distintas métricas de rendimiendo y la confirmación de resultados positivos según dichas medidas.

Todo equipo cuenta con un sistema para la implementación de código, ya sea que se siga una metodología formal como Scrum o que se disponga de una serie de reglas no definidas o reconocidas explícitamente. Como consecuencia de esto, lo único que se necesita para empezar a utilizar Kanban es identificar el proceso de desarrollo actual para poder formalizarlo y adaptarlo a esta metodología.

Esta metodología de desarrollo tiene sus orígenes en

Se sacará la información de aquí principalmente: Cole y Scotcher, 2015 Stellman, 2014

Scrum primarily focuses on project management: the scope of the work that will be done, when that work will be delivered, and whether the outcome of that work meets the needs of the users and stakeholders. The focus of XP is software development. The XP values and practices are built around creating an environment conducive to development, and developing programmer habits that help them design and build code that's simple and easy to change.

Kanban is about helping a team improve the way that they build software. A team that uses Kanban has a clear picture of what actions they use to build software, how they interact with the rest of the company, where they run into waste caused by inefficiency and unevenness, and how to improve over time by removing the root cause of that waste. When a team improves the way that they build software, it's traditionally called process improvement. Kanban is a good example of applying agile ideas (like the last responsible moment) to create a process improvement method that is straightforward and easy for teams to adopt.

So while Kanban is not a system for project management, it has a very important relationship with the project management used by the team. Kanban is intended to improve and change the process in use on the project and that this can and will affect how the project is managed. Typically, Kanban is used to improve predictability of flow, and this will affect planning and scheduling on the project. Extensive use of Kanban and its metrics is likely to have a significant knock-on effect on the method of project management

Kanban's great for:

- Getting off to a low-risk, zero-cost, agile, fast start.

- Pinning down existing workflows and spotting glaring errors.
- Controlling multiple pieces of unconnected work.
- Keeping the numbers of jobs in play down to an acceptable level.
- Getting the team into an agile way of thinking.

However, there are subtle, yet important, differences with Kanban:

All work is of a similar size. It's better to have smaller stories of roughly equal size. Splitting large pieces of work down into smaller, similar sized packages has been proven to improve workflow and results in more predictive end-to- end cycle times. Comparing like-for-like can also aid the review process.

The backlog is refined more regularly. The Kanban backlog tends to be exceptionally dynamic especially in a support type environment. Backlogs in other agile environments are far from static but they're just a touch less zippy. It's not unusual to review a Kanban backlog on a daily basis.

Jobs are pulled not pushed. A Kanban team adopts a what's next policy rather than packaging up work into a connected delivery. The task assigned the highest priority is pulled into play when resource becomes available.

1.2.1. Principios de Kanban

- **Empieza con lo que tienes ya**: The thing about habitual problems is that they're habitual. When your team does something on a project that will eventually lead to bugs and missed deadlines, it doesn't feel like a mistake at the time. You can do all the root-cause analysis that you want after the fact; faced with the same choice, the team will probably still make the same decision. That's how people are. For example, let's say that a programming team always finds themselves delivering software to their users, only to repeatedly have awkward meetings where users can't find the features they think they were promised. Now, it's certainly possible that these developers are incredibly forgetful, and that they always forget one or two of the features that they discussed with the users. But it's more likely that they have a recurring problem with how they gather their requirements or communicate them to the users. The goal of process improvement is to find recurring problems, figure out what those problems have in common, and come up with tools to fix them. The key here is the second part of that sentence: figuring out what those problems have in common. If you just assume, for example, that a developer simply can't remember all of the things the users asked for, or that the users constantly change their minds, then you've effectively decided that the problems are unfixable. But if you assume that there's a real root cause that's happening over and over again, then you stand a chance of finding and fixing it. That's where Kanban starts: taking a look at how you work today, and treating it as a

set of changeable, repeatable steps. Kanban teams call steps or rules that they always follow policies. This essentially boils down to a team recognizing their habits, seeing what steps they take every time they build software, and writing all of those things down. Writing down the rules that a team follows can sometimes be tricky, because it's easy to fall into the trap of judging a team—or an individual team member—on the results of a project: if the project is successful, everyone on the team must be good at their jobs; if the project fails, they must be incompetent. This is unfair, because it assumes that everything in the project is within the control of the team. Lean thinking helps get past this by telling us to see the whole, which in this case means seeing that there's a bigger system in place. That's worth repeating: every team has a system for building software. This system may be chaotic. It may change frequently. It may exist mainly inside the heads of the team members, who never actually discussed a larger system that they follow. For teams that follow a methodology like Scrum, the system is codified and understood by everyone. But many teams follow a system that exists mainly as "tribal" knowledge: we always start a project by talking to these particular customer representatives, or building that sort of schedule, or creating story cards, or having programmers jump in and immediately start to code after a quick meeting with a manager.

- **Comprométete al cambio evolutivo e incremental**: This is the system that Kanban starts with. The team already has a way to run their project. Kanban just asks them to understand that system. That's what it means to start with what you do now. The goal of Kanban is to make small improvements to that system. That's what it means to pursue incremental, evolutionary change—and why Kanban has the practice improve collaboratively, evolve experimentally. In lean thinking, part of seeing the whole is taking measurements, and measurements are at the core of experimentation and the scientific method. A Kanban team will start with their system for building software, and take measurements to get an objective understanding of it. Then they'll make specific changes as a team—later in this chapter, you'll learn exactly how those changes work—and check their measurements to see if those changes have the desired effect.

