

**SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE PARQUEADEROS DE LA
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE CHÍA**

Trabajo de grado para optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas

MARIO ROBERTO SAMUDIO MARTINEZ

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN CHÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

2020

**SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE PARQUEADEROS DE LA
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE CHÍA**

MARIO ROBERTO SAMUDIO MARTINEZ

561211125

DIRECTOR

ING. MS. JORGE PÁRAMO FONSECA

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN CHÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

2020

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi director el ingeniero y maestro Jorge Páramo, quien con sus conocimientos y apoyo me brindó una valiosa ayuda y guía a través de cada una de las etapas de este proyecto en beneficio de alcanzar los resultados que buscaba.

También quiero agradecer a el ingeniero Jairo Márquez y a todos los docentes de la universidad de Cundinamarca por brindarme los conocimientos, consejos y experiencias en cada clase en la que tuve participación todos estos años.

Por último, quiero agradecer a todos mis compañeros, por apoyarme y brindarme su ayuda. En especial, quiero mencionar a mi madre, que siempre estuvo ahí para darme palabras de apoyo y toda la ayuda incondicional para continuar con mis estudios y perseverar en todo momento.

Muchas gracias a todos.

DEDICATORIA

A mi madre, mi esposa y mis hijas.

RESUMEN

Este proyecto presenta los aspectos más importantes para el desarrollo de un sistema de información que permita la gestión de parqueaderos en la sede de la universidad del municipio de Chía, pasando por el análisis de las funcionalidades y el flujo de datos en forma general del sistema, el modelado del sistema y los resultados del desarrollo del mismo con el propósito de contribuir al establecimiento del gobierno digital universitario, los requisitos de ley para el funcionamiento de parqueaderos y facilitar la movilidad de la comunidad universitaria.

Palabras clave: *Sistema de información, reconocimiento de placas, Spring framework, Java, OpenCV, aplicación móvil.*

ABSTRACT

This project presents the most important aspects for the development of an information system that allows the management of parking spaces at the university headquarters of the municipality of Chía, through the analysis of the functionalities and the flow of data in general of the system, the modeling of the system and the results of its development with the purpose of contributing to the establishment of the university digital government, the legal requirements for the operation of parking lots and facilitating the mobility of the university community.

Keywords: *Information system, Plate recognition, Spring framework, Java, OpenCV, Mobile app.*

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	3
DEDICATORIA	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT	6
TABLA DE CONTENIDO	7
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE ANEXOS.....	11
ACRÓNIMOS.....	12
CAPÍTULO 1.....	13
INTRODUCCIÓN.....	13
1. PROBLEMA.....	14
1.1. <i>Planteamiento del problema.....</i>	<i>14</i>
1.2. <i>Formulación del problema</i>	<i>15</i>
2. OBJETIVOS	16
2.1. <i>Objetivo general.....</i>	<i>16</i>
2.2. <i>Objetivos específicos</i>	<i>16</i>
3. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	17
1.1. <i>Alcance</i>	<i>17</i>
1.2. <i>Limitaciones</i>	<i>18</i>
5. JUSTIFICACIÓN	19
6. LINEAS(S) DE INVESTIGACIÓN	20
CAPÍTULO 2.....	21
7. MARCO TEÓRICO.....	21
7.1. <i>Marco referencial.....</i>	<i>21</i>

7.2.	<i>Marco conceptual</i>	23
7.3.	<i>Marco legal</i>	26
7.4.	<i>Marco ingenieril</i>	27
CAPÍTULO 3		32
8.	METODOLOGÍA	32
8.1.	<i>Apropiación metodológica</i>	35
9.	DESARROLLO DEL PROYECTO	36
9.1.	<i>Fase de análisis</i>	36
9.2.	<i>Fase de modelado</i>	40
9.3.	<i>Fase de desarrollo</i>	43
10.	PRUEBAS Y CERTIFICACIÓN	44
CAPÍTULO 4		46
11.	CONCLUSIONES	46
12.	RECOMENDACIONES	47
13.	PROYECCIONES	47
REFERENCIAS		48

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1: Patrón DAO	29
Ilustración 2: (2017). Overview of the Spring Framework [Figura]. Recuperado de https://docs.spring.io/spring-framework/docs/5.0.0.RC2/	30
Ilustración 3: Fases a utilizar durante el desarrollo del proyecto.....	33
Ilustración 4: Diagrama de fases UWE propuesta por el docente e ingeniero Jorge Páramo..	34
Ilustración 5: Diagrama ReqF-01 Gestión de usuarios	36
Ilustración 6: Diagrama de contexto	38
Ilustración 7: Diagrama CU02 Gestión de reservas.....	39
Ilustración 8: Diagrama de clases	40
Ilustración 9: Diagrama de modelo físico de base de datos.....	41
Ilustración 10: Diagrama ACT02-06 Solicitar reserva	42
Ilustración 11: Diagrama SEC02-06 Solicitar reserva.....	43
Ilustración 12: Diagrama de clases pruebas CRUD.....	45

LISTA DE FIGURAS

Tabla 1: Elementos del diagrama de flujo de datos28

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de encuesta sobre el uso del estacionamiento de la universidad de Cundinamarca en Chía.

Anexo 2. Resultados encuesta sobre el uso del estacionamiento de la universidad de Cundinamarca sede Chía.

ACRÓNIMOS

IoT. Internet de las cosas

GIS. Sistema de información geográfica

OCR. Reconocimiento óptico de caracteres

SOM. Mapas auto-organizados

ANPR. Reconocimiento automático de matrículas

AOP. Programación orientada a aspectos

MFBD. Modelo físico de base de datos

UWE. Ingeniería web basada en UML

UML. Lenguaje de modelado unificado

DAO. Objeto de acceso a datos

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este proyecto pretende desarrollar un sistema de información para la universidad de Cundinamarca, que permita la gestión de parqueaderos en la sede del municipio de Chía. Lo anterior debido a que facilitar la movilidad de las personas que pertenecen a la comunidad universitaria y que utilizan Automóviles o motocicletas, contribuye a la necesidad implícita de la universidad de cumplir con los requisitos contemplados en la ley para prestar el servicio de parqueadero en la sede.

Las fases de la metodología de desarrollo UWE, permitieron tener un procedimiento claro a seguir para realizar el análisis del sistema y detallar su funcionamiento a nivel general, y luego posterior al análisis, diseñar los modelos que detallan las funcionalidades de una forma más específica.

1. PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La universidad de Cundinamarca es una institución de carácter público que abrió sus puertas al departamento de Cundinamarca en el año de 1970 y se ha extendido desde entonces a ocho municipios del mismo departamento, incluida la extensión del municipio de Chía (Cundinamarca, 2019a).

A finales de julio del año 2016 la universidad de Cundinamarca pudo trasladarse del colegio Diosa Chía para iniciar labores en la nueva sede propia (Cundinamarca, 2019b) ubicada en la Autopista Chía – Cajicá, en el Sector el cuarenta y que actualmente cuenta con un auditorio, sala de docentes, amplios espacios para el personal administrativo, 28 aulas, 5 laboratorios, biblioteca, zona de comidas, zonas deportivas, de recreación y zona de parqueadero.

Después de las indagaciones preliminares mediante observación, se identificó que la institución posee un programa que verifica la identidad de los estudiantes, docentes y funcionarios que ingresan a la sede.

Considerando que la comunidad universitaria desconoce:

- Cantidad de espacio disponible en la zona de parqueadero
- La frecuencia de entrada y salida de vehículos
- Número de placa para verificar la identidad del usuario responsable del vehículo
- Reserva de espacio disponible para la comunidad universitaria y visitantes con privilegios.

Se propone la construcción de un sistema de información que permita la gestión de parqueaderos de la universidad de Cundinamarca en la sede del municipio de Chía, con el propósito de contribuir al cumplimiento de los tres primeros requisitos del artículo 90 del código nacional de policía (Senado, 2016) y fortalecer la organización universitaria digital (Alfonso et al., 2016).

1.2. Formulación del problema

¿Cómo desarrollar un sistema de información para la universidad de Cundinamarca, que permita la gestión de parqueaderos en la sede del municipio de Chía?

2. OBJETIVOS

A continuación, se presentan los objetivos del proyecto.

2.1. Objetivo general

Desarrollar un sistema de información para la universidad de Cundinamarca, que permita la gestión de parqueaderos en la sede del municipio de Chía.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar el análisis que permitirá el establecimiento de las funcionalidades del sistema.
- Realizar el modelado de la aplicación
- Desarrollar el sistema de acuerdo con el modelo
- Probar el sistema de información para su producción y mantenimiento
- Realizar pruebas de validación del Sistema de información

3. ALCANCES Y LIMITACIONES

1.1. Alcance

Este proyecto de carácter aplicado se modelarán los diagramas de requisitos para definir las funcionalidades del sistema, un diagrama de contexto que determinará el flujo de datos que utilizará en su funcionamiento y otros diagramas como casos de uso.

El sistema permitirá el registro de usuarios por medio de una página de inicio de sesión, y también permitirá crear, editar y activar o desactivar usuarios que se encuentre registrados previamente. Los usuarios registrados en el sistema se les asignará un rol predefinido que le permitirá visualizar diferentes módulos del sistema según corresponda con la definición de los diagramas de requisitos.

Se construirá un tablero principal con gráficos que simplifican la interpretación de la información procesada que se encontrará almacenada en una base de datos relacional, y que será modelada previamente a la construcción de la interfaz de usuario. La interfaz de usuario tendrá una barra de navegación que permitirá acceder a los módulos para seleccionar la información presentada, y a las configuraciones del sistema junto con un campo de búsqueda de datos.

Los usuarios del sistema podrán realizar y/o solicitar reservas para ocupar espacios de parqueo en una fecha elegida y que se encuentren disponibles para reserva. También el sistema permitirá a los usuarios generar informes siempre y cuando el rol definido lo permita. Los usuarios que tengan el rol de supervisión podrán crear mensajes de tipo alerta o de aviso que se visualizarán en el sistema después de iniciar sesión.

1.2. Limitaciones

En este proyecto no utiliza datos con información real debido a la política de protección de datos que rige a partir del 2018(Cundinamarca, 2018b). Debido a que las bicicletas no portan una identificación visible al momento del ingreso, estas no se abarca su uso en el proyecto. El sistema no se conecta con cámaras de video ni otros recursos como barreras o talanqueras para el control de acceso reales.

5. JUSTIFICACIÓN

La universidad de Cundinamarca con sede en Chía no tiene un sistema de información que permita gestionar el uso del estacionamiento. Por este motivo se realizó una encuesta (ver anexo 1) cuyo propósito permitió conocer que existe una buena expectativa de uso y aceptación de una aplicación o sistema de información que facilite esta gestión y que a su vez pueda procesar una cantidad considerable de datos. Datos que pueden ser de utilidad a manera de información adicional para ayudar a la toma de decisiones en áreas de la estructura orgánica de la universidad; como la dirección de planeación institucional en cuanto a “planificar el crecimiento y adecuación de la planta física en coordinación con la rectoría y vicerrectorías”(Cundinamarca, 2012) y de la sede para la prestación del servicio del estacionamiento.

La cantidad de estudiantes matriculados en la sede Chía al 2019 son 1631 estudiantes pregrado, 19 estudiantes de postgrado y 85 docentes para un total aproximado de 1735 personas (Cundinamarca, 2019c). Esto sin contar con el personal administrativo y de vigilancia los cuales hacen parte de la comunidad universitaria. Y teniendo en cuenta que hay alrededor de 15 millones de vehículos matriculados en Colombia(RUNT, 2020), este proyecto se llevó a cabo para contribuir al cumplimiento de las normas del código nacional de policía, facilitar la movilidad de las personas que poseen algún tipo de vehículo, pertenecen a la comunidad universitaria y utilizan el estacionamiento de la sede.

Mediante el diseño de dicho sistema se pretende beneficiar a toda la comunidad universitaria de la sede Chía que desee utilizar el servicio de parqueadero de esta, proporcionando información valiosa como:

- Conocer espacios disponibles de la zona de parqueadero.

- Frecuencia de entrada/salida de vehículos.
- Reconocimiento de placas para la verificación de identidad del usuario.
- Reserva de espacios disponibles para docentes, personal administrativo y visitantes con privilegios (Expositores, invitados especiales, etc.).
- Alertar a usuarios de parqueadero en caso de emergencia, imprevistos u avisos de vital importancia.

6. LINEAS(s) DE INVESTIGACIÓN

“*Software*, sistemas emergentes y nuevas tecnologías, conjunto de programas, subprogramas, subrutinas y menús que se elaboran a manera de aplicaciones y/o paquetes para cumplir con un fin específico” (Cundinamarca, 2018a).

CAPÍTULO 2

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Marco referencial

Uno de los primeros sistemas de parqueo de la historia fue el parquímetro, patentado en el año de 1938 en los estados unidos. Este sistema permite registrar el tiempo en unidades ingresando una moneda para obtener el derecho a estacionar el vehículo por un tiempo limitado. Una vez que el tiempo termina el vehículo debe abandonar el espacio público o ingresar otra moneda para permanecer en este (Magee, 1938); el parquímetro continua siendo utilizado en la actualidad en varios países del mundo.

Para los espacios privados generalmente se utilizan sistemas de información, en donde “el propósito principal de los sistemas de información es gestionar y proveer acceso a una base de datos de información. Las decisiones o cuestiones importantes en sistemas de información incluyen la seguridad, usabilidad, privacidad y el mantenimiento de la integridad de datos” (Sommerville, 2010).

Existen alrededor de 136 proyectos relacionados con sistemas de información que han sido publicados en el repositorio digital de la universidad de Cundinamarca (Cundinamarca, 2019d), en el cual se pueden destacar dos proyectos directamente relacionados con la gestión de zonas de parqueaderos. El “Prototipo de software para el registro y control del acceso de motocicletas al parqueadero de la Universidad de Cundinamarca Extensión Facatativá versión 2.0” (Bustos Mahecha & Rodriguez Velandia, 2019) y “Software Para Administrar Y Manejar Los Recursos Disponibles En Parqueaderos De Pequeños Centros Comerciales – *System Parking*” (Arévalo Sandoval & Romero Ruiz, 2017).

A nivel internacional las investigaciones relacionadas con la gestión de parqueaderos son numerosas y entre ellas se pueden destacar las investigaciones de reconocimiento de matrículas de vehículos utilizando redes neuronales.

Hace 4 años se realizó una investigación para el reconocimiento automático de placas usando dispositivos móviles con sistema operativo Android. Los autores describen el desarrollo de una aplicación que “captura la imagen, localiza la matrícula del vehículo, segmenta los caracteres localizados en la matrícula y posteriormente, la aplicación reconoce los caracteres segmentados utilizando el motor *tesseract OCR* y redes neuronales tipo *SOM*”(Do et al., 2016). Otra investigación demuestra que se pueden implementar diferentes procesos para localizar la matrícula del vehículo y realizar el reconocimiento de caracteres en condiciones óptimas de exposición a la luz(Chen, 2017).

También existen investigaciones orientadas a gestionar los parqueaderos mediante sistemas basados en *IoT* y en *GIS*; Como el sistema Uparking que “es compatible con dispositivos *IoT* como la cámara *ANPR* y el sensor *TCRT5000* para proporcionar tecnología de control automatizado con mínima intervención humana”(Farooqi et al., 2019). O el sistema de parqueo que combina *GIS* con *IoT* para determinar la ruta más corta al espacio de parqueo en tiempo real(Ya’acob, Azize, & Alam, 2016).

7.2. Marco conceptual

Sistema de información

Es un conjunto de procesos o procedimientos que interactúan entre sí, que opera con datos recolectados de un entorno previamente definido. El objetivo principal de estos sistemas es generar información que tenga la mayor utilidad posible por medio del tratamiento de los datos recolectados. Los sistemas de información nacen en esencia de las abstracciones del mundo que nos rodea y su funcionamiento es consumir datos, procesarlos y luego mostrar los resultados.

Actualmente los sistemas de información son muy diversos y se usan en todo momento porque están ligados al progreso de la sociedad de la información; todas las organizaciones que existen hoy en día utilizan un sistema de información en forma directa o indirecta.

Reconocimiento de placas

Es una técnica que permite identificar números de placa o matrícula de vehículos. Se deriva del procesamiento de imágenes y tiene una relación muy cercana con la inteligencia artificial para traducir las imágenes a texto que un ser humano pueda entender a simple vista. El reconocimiento de placas o matriculas de vehículos hace parte del procesamiento de imágenes, el cual está enmarcado en el uso de algoritmos, procedimientos y técnicas de captura de imágenes que posteriormente se someten a algún tratamiento.

Spring framework

“El marco de trabajo de Spring es una solución para construir aplicaciones que es modular, y que también puede usar solo el código de integración de Hibernate o la capa de abstracción *JDBC*. Spring Ofrece un marco MVC con todas las funciones y le permite integrar

AOP” (Johnson et al., 2016). Este marco de trabajo actualmente es ampliamente usado por la comunidad de desarrolladores que utilizan el lenguaje de programación java(Stackoverflow, 2019).

Siendo un marco de trabajo orientado al lenguaje de programación Java, Spring abarca diversas áreas para la construcción de soluciones de microservicios, aplicaciones web, procesamiento de datos por lotes, aplicaciones *serverless* y orientadas a la interacción con servicios en la nube(Spring, 2020).

Java

Lenguaje de programación orientado a objetos que se utiliza para escribir programas que luego son compilados a lenguaje máquina para su ejecución en un computador o en un servidor en la nube. Este lenguaje de programación se fundamenta en el paradigma orientado a objetos y ha mantenido su popularidad desde sus inicios debido a la comunidad que rodea el desarrollo y crecimiento de este lenguaje de programación patrocinado por muchas empresas de tecnología reconocidas a nivel mundial como Oracle.

OpenCV

Conjunto de librerías orientadas al uso del reconocimiento de imágenes. Según la página oficial de este conjunto de librerías “incluyen un conjunto completo de algoritmos de aprendizaje automático y visión por computadora clásicos y de última generación. Estos algoritmos pueden usarse para detectar y reconocer rostros, identificar objetos, clasificar acciones humanas en videos, rastrear movimientos de cámara, rastrear objetos en movimiento”(OpenCV, 2020) y entre muchos otros. Esta librería tiene licencia de código abierto lo que beneficia el aprendizaje en profundidad del funcionamiento del código fuente.