- **Respeta el proceso, los roles, las responsabilidades y títulos actuales**: The Lean value of amplifying learning is also an important part of evolving the system that your team uses to build software. Throughout this book you've learned about feedback loops. When you collaborate to measure the system and evolve experimentally, those feedback loops become a very important tool for gathering information and feeding it back into the system; the Kanban practice of implementing feedback loops should make sense to you, and should help you to see how Kanban and Lean are closely linked. Amplifying learning also factors into the Kanban principle of initially respecting current roles and responsibilities. For example, say that a team always starts each project with a meeting between a project manager, a business analyst, and a programmer.

> They may not have written down a rule for what goes on in that meeting, but you probably have a good idea of what goes on in it just from reading those job titles. That's one reason why Kanban respects current roles, responsibilities, and job titles— because they're an important part of the system. A common theme between all of these principles is that Kanban only works for a team when they take the time to understand their own system for building software. If there was one right way to build software, everyone would just use it. But we started this book by saying back in Chapter 2 that there is no silver bullet—there's no single set of "best" practices that will guarantee that a team builds software right every time. Even the same team, using the same practices, can have success with one project but fail miserably in the next one. This is why Kanban starts with understanding the current system for running the project: once you see the whole system, Kanban gives you practices to improve it.

1.2.2. Prácticas de Kanban

It is not expected that implementations adopt all six practices initially. Partial implementations are referred to as "shallow" with the expectation that they gradually increase in depth as more practices are adopted and implemented with greater capability.

- **Definir y visualizar el flujo de trabajo**: Kick off with a visual representation of the flow of work going from to-do to done status. Many prefer to add only one other step in between: in progress. Others prefer to break the workflow down into a series of procedural stages such as: plan, design, draft, build, test, deploy, with to-do and done as bookends. In Kanban, visualizing means writing down exactly what the team does, warts and all, without embellishing it. This is part of lean thinking: a Kanban team takes the Lean principle of see the whole very seriously. When the team has the right mindset, it just feels wrong to tinker with the workflow while you're trying to visualize it, because that would interfere with seeing the whole. The value of decide as late as possible is also important here: you don't have all of the information about how you build software yet, so there's a later responsible moment to make decisions about how you'll change it. A kanban board is a tool that teams use to visualize their workflow. (The K in the methodology name Kanban is typically uppercase; the k in kanban board is usually lowercase.)
- **Limitar el trabajo en progreso**: Trying to do too many things at the same time is a proven recipe for disaster; it applies equally at an individual level and to teams. Kanban limits the number of items allowed to be on the go at any one time - known as the work-in-progress (WiP) - to ensure optimum efficiency. Common sense is enough to get started and then experience will help fine tune to pin down the optimal WiP limit. A team can only do so much work at a time. We learned this with both Scrum and XP, and it's an important part of lean thinking as well. When a team agrees to do more work than they can actually accomplish by the time they'd agreed to deliver it, bad

things happen. They either leave some of the work out of the delivery, do a poor job of building the product, or work at an unsustainable pace that will cost dearly in future releases. And sometimes it's not obvious that a team has taken on more work than they can handle: each individual deadline may seem reasonable for the work being done, but if each person is expected to multitask on multiple projects or tasks at the same time, the team slowly becomes overburdened, and the extra effort required for task switching can eat up as much as half of their productivity. Visualizing the workflow helps the team see this overburdening problem clearly, and that's the first step toward fixing the problem. Unevenness and overburdening— which we learned about in Chatper 8—become clear on the kanban board when stickies always pile up in one column. Luckily, queuing theory doesn't just alert us to the problem; it also gives us a way to fix it. Once unevenness in the workflow has been identified, we can use it to control the amount of work that flows through the whole system by placing a strict limit on the amount of work that is allowed to pile up behind it. This is what's behind the Kanban practice limit work in progress. Limiting work in progress (WIP) means setting a limit on the number of work items that can be in a particular stage in the project's workflow. A lot of people tend to focus on moving work items through the workflow as fast as they can. And for a single work item, that workflow is linear: if you're a developer and you're done with the design for a feature, and your workflow says that the next thing you do with it is build it and then send it on to a tester, the next thing you're going to do is build the code for it—and it's easy to become fixated on getting that feature built and sent on to the tester as quickly as possible because it was the last thing you were working on. But what if the test team is already working on more features than they can test right now? It doesn't make sense to jump into development for this feature if it will just end up waiting around because nobody's ready to test it. That would cause overburdening for the test team. So what can be done about it? For this, Kanban goes back to lean thinking—specifically, the principle of options thinking that you learned about in Chapter 8. One reason that a Kanban team uses a kanban board is because it shows all of your options. If you're that developer who just finished the design for a feature, it's easy to think that you now have a commitment to work on the code next. But working on the code for that particular feature is an option, not a commitment. When you look at the whole kanban board, you'll see many stickies that you can work on next. Maybe there are other stickies in earlier col- umns for other features that need to be designed, or ones in later columns for features with bugs that the testers found that need to be fixed. In fact, most of the time you have many options that you can choose from. Which do you choose first? Setting a WIP limit for a step in your workflow means limiting the number of fea- tures that are allowed to move into that step. This helps limit the team's options to make that decision easier in a way that will prevent overburdening and keep the fea- tures flowing through the workflow as efficiently as possible. When you finish designing that feature, for example, and you

see that the workflow is already at its limit for writing code, then you'll look for other options and work on them instead— and the test team won't get overburdened. (Think about this for a minute: can you see how this will reduce the average lead time for a feature? If so, then you're starting to get the hang of systems thinking!)

- **Manejar el flujo de trabajo**: The aim is to achieve a fast, smooth movement from to-do to done. If so it means the process is operating at optimum efficiency thus creating maximum business value in the shortest time possible. An important add-on is for it to be repeatable and consistent. As teams continue to deliver work, they identify workflow problems and adjust their WIP limits so that the feedback loops provide enough information without causing thrashing. The flow of the system is the rate at which work items move through it. When the team finds an optimal pace for delivery combined with a comfortable amount of feedback, they've maximized the flow. Cutting down on the unevenness and overburdening, and letting your teams finish each task and move on to the next one, increases the flow of work through your project. When unevenness in the system causes work to pile up, it interrupts the work and decreases the flow. A Kanban team uses the manage flow practice by measuring the flow and taking active steps to improve it for the team. You already know what it feels like when work is flowing. You feel like you're getting a lot accomplished, and that you aren't wasting time or stuck waiting for someone else to do something for you. The personal feeling of being on a team with a lot of flow is that every day, all day, you have the feeling that you're doing something valuable. That's what everyone is striving for. You also know what it feels like when work doesn't flow. It feels like you're mired in muck, and that you're barely making progress. It feels like you're always waiting for someone to finish building something that you need, or to make a decision that affects your work, or to approve some ticket, or somehow always find some other way to block your work—even when you know that nobody is intentionally trying to block it. It feels uncoordinated and disjointed, and you spend a lot of time explaining to other people why you're waiting. It's not that you're underallocated; your project team is probably 100 % allocated, or even overallocated. But while your project plan may say that you're 90 % done, it feels like there's still 90 % of the project left to go. And your users know what it feels like when work doesn't flow, because their lead times keep going up. It seems like the team takes longer and longer to respond to their requests, and even simple features seem to take forever to build. The whole point of Kanban is to increase flow, and to get the whole team involved in increasing that flow. When the flow increases, frustration with unevenness and long lead times decreases.

- **Hacer explícitas las políticas de proceso**: An unambiguous statement of how work gets done is essential for any objective review. With a common understanding it's easier to discuss issues impartially and reach a consensus on improvements. There must be a natural checkpoint at the end of each step with clear rules for moving on to

the next one.

- **Implementar ciclos de retroalimentación**:
- **Mejorar colaborativamente**: Once the spotlight is on the workflow, ideas start to develop about how it can be improved. The WiP limit plays a key role in sparking discussions by forcing the team to focus on blockers to work in play when the limit is reached. An initial cap of no more than two tasks per person soon highlights problems that impede the flow; then the team simply faces up to those issues and resolves them.

1.2.3. Métricas de flujo

TRADUCIR Y FINALIZAR

- **Trabajo en progreso**: The number of work items started but not finished (according to the DoW).
- **Rendimiento**: The number of work items finished per unit of time. Note the measurement of throughput is the exact count of work items.
- **Edad del elemento de trabajo**: The amount of elapsed time between when a work item started and the current time.
- **Tiempo de ciclo**: The amount of elapsed time between when a work item started and when a work item finished.

1.2.4. Herramientas de Kanban

- **Tablón**: At the heart of the Kanban method is a deceptively clever tool: the Kanban board. Calling these boards a visual to-do list is an over-simplification but a decent starting point. The board is a graphic representation of the work to be done and the end-to-end flow from start to finish. The simplest and some argue the most pure Kanban board consists of just three columns: things to do, tasks in progress and finally work done. This simple format is universal and matches any project or corporate workflow. A kanban board is a tool that teams use to visualize their workflow. (The K in the methodology name Kanban is typically uppercase; the k in kanban board is usually lowercase.) A kanban board looks a lot like a Scrum task board: it typically consists of columns drawn on a whiteboard, with sticky notes stuck in each column. (It's more common to find sticky notes stuck to kanban boards than it is to find index cards.) There are three very important differences between a task board and a kanban board. You already learned about the first difference: that kanban boards only have stories, and do not show tasks. Another difference is that columns in kanban boards usually vary from team to team. Finally, kanban boards can set limits on the amount of work in a column. We'll talk about those limits later on; for now, let's concentrate on the columns themselves, and how different teams using Kanban will often have different columns in their kanban boards. One team's board might have familiar To Do, In Pro- gress, and

Done columns. But another team's board could have entirely different columns. When a team wants to adopt Kanban, the first thing that they do is visualize the workflow by creating a kanban board. For example, one of the first kanban boards in David Anderson's book, Kanban, has these columns: Input Queue, Analysis (In Prog), Analysis (Done), Dev Ready, Development (In Prog), Development (Done), Build Ready, Test, and Release Ready. This board would be used by a team that follows a process where each feature goes through analysis, development, build, and test. So they might start off with a kanban board like the one shown in Figure 9-1, with sticky notes in the columns representing the work items flowing through the system.