Aplicación móvil

Una aplicación móvil es un programa compilado que se ejecuta en sistemas operativos embebidos o móviles. Por ejemplo, el sistema operativo de Android el cual es un proyecto de código abierto que es mantenido por una de las empresas de tecnología más grandes del mundo. El uso de aplicaciones móviles se ha convertido en un hábito cotidiano en todo el mundo debido a las facilidades que ofrece en términos de portabilidad.

7.3. Marco legal

Debido a que el funcionamiento de los parqueaderos en Colombia se encuentra regulado bajo los artículos 89 y 90 de la ley 1801, este proyecto contribuye al cumplimiento de los primeros requisitos generando un recibo digital de depósito del vehículo al ingreso del parqueadero que contenga datos como el número de placa, hora de ingreso, el número de la póliza y nombre de la compañía aseguradora y otros datos de relevancia para informar al usuario. Adicionalmente el recibo digital muestra el procedimiento de reclamación o en su defecto un enlace directo al sitio web de la aseguradora y ofrece al conductor del vehículo la opción de relacionar algún tipo de objeto personal o bien que se encuentre dentro del vehículo y que desee dejar en el depósito del mismo.(Senado, 2016)

Los demás aspectos contemplados en los requisitos cuatro a nueve son aspectos ajenos a los requisitos funcionales del sistema y no se tuvieron en cuenta al desarrollar de este proyecto. Es importante resaltar que este proyecto debe cumplir con las regulaciones establecida en la ley 1581 de 2020.

7.4. Marco ingenieril

Análisis y modelado

Dado que “la ingeniería de requisitos se ocupa de descubrir, obtener, desarrollar, analizar, verificar (incluidos los métodos y la estrategia de verificación), validar, comunicar, documentar y gestionar los requisitos”(IEEE_29148, 2018); el modelo requerimientos permite detallar no solamente las funcionalidades del sistema, las cuales forman las bases de la estructura del sistema a construir, también ayuda a limitar el alcance y los procedimientos o procesos prohibidos de este por medio de la definición de lo que se conoce como restricciones.

En el marco de la ingeniería de requisitos, “los requisitos no funcionales tienen las siguientes características esenciales: Definen propiedades o cualidades que debe tener el sistema, pueden ser subjetivos, relativos e interactivos, describen qué tan bien deben operar los sistemas y están asociados con todo el sistema” (Adams, 2015). Esto implica que los requisitos no funcionales son una parte fundamental que debe ser tomada en cuenta al momento previo de desarrollar un sistema de información porque permitirán tener una mejor comprensión del propósito del modelado de casos de uso, que posteriormente son tomados como referencia al modelado de los diagramas de actividades, diagrama de clases y de secuencias.

Por otro lado, para tener una comprensión general del funcionamiento del sistema es necesario analizar el sistema desde el punto de vista del negocio; Aunque en este caso el parqueadero no tiene costo para la comunidad universitaria, es importante aclarar que el análisis del flujo de datos brinda una comprensión general del sistema.

“Los desarrolladores de sistemas suelen considerar el proceso empresarial simplemente como una descripción de la forma de utilizar el sistema de información, que puede expresarse

como un simple caso de uso”(Rępa, 2017). Por lo anterior, el diagrama de flujo de datos es un diagrama que permite el análisis del flujo de datos en todo el sistema.

Una de las características principales del diagrama de flujo de datos es que permite analizar los procesos en el sistema que utilizan los datos, hacia donde se dirigen y en donde se almacenan(Aleryani, 2016); Es el almacén de datos lo que diferencia este diagrama de los diagramas de casos de uso y como consecuencia de esta diferencia el diagrama de flujo de datos permite tener un conocimiento previo al desarrollo del modelo físico de base de datos.

Tabla 1: Elementos del diagrama de flujo de datos

	Se utiliza para representar un usuario o un almacén de datos externo que no pertenece al sistema
	Representa una actividad en donde los datos son utilizados
	Representa a la base de datos o a una entidad donde se guardan los datos
	Se utiliza para identificar la entrada de datos desde un nivel más generalizado del sistema
	La flecha representa la dirección en donde fluyen los datos

Sistemas de información

Como se mencionó anteriormente, los sistemas de información están orientados a brindar diversas soluciones, y por ello existen diferentes tipos de sistemas de información. Algunos de ellos son los sistemas de apoyo a la decisión, a realizar transacciones y también a gestionar cualquier tipo de procesos.

Lenguaje de programación y marcos de trabajo

Java

El índice Tiobe sitúa al lenguaje de programación Java como uno de los más populares desde el año 2001(Tiobe, 2020) y debido a esto, Java es uno de los lenguajes más usados en la industria del software. Actualmente La versión de java se encuentra en 14 y la versión 11 es una de las versiones estables utilizadas recientemente. Por mencionar una de las ventajas de java 11 entre ellas se encuentra la gestión de módulos y el uso de expresiones lambda

Hibernate

Hibernate es un marco de trabajo que está orientado a gestionar las transacciones que se hagan entre los módulos o componentes del sistema y el motor de base de datos. Este marco de utiliza el patrón de acceso a datos DAO.

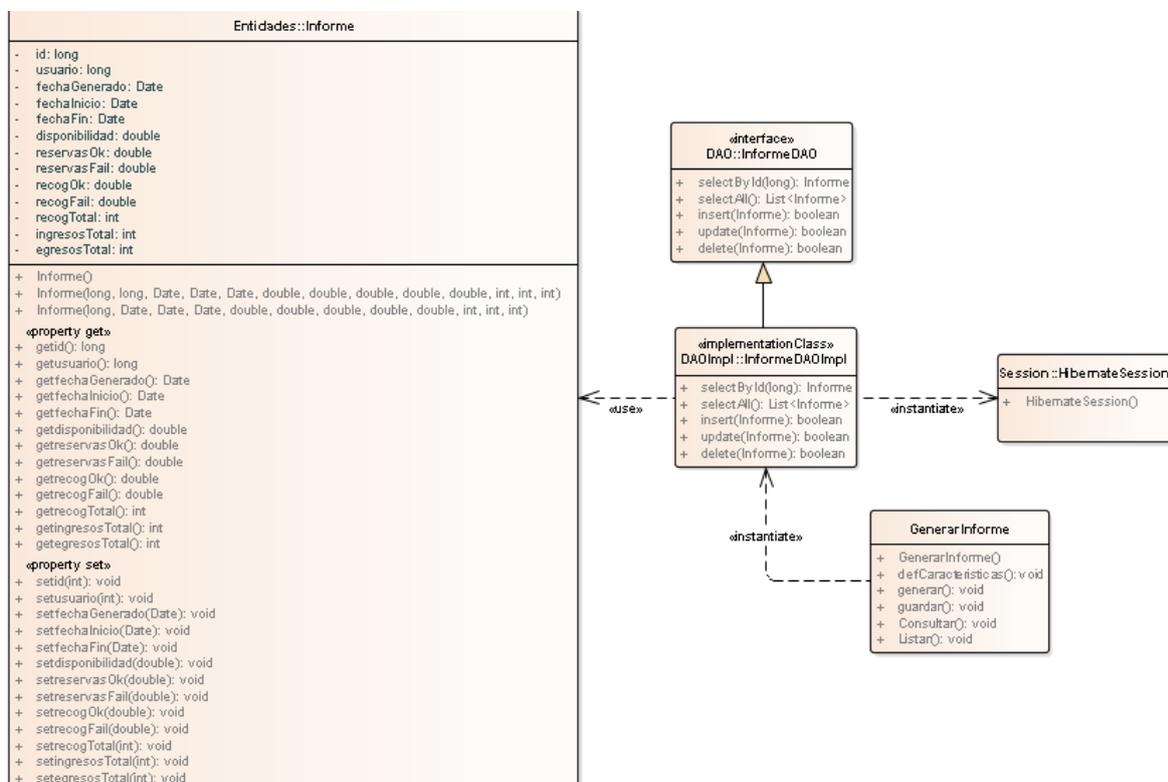


Ilustración 1: Patrón DAO

Spring framework

Mencionado anteriormente en el marco conceptual, el marco de trabajo de Spring ha estado evolucionando desde sus inicios en el año 2002 y cada vez más se adapta para convertirse en un marco de trabajo muy robusto que abarca diferentes funcionalidades orientadas a diferentes propósitos para trabajar en conjunto con la mayor facilidad posible.