- **Listas**: Keep it simple to start with and try out the four previously suggested stages: ideas, to do, doing and done. The demarcation between each status is clear and in turn generates the triggers for moving cards on:
  - **Backlog**: the maybe or maybe not stage when there's a question mark of any sort outstanding. At the very heart of the Kanban board are the to-do items also known as the backlog in various agile frameworks. These individual items are all delivery focused and must deliver business value directly or indirectly. For example, setting up a Kanban board is a legitimate item but a meeting to discuss the options is merely part of the main job. The tasks are business delivery focused and not centred on activities. If an item on the backlog does not contribute to business goals, it should be removed.
  - **Terminado**: totally complete with nothing more to do except reap the rewards or accept the gratitude.
  - **Listas intermedias**: To do, In progress, Testing...
- **Cartas**:

1.2.5. Definiendo los criterios de finalización

1.2.6. Justificación de la metodología

Por último, la gestión del proyecto se realizará siguiendo la metodología de desarrollo ágil Kanban para permitir construir de manera iterativa las distintas funcionalidades del proyecto. Hacer uso del método Kanban para el desarrollo y gestión del proyecto.

No se puede definir una estimación de tiempo, por lo que se deberá usar una metodología ágil

1.2.7. Trello como herramienta de gestión

Once the starting format of the Kanban board is agreed, the first and almost pivotal decision to be made is whether to go for a physical board or an electronic one. Both have their pros and cons and there may be working practices that guide the final decision. A virtual board can't be beaten for accessibility and ease of sharing, as you're never more than a smart

phone or iPad away. But in our opinion the most important thing is for the board to be highly visible, and nothing can beat a physical board for that. A high-profile, physical board has an almost magical quality, like a fireplace in a huge front room, and draws people in. To start with it's more about curiosity, yet after a short while it becomes a centrepiece and focus for team activities. Work is planned, prioritised and progressed around the board. A physical board is also guaranteed to generate huge interest in unlikely places. Senior management love the visibility of a board, so expect a visit from the CEO or Finance Director within a week. For once they'll see what's really going on in the organisation without quizzing middle management or ploughing through turgid weekly reports.

Despite our absolute preference for an old-fashioned physical board, there are times when an electronic board either makes more sense or is even the only viable option. When individuals are regularly on the move or if the team is split over different locations, there are insurmountable physical issues to deal with and a tech option become more attractive. But before giving up on having a physical board think carefully, especially when trialling agile for the first time. A tech alternative will work well enough from a functional perspective but is far less visible and engaging, so many soft benefits will be lost. Don't go down that route just because members of the team occasionally work from home. Don't throw the baby out with the bathwater. If an electronic board is the only workable solution, consider driving it from a physical source - start with a wall and duplicate. The overhead of keeping two boards in sync will be offset by the benefits of having a real board. But when all else fails there are plenty of electronic options with good coverage across the main devices. Some are completely free and all the rest offer a trial period, so try before you buy.

Uno de los artefactos es el tablón como tal. Aquí se define Trello como tablón online/virtual

Definición de Trello y un poco de transfondo

Se sacará la información de aquí: Brechner, 2015

Significado de las listas

Uno de los artefactos son las listas. Aquí se definen las escogidas

- **Backlog:** Tareas de la iteración en espera de ser empezadas
- **To Do:** Tareas a realizarse
- **Doing:** Tareas que se están realizando
- **Testing:** Tareas que se están evaluando antes de darse por completadas
- **Done:** Tareas de la iteración terminadas
- **Approved:** Tareas discutidas y aprobadas

Formato de las cartas

Aquí se definen las cartas que son otro artefacto de Kanban. Conviene mejor usar capturas

Significado de etiquetas

Un añadido que se puede utilizar son las etiquetas como artefacto. Aquí se definen

- **Bug:** Cuando se detecta un error y se debe arreglar
- **Bloqueado:** Cuando una tarea no se puede completar debido a otras circunstancias
- **Pendiente:** Abreviado de "Pendiente de Retroalimentación". Indica que esta tarea debe discutirse en una reunión
- **No aceptada:** Indica que la tarea no ha sido aceptada para continuar en la siguiente iteración y debe retrabajarse, cambiarse o descartarse.

Criterios de movimiento de listas

Se comentó que hay que definir el concepto de "finalizado" para cada lista. Aquí se hace eso

1.3. Estimación de dedicaciones y tareas

No se puede predecir porque usamos Kanban. Sólo conocemos las fechas finales de entrega.

Paquete	Descripción	Estimación (Horas)
Ge.P	Gestión - Planificación	23
Ge.S	Gestión - Seguimiento	20
FeI	Formación e Investigación	46
Pr.Me	Proyecto - Memoria	46
Pr.Fr.Le	Proyecto - Framework - Lenguaje	44
Pr.Fr.Co	Proyecto - Framework - Core	48
Pr.Fr.Cli	Proyecto - Framework - CLI	21
Pr.Ma	Proyecto - Manual	11
IyP	Instalaciones y Paquetes	11
Contención	Horas de contención	30
	Total	300

Tabla 1.1: Estimación de tiempos de dedicación por paquetes de trabajo

Explicar que contención no es un paquete de trabajo, pero que es una parte importante de la estimación

1.3.1. Descripción de tareas a realizar

Aquí irán todas las tareas realizadas al final del proyecto. Esto no es fijo, surgirán más tareas a lo largo del proyecto (lo cual es aceptable porque la metodología es ágil)

Gestión

Planificación

1. Definición de la metodología de gestión.
2. Generación de la planificación inicial.
3. Automatización de herramientas de gestión con Trello.
4. Cambios y actualizaciones de la planificación.

Seguimiento y Control

1. Recogida de información sobre el desarrollo del proyecto
2. Contraste de la información de seguimiento con los planes, identificación de desviaciones significativas y actuación ante riesgos emergentes.
3. Preparación de documentos de cara a la próxima reunión.
4. Reuniones de fin de iteración

Formación e Investigación

1. Investigación y formación sobre la metodología Kanban.
2. Profundización sobre conceptos de simulación de sistemas.
3. Profundización sobre conceptos de compilación.
4. Investigación y formación sobre herramientas de desarrollo de CLIs.
5. Investigación y formación sobre generación de paquetes instalables para Python.
6. Investigación y formación sobre funciones de alto nivel y paquetes relacionados de Python.
7. Investigación sobre lenguajes de modelado y simulación.
8. Investigación sobre antecedentes del proyecto.
9. Exploración de alternativas al módulo de lenguaje.

Producto

Memoria

1. Diseño y preparación de la estructura
2. Redacción del resumen
3. Redacción de la introducción
4. Redactar contexto
5. Redacción de la gestión del proyecto
6. Redacción del marco teórico
7. Redacción del desarrollo
8. Redacción de conclusiones
9. Preparación e inclusión de referencias bibliográficas
10. Redacción de anexos
11. Validación y corrección de los índices
12. Maquetación y diseño de la memoria

Framework

- **Lenguaje:**
    1. Diseño del léxico del lenguaje.
    2. Diseño de la sintaxis del lenguaje.
    3. Diseño de la semántica del lenguaje.
    4. Diseño de módulos de cara a la implementación del lenguaje.
    5. Implementación del analizador léxico.
    6. Implementación del analizador sintáctico.
    7. Implementación de la tabla de símbolos.
    8. Implementación del análisis semántico.
    9. Documentación de los ficheros del lenguaje.
    10. Pruebas y verificación del lenguaje.
- **Núcleo:**
    1. Diseño de los módulos y paquetes del núcleo.

2. Implementación de la estructura de datos para almacenar eventos.
3. Implementación del reloj y el proceso de temporización de sucesos.
4. Implementaciones de los procesos de inicialización y finalización.
5. Implementación del generador de informes final.
6. Implementación de distintos generadores de datos aleatorios.
7. Implementación de la inicialización de las variables globales, variables de entrada, contadores estadísticos y medidas de rendimiento para cualquier modelo.
8. Implementación de la inclusión de nuevos tipos de eventos y sus funciones de ejecución correspondientes.
9. Implementación de distintas estrategias de generación y eliminación de eventos dentro de la lista de sucesos.
10. Implementación de la especificación de una función de parada definida por el usuario.
11. Implementación de la funcionalidad de configuración de la simulación.
12. Documentación de los ficheros del núcleo.
13. Pruebas y verificación del núcleo.

- **CLI:**
  1. Diseño de las funcionalidades de la CLI.
  2. Implementación del generador de proyectos.
  3. Implementación del gestor de configuraciones del proyecto.
  4. Implementación del lanzador de modelos de simulación.
  5. Documentación de los ficheros de la CLI.
  6. Pruebas y verificación de la CLI.

Manual

1. Diseño y preparación de la estructura
2. Redacción de la introducción al producto
3. Especificación de dependencias y requisitos
4. Redacción del proceso de instalación
5. Redacción de la explicación del módulo del lenguaje
6. Redacción de la explicación del núcleo del framework

7. Redacción de la explicación de la CLI
8. Generación de ejemplos de uso
9. Preparación e inclusión de referencias bibliográficas
10. Redacción de anexos
11. Validación y corrección de los índices
12. Maquetación y diseño del manual

Instalación y Paquetes

1. Preparación de paquetes para LaTeX.
2. Preparación del entorno de trabajo.
3. Instalación de paquetes para el desarrollo del lenguaje.
4. Instalación de paquetes para el desarrollo del núcleo.
5. Instalación de paquetes para el desarrollo de la CLI.

1.4. Análisis de riesgos y viabilidad

1.4.1. Análisis de riesgos

Métricas

Probabilidad	Valor	Impacto	Valor
Nada probable	0.10	Muy bajo	0.05
Poco probable	0.30	Bajo	0.10
Probable	0.50	Medio	0.20
Muy probable	0.70	Alto	0.40
Casi probable	0.90	Muy alto	0.80

Tabla 1.2: Métricas para el análisis de riesgos

Tabla de riesgos

Nº	Descripción	Probabilidad	Impacto	Respuesta
1	Mala gestión del tiempo	Probable	Alto	Replanificar + hacer uso de la agilidad de la metodología
2	No entender la metodología de gestión y desarrollo (Kanban)	Probable	Alto	Profundizar en la formación de la metodología y generar cambios en el seguimiento y control
3	Pérdida de información (se solventa con gestión de versiones + github)	Nada probable	Muy alto	Hacer uso de control de versiones para guardar todos los datos. En este caso GitHub.
4	Problemas de comunicación (por problemas de conexión, enfermedad, etc.)	Poco probable	Bajo	Replanificar reuniones?
5	Problemas con la integración de herramientas de desarrollo	Muy probable	Muy alto	Buscar alternativas en caso de no poder integrar las herramientas o profundizar en la formación de esta integración para evitar que ocurra
6	Análisis incorrecto de los usuarios finales del producto (Pensar en el lenguaje, por ejemplo).	Probable	Alto	Reanalizar los perfiles de usuarios objetivos y replantear los productos

Continua en la siguiente página

Continuación de la página anterior

Nº	Descripción	Probabilidad	Impacto	Respuesta
7	Encontrado un proyecto idéntico (riesgo positivo (o se aceptan o se explotan))	Poco probable	Medio	Buscar una forma de hacer uso de éste, ya sea para integrarlo en el proyecto o para usarlo como formación.