“El marco de Spring consta de características organizadas en aproximadamente 20 módulos. Estos módulos se agrupan en *Core container*, Acceso e integración de datos, Web, *AOP* (Programación orientada a aspectos), Instrumentación, Mensajería y Prueba, como se muestra en el siguiente diagrama”(Spring, 2017),

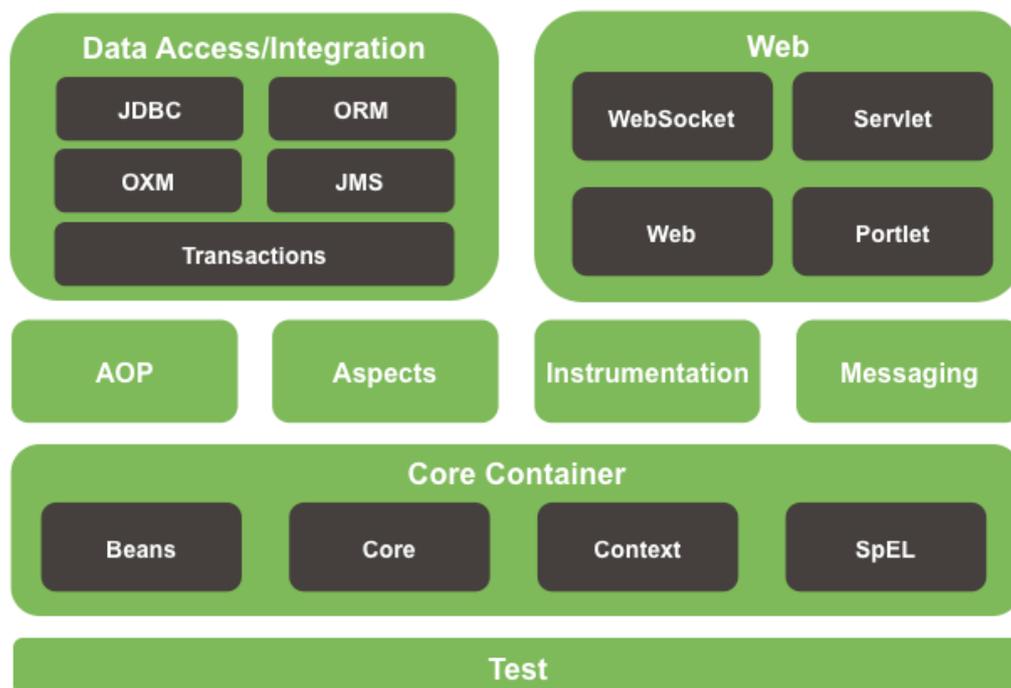


Ilustración 2: (2017). Overview of the Spring Framework [Figura]. Recuperado de <https://docs.spring.io/spring-framework/docs/5.0.0.RC2/>

Para este proyecto se utilizan los módulos de *ORM*, *Web*, *JDBC*, *Servlet*, *messaging*, *beans*, *Core* y *Context*.

Inversión de control IoC

“Es una técnica que externaliza la creación y gestión de dependencias de componentes, en donde una clase A que tradicionalmente depende de otra B. Usa esta técnica como proceso para proporcionar una instancia de B (o una subclase) a A en tiempo de ejecución”(Cosmina, Harrop, Schaefer, & Ho, 2017).

CAPÍTULO 3

8. METODOLOGÍA

UWE es una metodología para la ingeniería web desarrollada en la universidad de Múnich en Alemania. UWE enfoca sus fases y tareas a favor del desarrollo de software usando el lenguaje de modelado unificado UML para el análisis y desarrollo de aplicaciones web (München, 2019). Esta metodología tiene sus inicios desde el año 2000 (München, Informatics, Programming, & Engineering, 2019).

El desarrollo del proyecto se realizó en base a la metodología propuesta por el profesor e ingeniero en sistemas Jorge Páramo, en donde propone una metodología basada en UWE planteando las siguientes fases:

- Fase de análisis
- Fase de modelado
- Fase de desarrollo

Cada una contempla una serie de tareas para completar dichas fases las cuales se detallan a continuación:

- **Fase de análisis:** Diagrama de Gantt, modelo de requisitos, casos de uso, diagrama de análisis.
- **Fase de modelado:** Diagrama de clases, modelo de dominio, modelo de procesos, modelo de comportamiento, Wireframe.
- **Fase de desarrollo:** *Backend y frontend.*

Al interior de la fase de modelado se encuentran los tópicos de dominio, procesos y comportamiento las cuales a su vez tienen las tareas estructuradas de la siguiente forma:

- **Modelo de dominio:** Modelado físico de la base de datos, modelado de contenidos, estructura del sitio.
- **Modelo de procesos:** Estructura de procesos, flujo de procesos
- **Modelo de comportamiento:** flujo de navegación