Tabla 1.3: Riesgos del proyecto

Tenemos que diferenciar entre riesgos externos e internos

Hay riesgos negativos (que afectan malamente al proyecto) y riesgos positivos (que afectan positivamente al proyecto)

1.4.2. Análisis de viabilidad

Conocimientos suficientes de compilación, por tanto viable

Conocimientos suficientes en simulación de sistemas, por tanto viable

Viendo los antecedentes, considero que el proyecto es viable

Matriculado en 4 asignaturas, por lo que la calidad del proyecto podría verser afectada, por tanto no tan viable

Periodo vacacional de Semana Santa se puede usar para trabajar, por tanto viable

Debido a programa de intercambio, termino las clases en junio, por lo que podría no ser viable en cuanto a tiempo

Los riesgos más peligrosos son los relacionados a la falta de tiempo, por tanto podría no ser viable

1.5. Sistema de información y comunicaciones

1.5.1. Sistema de Información

Estructura

Aquí debemos explicar la estructura

TFG: Directorio principal del proyecto. Se divide en:

- **TFG.Proyecto:** Aquí residen los entregables del proyecto.
  - **Memoria:** Los ficheros relacionados a la memoria
  - **Framework:** Los ficheros relacionados al framework
    - **Lenguaje:** Los ficheros relacionados al lenguaje del framework

        - **Core:** Los ficheros relacionados al núcleo del framework
        - **CLI:** Los ficheros relacionados al CLI del framework
    - **Manual:** Los ficheros relacionados al manual
- **TFG.Gestión:** Aquí residen los ficheros relacionados a la gestión del proyecto
    - **Planificación:** Los ficheros relacionados a la planificación
    - **Seguimiento:** Los ficheros relacionados al seguimiento y control
    - **Actas:** Las actas de cada reunión realizada

EXISTE LA NECESIDAD DE CAMBIAR DE UN CLI A UNA GUI

Copias de seguridad

Usamos GitHub para control de versiones y copias de seguridad

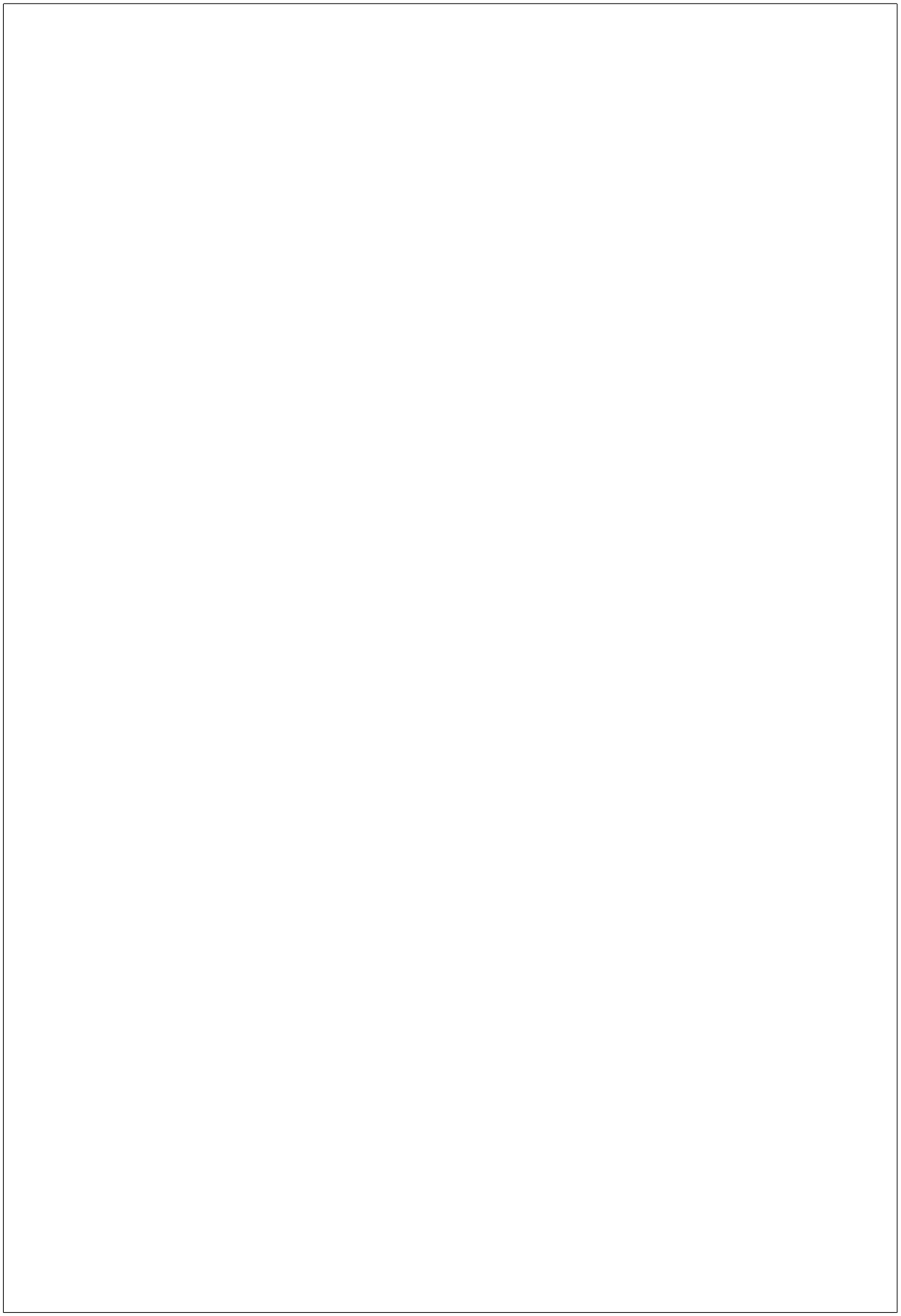
Todo está dividido en varios módulos y submódulos.

Los enlaces a todo están en: https://github.com/brodriguez059/TFG

Usamos Drive para generar las actas de fin de iteración

1.5.2. Comunicaciones

- (Reuniones a través de Webex)
- (Comunicaciones para responder dudas a través de email)



CAPÍTULO 2

Marco Teórico

2.1. Simulación

A lo largo del documento hemos estado mencionando la simulación de sistemas, pero no hemos definido exactamente qué es.

La simulación es una potente técnica de resolución de problemas

Orígenes: La teoría de muestreo estadístico y el análisis probabilístico de complejos sistemas físicos

Punto en común: uso de número aleatorios y muestreo aleatorio para aproximar un resultado de una solución

Primera aplicación: Por Von Neuman y Ulam, durante la segunda guerra mundial, estudio de problemas de difusión aleatoria de neutrons, en conexión con el desarrollo de la bomba atómica

El proyecto era alto secreto, se le dio un nombre clave: Monte Carlo, en referencia al famoso casino de juego

El nombre persistió durante un tiempo como sinónimo de cualquier simulación pero hoy en día está restringido a una rama de la matemática experimental que trata con números aleatorios (y que puede relacionarse con lo que llamaremos modelos de simulación estáticos)

Mientras que el término simulación, o simulación de sistemas, se refiere a una técnica de análisis más extensa, aunque muy a menudo utiliza números aleatorios

La contribución individual más importante es la potencia de cálculo y velocidad de procesamiento de los ordenadores

Definición informal:

> Una simulación es la imitación del modo de funcionamiento u operación de un proceso o sistema del mundo real. La simulación involucra la generación de una historia artifical de un sistema, y la observación de esa historia artificial para obtener inferencias relativas a las características de funcionamiento de dicho sistema.

Cambios en esta redacción

Definición formal:

Nosotros hablaremos de una definición más exacta de “Simulación de Sistemas” y “Modelado” más adelante, pero por ahora podemos citar la definición encontrada en

> El proceso de diseñar un modelo lógico o matemático de un sistema real y realizar experimentos basados en el ordenador con el modelo, al objeto de descrbir, explicar o predecir el comportamiento del sistema real.

Cambios en esta redacción

Actualmente hay muchos tipos distintos de sistemas de simulación, como por ejemplo los “Modelos de Montecarlo” y “Modelos en ecuaciones diferenciales”. No obstante, el principal objeto de estudio de este proyecto será una categoría muy importante a la que se conoce como “Modelos de simulación dinámicos discretos”, especificamente aquellos que se pueden modelar a través de un diseño orientado a eventos.

Se hace uso de otras técnicas:

La modelización permite obtener una representación abstracta del sistema real

Las técnicas de programación de ordenadores: El programa de ordenador traduce el modelo a una forma operativa

La teoría de la probabilidad define las variables aleatorias del modelo, y ayuda a construir las historias artificaciones (generadores de datos) necesarios

La estadística ayuda en el diseño y análisis de experimentos a realizar para obtener respuestas

Los métodos heurísticos se emplean para conseguir buenas soluciones, sino óptimas

El modelado matemático o modelado analítico se aprovecha de las características del problema cuya respuesta se desea obtener para llegar a la mejor conclusión. Sin embargo, muchas veces nos encontraremos con problemas que no se pueden modelar analíticamente debido a su complejidad en tiempo o espacio. En estas situaciones, debemos hacer uso de técnicas de aproximación de resultados para dar con soluciones que, aunque no se pueden garantizar óptimas, sí que se pueden considerar lo suficientemente buenas. Una de estas técnicas vendría a ser la simulación de sistemas, la cual a través de modelado simbólico/lógico intenta reproducir el comportamiento de un determinado sistema con el fin de analizar una serie de resultados a escoger.

La simulación tiene sentido en la medida en que un ordenador permite plantear, describir y condificar modelo de grandes y complejos sistemas, que no se pueden resolver por el cálculo matemático estadístico de forma útil

Se abre la posibilidad de, al igual que por ejemplo, los físicos y biólogos, realizar experimentos "de laboratorio.[en] áreas donde tradicionalmente esto no se podía hacer

Esto representa una gran ventaja en cuanto a las posibilidades de controlar las condiciones de tales experimentos y en consecuencia incrementar la información obtenida de los mismos

2.1.1. Definiciones

Modelo

Un modelo es una representación o una abstracción de un sistema con el propósito de estudiar tal sistema, pero que contiene sólo lo esencial del sistema real

Aquellos aspectos del sistema que no contribuyen de forma significativa al comportamiento del sistema no están incluidos en el modelo. Por tanto un modelo es: un substituto del sistema real, una simplificación del mismo