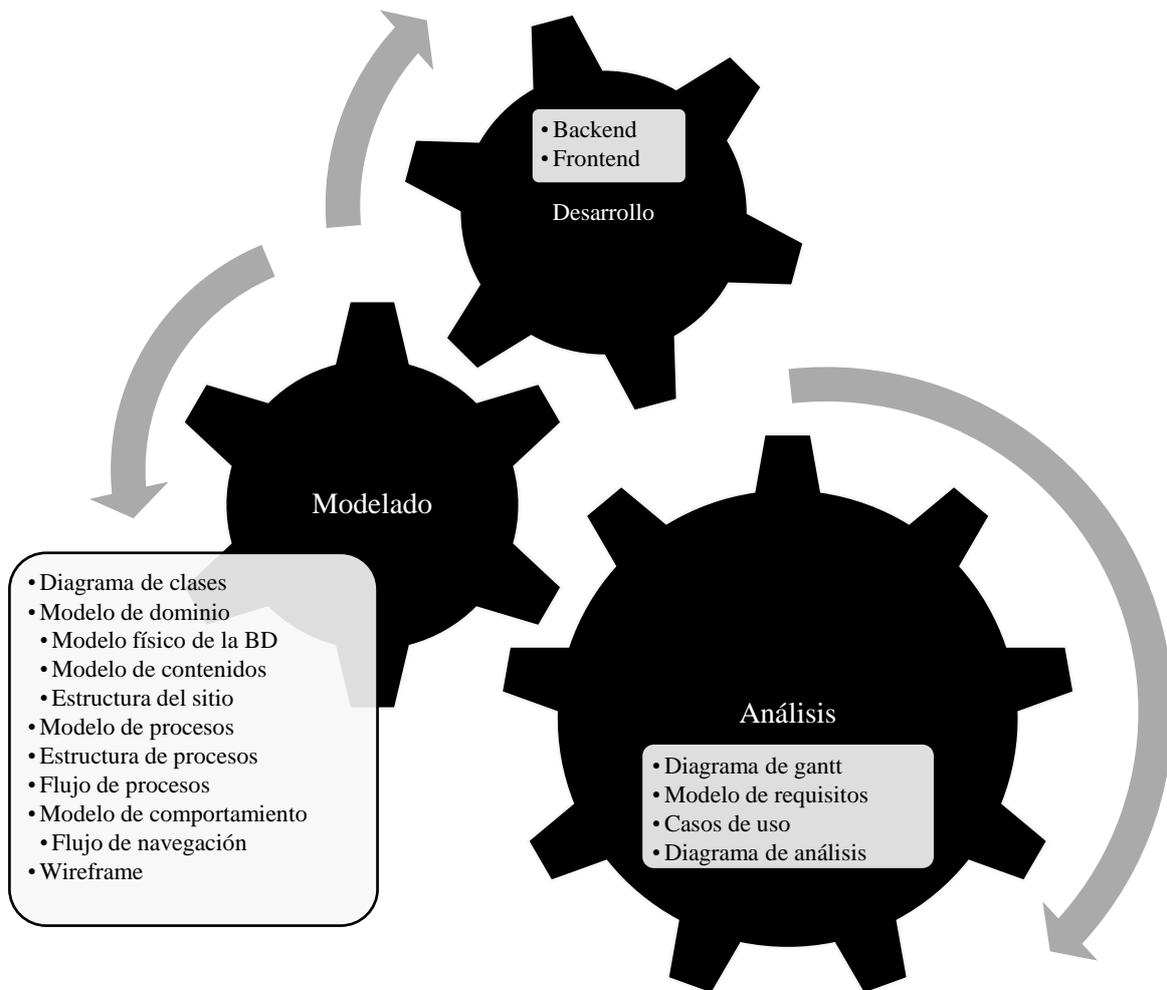


Ilustración 3: Fases a utilizar durante el desarrollo del proyecto

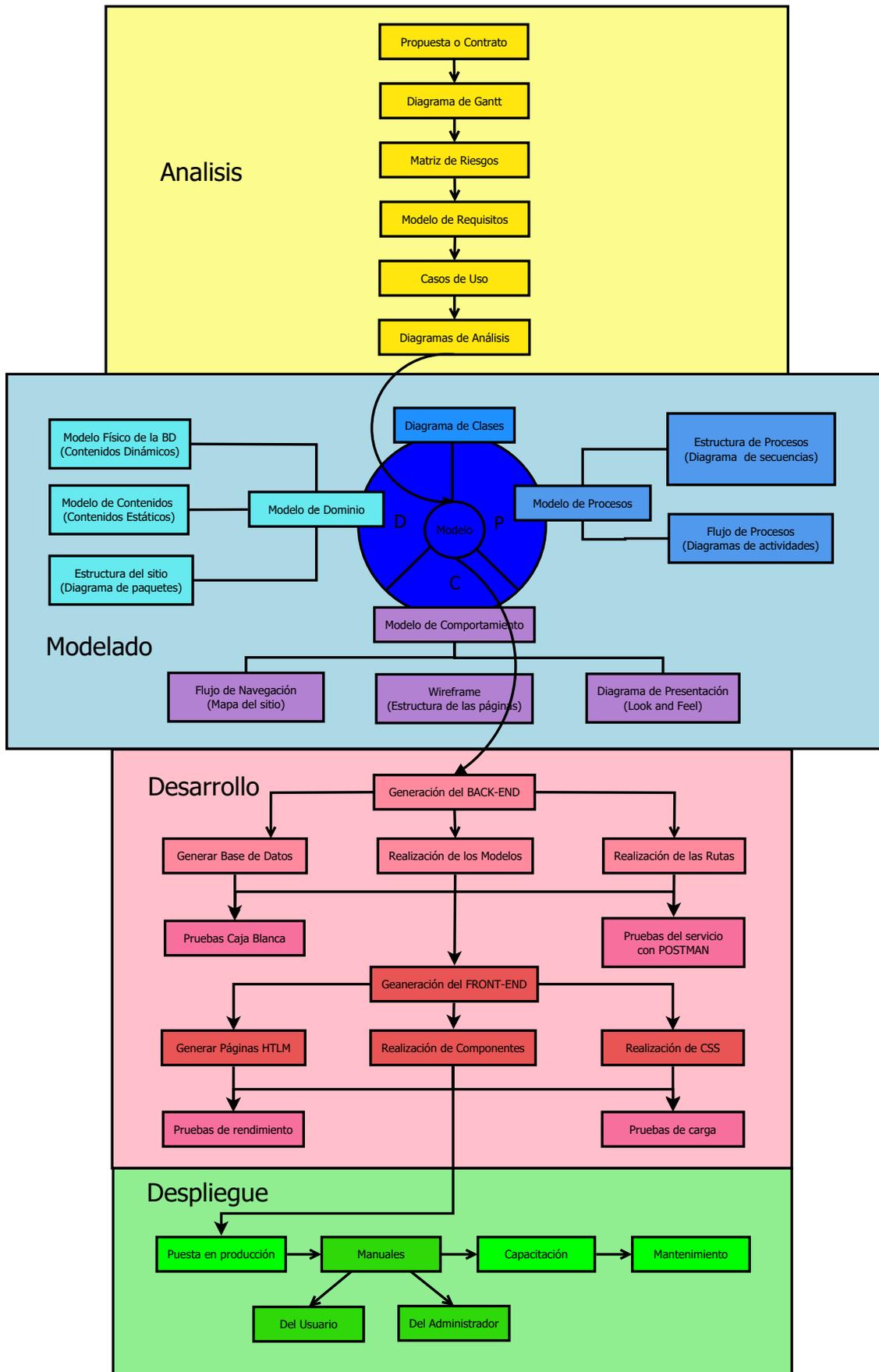


Ilustración 4: Diagrama de fases UWE propuesta por el docente e ingeniero Jorge Páramo

El tipo de investigación según los objetivos de este proyecto fueron de carácter aplicado y la herramienta que se utilizó como apoyo al desarrollo de las fases metodológicas de análisis y modelado fue Enterprise Architect versión 13. Para la fase de análisis se utilizó la encuesta como herramienta de recolección de datos de las necesidades del sistema a grandes rasgos y que se encuentra como documento anexo al proyecto.

8.1. Apropriación metodológica

Fase de análisis

- Diagrama de modelo de requisitos
- Diagramas de casos de uso
- Diagrama de análisis de flujo de datos

Fase de modelado

- Diagrama de clases
- Diagrama de modelo físico de base de datos
- Diagramas de actividades
- Diagrama de secuencias

Fase de desarrollo

- Código fuente

9. DESARROLLO DEL PROYECTO

Para la presentación del desarrollo de este proyecto se adjuntaron solo las imágenes y los diagramas más relevantes y representativos de las fases en este documento .

9.1. Fase de análisis

En esta fase según los resultados de la encuesta y la observación, se desarrollaron los diagramas de requisitos que permitieron realizar el diagrama de análisis para especificar el funcionamiento del sistema en un contexto general.

Diagramas de requisitos

Los diagramas de requisitos como base para el modelado y desarrollo del sistema se categorizaron según los módulos propuestos en el alcance de este proyecto dando como resultado una descripción principal de las funcionalidades que debe tener el sistema para su puesta en marcha.

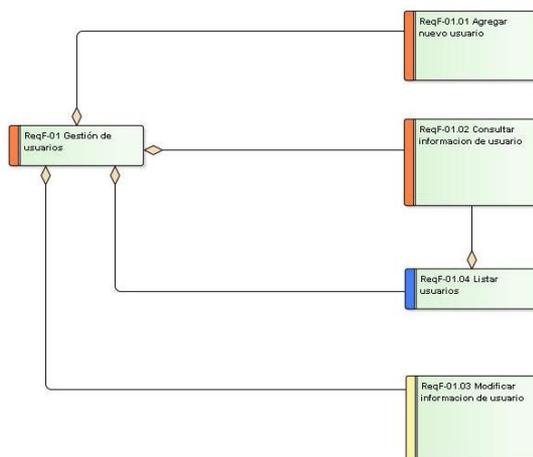


Ilustración 5: Diagrama ReqF-01 Gestión de usuarios

A continuación, se mencionan algunos requisitos contemplados en la fase de análisis:

- **ReqF-01.03 Modificar información de usuario.** El sistema deberá permitir modificar la información registrada en el sistema de cualquier usuario.

- **ReqF-01.04 Listar usuarios.** El sistema deberá permitir listar toda la información de los usuarios que se encuentren almacenados en base de datos.
- **ReqF-02.01 Agregar reserva.** El sistema deberá permitir agregar la reserva de uno o más espacios disponibles en la zona de parqueaderos
- **ReqF-02.02 Cancelar reserva.** El sistema deberá permitir cancelar la reserva de uno o más espacios disponibles en la zona de parqueaderos
- **ReqF-02.03 Editar reserva.** El sistema deberá permitir editarla reserva de uno o más espacios disponibles en la zona de parqueaderos
- **ReqF-02.06 Solicitar reserva.** El sistema deberá permitir que el usuario visitante y usuario general puedan solicitar reservas a través de la asignación de los roles definidos para dichos usuarios
- **ReqF-03.03 Desactivar recurso.** El sistema deberá permitir (activar o desactivar) cámaras de video o monitores para el ingreso o salida de datos en la prestación del servicio de parqueaderos en la sede.
- **ReqF-04.05 Listar informes.** El sistema deberá permitir listar todos los informes guardados en la base de datos.
- **ReqF-07.01 Administrador.** El sistema deberá permitir crear perfiles de usuario administrador, que tendrán acceso a todas las funcionalidades del sistema y permisos para configurar todos los parámetros editables desde la interfaz de usuario. Este perfil de usuario le corresponde el rol administrador.
- **ReqF-06 Autenticación.** El sistema deberá permitir validar el acceso de los usuarios que pretendan ingresar al sistema de información

Diagramas de análisis

El diagrama de análisis permitió contextualizar el flujo de datos del sistema de forma global y simple con el propósito de entender su funcionamiento a grandes rasgos.

Name: Diagrama de análisis de nivel 1
 Author: Mario Roberto Samudio Martínez
 Version: 1.0
 Created: 10/08/2020 0:00:00
 Updated: 21/09/2020 16:23:28