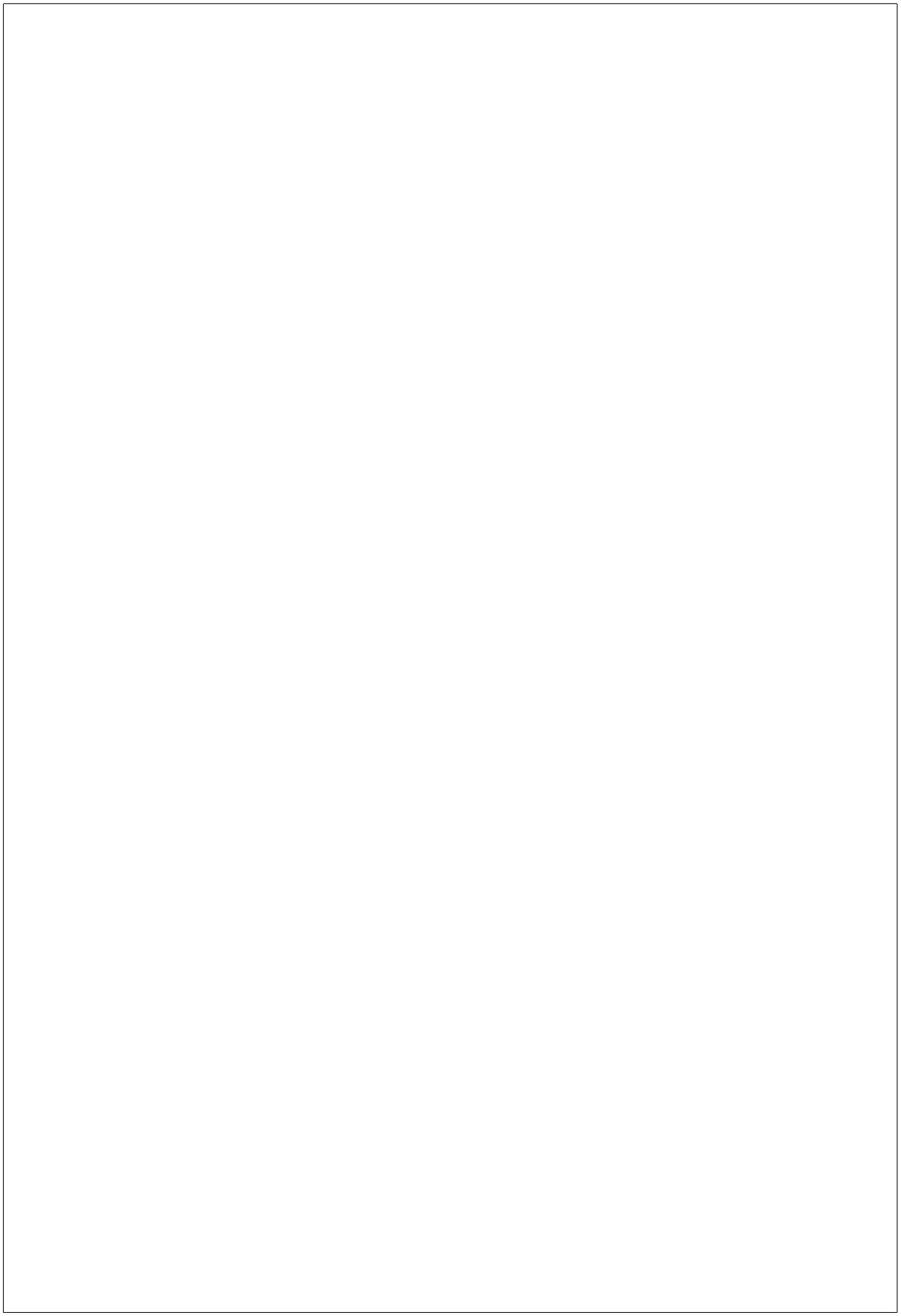
Un modelo probabilístico

Sistema

2.1.2. Ventajas e inconvenientes

2.1.3. Diseño basado en eventos

2.1.4. Sistemas dinámicos discretos



Bibliografía

Buss, A. (1996). Modeling with event graphs. *Winter Simulation Conference*, 153-160. https://doi.org/10.1109/WSC.1996.873273

Maria, A. (1997). Introduction to modeling and simulation. *Proceedings of the 29th conference on Winter simulation - WSC '97*. https://doi.org/10.1145/268437.268440

Perros, H. G. (2009). *Computer simulation techniques: the definitive introduction!*

Banks, J. (2010). *Discrete-event system simulation*. Prentice Hall.

Wainer, G. (2011). *Discrete-event modeling and simulation: theory and applications*. CRC Press.

Stellman, A. (2014). *Learning agile*. O'Reilly Media.

Brechner, E. (2015). *Agile Project Management with Kanban*. Microsoft Press.

Cole, R., & Scotcher, E. (2015). *Brilliant Agile project management : a practical to using Agile, Scrum and Kanban*. Pearson.

MATLAB. (2017a). Understanding Discrete Event Simulation, Part 1: What Is Discrete Event Simulation.

MATLAB. (2017b). Understanding Discrete Event Simulation, Part 2: Why Use Discrete Event Simulation.

MATLAB. (2017c). Understanding Discrete Event Simulation, Part 3: Leveraging Stochastic Processes.

MATLAB. (2017d). Understanding Discrete Event Simulation, Part 4: Operations Research.

MATLAB. (2017e). Understanding Discrete Event Simulation, Part 5: Communication Modeling.

Project Management Institute. (2017). *A guide to the project mangement body of knowledge (pmbok(r) guide)-sixth edition*.

Vacanti, D. S. (2020). The Kanban Guide. https://kanbanguides.org/wp-content/uploads/2020/07/Kanban-Guide-2020-07.pdf

Wikipedia. (2022). Kanban — Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Kanban