Diagrama análisis de nivel 1

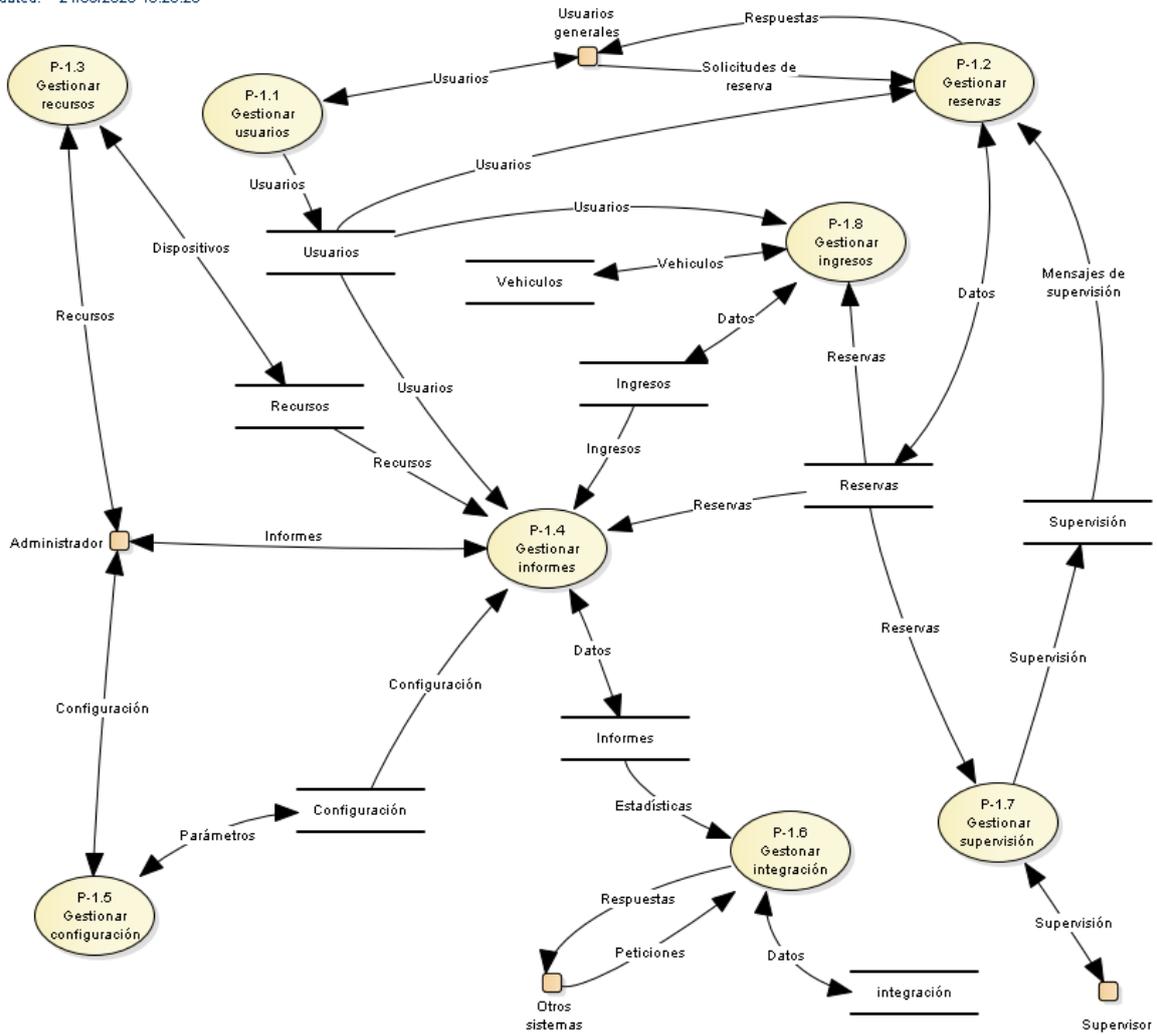


Ilustración 6: Diagrama de contexto

Diagramas de casos de uso

Los diagramas de casos de uso estuvieron fundamentados en todos los diagramas de requisitos y los diagramas de análisis para su desarrollo. Los casos de uso relacionados con la gestión de reservas se centran en tres perfiles de usuario, de los cuales el perfil de usuario general usa la mayoría de los casos en la gestión de reservas.

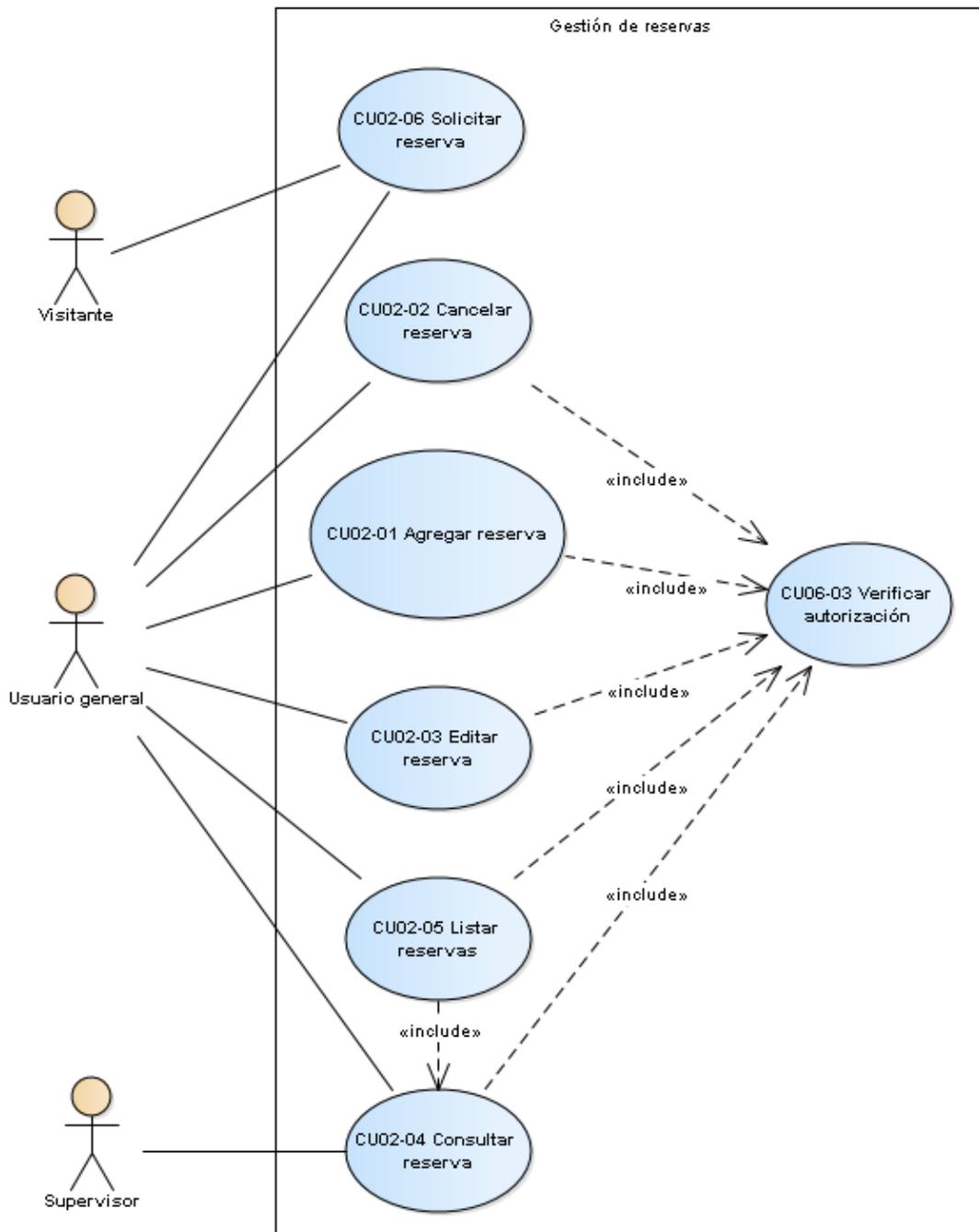


Ilustración 7: Diagrama CU02 Gestión de reservas

Diagramas de actividades

En el momento en que el usuario solicita una reserva al sistema, este muestra una sola opción dependiendo del tipo de perfil de dicho usuario y si este tiene permisos para reservar entonces completa la información que el sistema necesita. En caso de que ocurra un error relacionado con la base de datos el sistema lanza una excepción controlada.

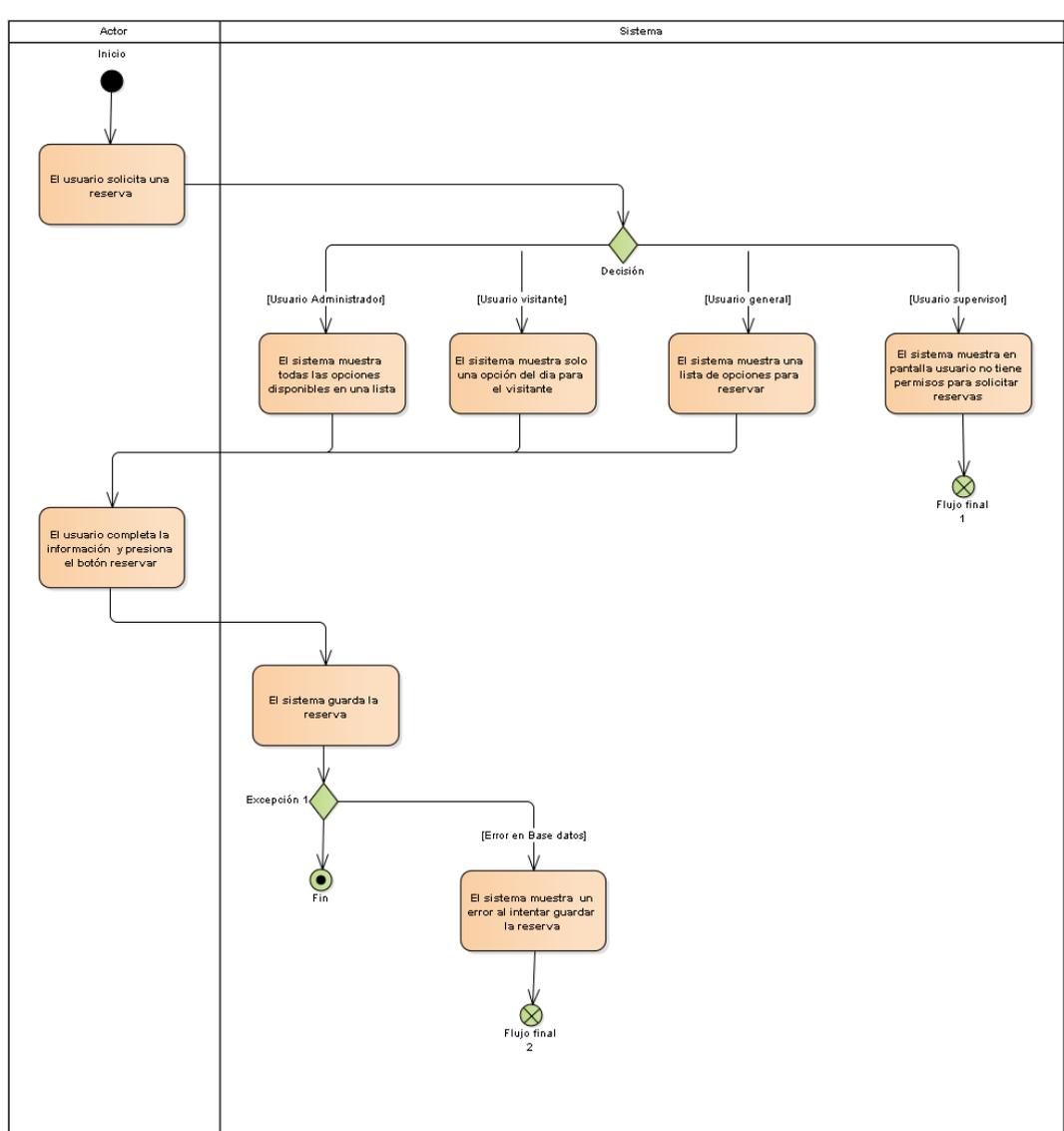


Ilustración 10: Diagrama ACT02-06 Solicitar reserva

Diagrama de secuencias

Al momento en el usuario solicita la reserva en la pantalla principal, la pantalla crea un objeto reserva e inmediatamente consulta la disponibilidad de espacios de parqueo, posteriormente consulta las reservas por fecha de solicitud y le muestra al usuario los espacios disponibles para esa fecha.

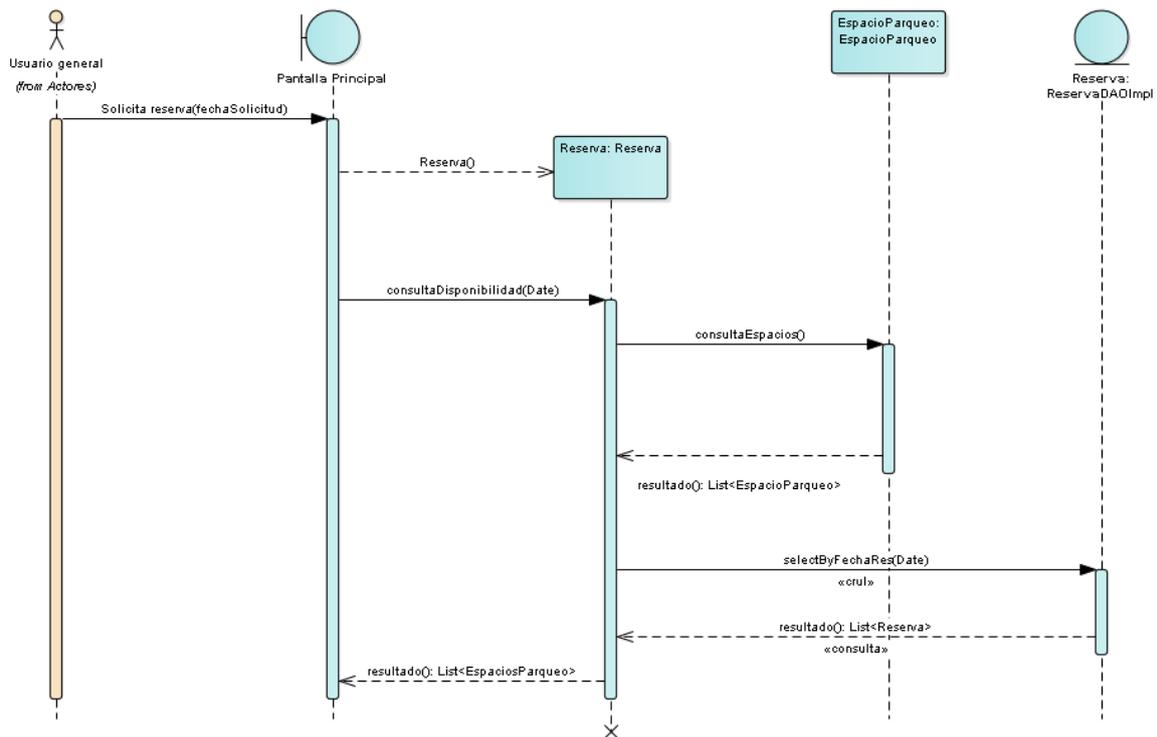


Ilustración 11: Diagrama SEC02-06 Solicitar reserva

9.3. Fase de desarrollo

En esta fase se utilizó el entorno de desarrollo integrado eclipse en su versión 4.19.0 junto con el contenedor de aplicaciones tomcat v9.0 que actúa como servidor para alojar el proyecto en ejecución. El motor de base de datos que se eligió para almacenar los datos fue PostgreSQL en versión 9.4.15.

10. PRUEBAS Y CERTIFICACIÓN

En la fase de desarrollo del sistema de información se construyeron 16 clases de prueba que contienen entre 70 y 80 pruebas unitarias. Estas pruebas se diseñaron con el propósito de verificar que las consultas, inserciones, actualizaciones y borrado de registros a la base de datos se completaran con éxito antes de pasar a la construcción de la vista (interfaz de usuario) y los controladores de la arquitectura de diseño mvc.

De lo anterior es importante mencionar que la mayoría de las pruebas unitarias se diseñaron solo para comprobar que las consultas funcionaran correctamente, es decir, para revertir la escritura de datos después de la consulta; esto facilitó el análisis de cada prueba unitaria y las entidades en los momentos de fallo. Solamente se construyó una clase de pruebas para persistir los datos y posteriormente eliminarlos (ver ilustración 12).

Para la ejecución de las pruebas mencionadas anteriormente, fué necesario crear algunos datos en cada tabla del modelo entidad relación del sistema. Posterior a ello, se utilizó la herramienta Maven para ejecutar las pruebas unitarias de forma secuencial y selectiva por medio de la ejecución de comandos propios, o a través de la integración con el entorno de desarrollo eclipse IDE.

Los resultados de las pruebas unitarias permitieron concluir que el código fuente construido para interactuar con la base de datos funciona correctamente; lo que implica que las funciones pueden ser llamadas desde cualquier controlador sin lugar a fallos relacionados con la lógica de estas.

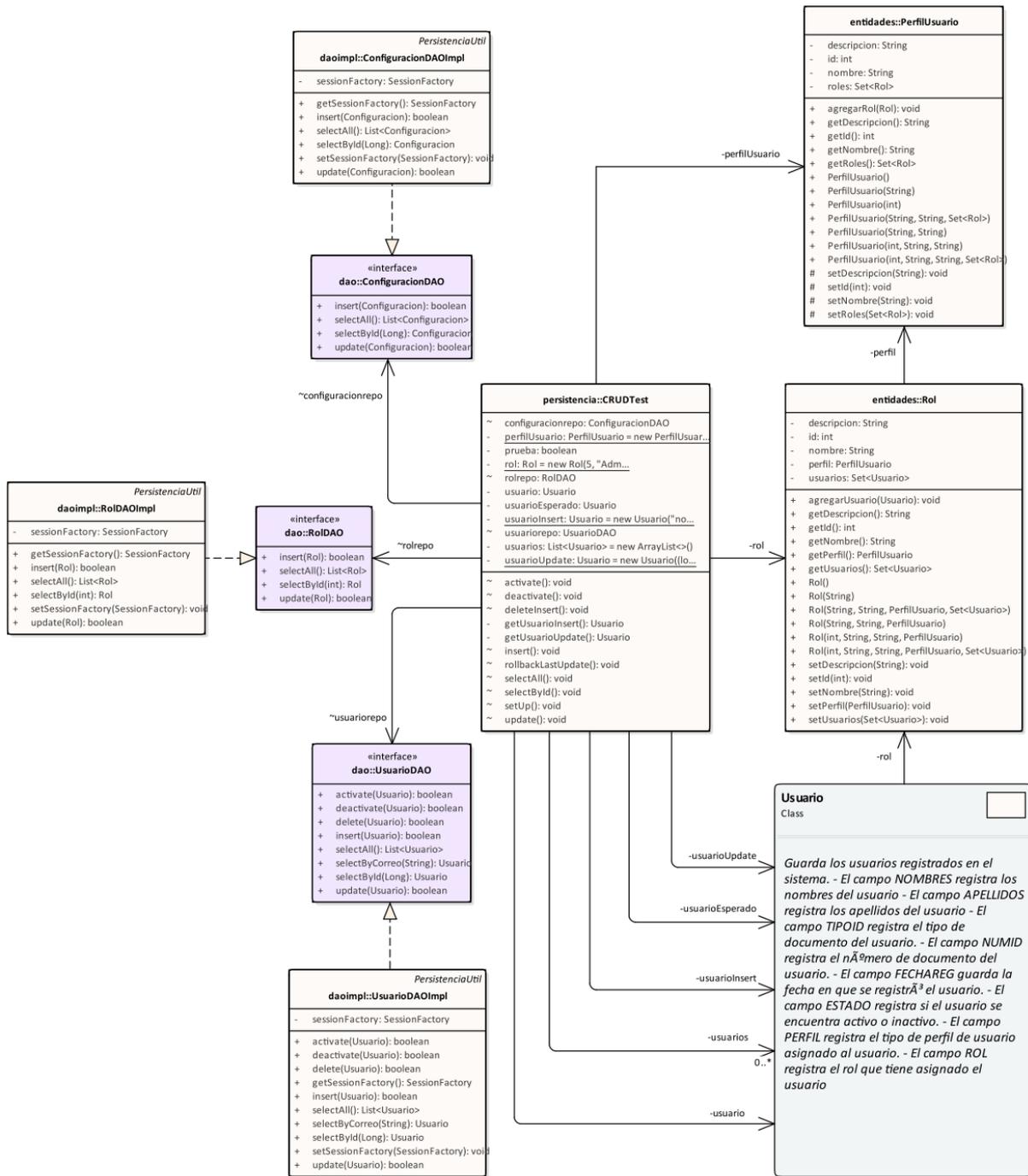


Ilustración 12: Diagrama de clases pruebas CRUD

CAPÍTULO 4

11. CONCLUSIONES

En el desarrollo del sistema de información dentro de sus fases, principalmente la fase de desarrollo, el modelo físico de base de datos se utilizó con mucha frecuencia para escribir las entidades, sus atributos, tipos de datos y funciones. Esto permitió una mayor retroalimentación entre la escritura del código y el modelo de datos, lo que dio como resultado una mejora en el modelo de entidad relación.

En el transcurso de la escritura del código del sistema y pese a que se usó el control de código fuente para registrar los cambios y la evolución del proyecto, ocurrieron errores que pusieron en riesgo la correcta ejecución y compilación del código en el contenedor de aplicaciones, y como consecuencia se perdió el histórico y los cambios de 3 meses de varios archivos para la consulta en base de datos. Lo anterior pone en evidencia que no solamente es necesario planear la realización de copias de seguridad de la información que almacena el sistema, también es de vital importancia planear la frecuencia de copias de seguridad del código fuente para futuras mejoras y nuevas implementaciones, evitando pérdida de trabajo realizado y mayor consumo de recursos. En cualquier caso, el propósito de la fase de modelado también permite preservar la estructura del sistema y volver a construirlo en caso de pérdida de fragmentos de código fuente o errores de diseño en la fase de desarrollo.

También se utilizó el entorno de desarrollo conectado al contenedor de aplicaciones en modo debug mientras se escribió el código fuente, lo que facilitó bastante la visualización del resultado de los datos procesados paralelo a la lógica del código escrito.

Finalmente se concluye que el modelo del sistema de información cumple con la necesidad de la universidad de facilitar el uso de los espacios de parqueo, permitiendo agregar, listar, editar, activar y desactivar usuarios y recursos a la vez que permite planificar viajes de manera anticipada con las solicitudes de reserva.

12. RECOMENDACIONES

Una de las aplicaciones del sistema con respecto a el procesamiento de datos en la entrada y salida de vehículos es que dichos datos pueden ser utilizados para conocer en que época del año el servicio de parqueadero se encuentra con un alto flujo vehicular y en qué medida el servicio prestado es impactado por alguna eventualidad en el tráfico del municipio.

Posterior a la implementación futura del sistema se recomienda elaborar unos estudios estadísticos que confirmen el valor de los datos procesados y el impacto que tienen sobre crecimiento y la adecuación de la sede universitaria.

13. PROYECCIONES

En el futuro podría desarrollarse un módulo o componente para la detección de bicicleta y de su propietario, también es posible implementar este sistema de información en la sede chía y ampliarlo en un futuro para que se utilice en todas las sedes de la universidad de Cundinamarca

REFERENCIAS

- Adams, K. M. (2015). Introduction to Non-functional Requirements. *Nonfunctional Requirements in Systems Analysis and Design* (pp. 45–72). Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-18344-2_3
- Aleryani, A. Y. (2016). Comparative Study between Data Flow Diagram and Use Case Diagram. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 6(3), 124–126.
- Alfonso, J. D. C. C., Díaz, E. D., Olarte, B. N. R., Rey, B. A. B., Vélez, L. H. C., Galindo, D. A. G., Gutiérrez, N. P. U., et al. (2016). *Plan estratégico 2016 - 2026*. Universidad de Cundinamarca. Retrieved from <https://www.ucundinamarca.edu.co/index.php/plan-estrategico-2016-2026>
- Arévalo Sandoval, D. S., & Romero Ruiz, Y. A. (2017, November). *Software para administrar y manejar los recursos disponibles en parqueaderos de pequeños centros comerciales – system parking*. Universidad de Cundinamarca. Retrieved from <http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/123456789/1207>
- Bustos Mahecha, D. F., & Rodriguez Velandia, R. A. (2019, May). *Prototipo de software para el registro y control del acceso de motocicletas al parqueadero de la Universidad de Cundinamarca Extensión Facatativá versión 2.0*. Universidad de Cundinamarca. Retrieved from <http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/123456789/1755>
- Chen, J. (2017). Chinese license plate identification based on Android platform. *2017 3rd International Conference on Computational Intelligence & Communication Technology (CICT)*. doi:10.1109/ciact.2017.7977286
- Cosmina, I., Harrop, R., Schaefer, C., & Ho, C. (2017). *Pro Spring 5*. Apress. doi:10.1007/978-1-4842-2808-1
- Cundinamarca, U. de. (2012). *RESOLUCIÓN 064 DE MAYO 03 DE 2012*. Universidad de Cundinamarca. Retrieved from

- <http://www.ucundinamarca.edu.co/gaceta/index.php/resoluciones-rectorales/rectorales-resoluciones2012?download=497:resolucion-064-de-mayo-03-de-2012>
- Cundinamarca, U. de. (2018a). Lineas de investigacion. Retrieved from <https://www.ucundinamarca.edu.co/investigacion/index.php/lineas-de-investigacion>
- Cundinamarca, U. de. (2018b, May). Proteccion de datos personales. Retrieved from <https://www.ucundinamarca.edu.co/index.php/proteccion-de-datos-personales>
- Cundinamarca, U. de. (2019a). Reseña historica ucundinamarca. Retrieved from <https://www.ucundinamarca.edu.co/index.php/universidad/resena-historica>
- Cundinamarca, U. de. (2019b). Dirección de planeación institucional. Retrieved from <https://www.ucundinamarca.edu.co/index.php/universidad/planeacion-institucional/direccion-de-planeacion-institucional>
- Cundinamarca, U. de. (2019c). Boletín Estadístico Universidad de Cundinamarca XI Edición. Universidad de Cundinamarca. Retrieved from https://www.ucundinamarca.edu.co/documents/planeacion/BOLETIN_ESTADISTICO_O_11-1.pdf
- Cundinamarca, U. de. (2019d). Extensión Chia. Retrieved from <https://www.ucundinamarca.edu.co/index.php/sedes/extension-chia>
- Do, H. N., Vo, M.-T., Vuong, B. Q., Pham, H. T., Nguyen, A. H., & Luong, H. Q. (2016). Automatic license plate recognition using mobile device. *2016 International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC)*. doi:10.1109/atc.2016.7764786
- Farooqi, N., Alshehri, S., Nollily, S., Najmi, L., Alqurashi, G., & Alrashedi, A. (2019). UParking: Developing a Smart Parking Management System Using the Internet of

- Things. 2019 Sixth HCT Information Technology Trends (ITT).
doi:10.1109/itt48889.2019.9075113
- IEEE_29148. (2018). ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering. *ISO/IEC/IEEE 29148:2018(E)*, 1–104. doi:10.1109/IEEESTD.2018.8559686
- Johnson, R., Hoeller, J., Donald, K., Sampaleanu, C., Harrop, R., Risberg, T., Arendsen, A., et al. (2016). Spring framework reference documentation. Pivotal software. Retrieved from <https://docs.spring.io/spring/docs/4.3.26.RELEASE/spring-framework-reference/htmlsingle/>
- Magee, C. C. (1938, May 24). COIN CONTROLLED PARKING METER. Retrieved from <https://patents.google.com/patent/US2118318A/>
- München, L. – L.-M.-U. (2019). About UWE. Retrieved from <http://uwe.pst.ifi.lmu.de/aboutUwe.html>
- München, L. – L.-M.-U., Informatics, I. for, Programming, R. U. of, & Engineering, S. (2019). Publications ordered by year. Retrieved from <http://uwe.pst.ifi.lmu.de/publicationsByYear.html>
- OpenCV. (2020). About. Retrieved from <https://opencv.org/about/>
- Řepa, V. (2017). Essential Challenges in Business Systems Modeling. *Information Systems: Research, Development, Applications, Education* (pp. 99–110). Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-66996-0_7
- RUNT. (2020). Balance primer trimestre 2020. Retrieved from <https://www.runt.com.co/sites/default/files/Infograf%C3%ADa%20Balance%20primer%20semestre%202020.pdf>
- Senado, S. G. (2016). *Ley 1801 de 2016*. Senado de la Republica de Colombia. Retrieved from http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1801_2016.html

- Sommerville, I. (2010). *Software Engineering (9th Edition)* (9th ed.). Pearson. Retrieved from https://sovannarith.files.wordpress.com/2012/07/software-engineering-9th-ed-intro-txt-i-sommerville-pearson_-2011-bbs.pdf
- Spring. (2017). Overview of Spring Framework. Retrieved from <https://docs.spring.io/spring-framework/docs/5.0.0.RC2/spring-framework-reference/overview.html>
- Spring. (2020). Why Spring? Retrieved from <https://spring.io/why-spring>
- Stackoverflow. (2019). Survey. Retrieved from <https://insights.stackoverflow.com/survey/2019#technology>
- Tiobe. (2020). TIOBE Index for October 2020. Retrieved from <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>
- Ya'acob, N., Azize, A. M., & Alam, N. M. R. N. Z. (2016). Parking system using Geographic Information System (GIS). *2016 IEEE Conference on Systems, Process and Control (ICSPC)*. doi:10.1109/spc.2016.7920695