

# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

## "ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO"

Trabajo Terminal 2017 - B029

ESCOMunidad-Servicios Aplicación móvil de seguimiento a pagos y  
servicios para la comunidad estudiantil de la ESCOM

---

Presentan

De Jesús López David  
Hernández López César Erick  
Mendoza Saavedra Roberto

**Directores:**

Vélez Saldaña Ulises  
Figueroa del Prado Felipe de Jesús

8 de mayo de 2018

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Presentación	1
1.2. A quién va dirigido	1
1.3. Organización	1
1.4. Uso y alcance	2
<b>2. Antecedentes</b>	<b>3</b>
2.1. Situación Actual	3
2.1.1. Pagos en ESCOM	4
2.2. Estado del arte	7
2.3. Marco Teórico	11
2.3.1. Aplicación Web	11
2.3.2. Aplicación móvil	12
2.3.3. Modelo Vista Controlador (MVC)	13
2.3.4. Spring Framework	14
2.3.5. Struts 2	14
2.3.6. Xamarin	15
2.3.7. Bootstrap	15
2.3.8. PostgreSQL	16
2.3.9. Hibernate ORM	16
<b>3. Análisis</b>	<b>17</b>
3.1. Planteamiento del problema	17
3.2. Problemáticas actuales	18
3.3. Objetivo general	21
3.4. Objetivos particulares	21
3.5. Justificación	21
3.6. Descripción de la propuesta	22
3.6.1. Alcance del proyecto	22
3.6.2. Propuesta de software	23
3.6.3. Interacción con el usuario	23
3.7. Metodología	24

<b>4. Trabajo realizado</b>	<b>26</b>
4.1. Análisis realizado	26
4.1.1. Incremento 1. Mesas de trabajo	26
4.2. Incremento 2. Maquetación del sistema	29
4.3. Casos de uso	29
4.3.1. Incremento 3. Casos de uso	29
4.4. Base de datos	35
4.4.1. Incremento 4. Base de datos	35
<b>5. Resultados y conclusiones</b>	<b>36</b>
5.1. Resultados	36
5.2. Conclusiones	36
<b>6. Trabajo a futuro</b>	<b>38</b>

# CAPÍTULO 1

---

## Introducción

---

El presente documento muestra un reporte técnico de avances del Trabajo Terminal 2017-B029, con título ESCOMunidad-Servicios Aplicación móvil de seguimiento a pagos y servicios para la comunidad estudiantil de la ESCOM. Lo mostrado en este documento abarca todo lo realizado para esta primera etapa del Trabajo Terminal.

### 1.1. Presentación

El documento muestra los Antecedentes, Análisis, Trabajo realizado, Trabajo a futuro, Resultados y Conclusiones de un sistema web y móvil pensado para la mejora al proceso de pagos en la ESCOM.

### 1.2. A quién va dirigido

Este documento está dirigido principalmente a los directores y sinodales del presente Trabajo Terminal para fines de evaluación. Además de alumnos, profesores y personal administrativo de la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) que se encuentre interesado en la gestión del proceso de pagos de la ESCOM o en las tecnologías que aquí se abordan, tales como, Java, Struts 2, Spring Boot, Hibernate, PostgreSQL y Xamarin.

### 1.3. Organización

La sección de Antecedentes abordará una explicación del actual proceso de pagos que se lleva a cabo en las áreas de Cursos Extracurriculares de Lenguas Extranjeras (CELEX), Biblioteca, Fotocopiado y Dentales. Exponemos de forma breve la problemática a resolver y los sistemas y aplicaciones desarrollados hasta el momento que guardan una relación con nuestra propuesta de trabajo.

El apartado de Análisis detalla el problema a resolver mediante el planteamiento general del mismo y de todos los problemas específicos que de éste derivan. Mencionamos nuestro objetivo general y todos nuestros objetivos particulares, justificando el por qué de nuestro Trabajo Terminal y describiendo nuestra propuesta de

solución.

En la sección de Trabajo Realizado se da el detalle de todas las actividades hechas derivadas de los antecedentes y el análisis. Mostramos mediante diagramas de caso de uso las funciones más relevantes de nuestro sistema y las relaciones que tienen con cada uno de los actores involucrados. Consideramos también, un primer modelo de datos para representar nuestro acceso a la información.

En el apartado de Resultados y Conclusiones incluimos todo lo que logramos después de haber estudiado a detalle la problemática. Así también, hablamos de las experiencias obtenidas durante el trabajo de esta primera etapa.

Por último, en la sección de Trabajo a Futuro mencionamos todos los entregables que darán fin a este Trabajo Terminal, planteando también posibles propuestas de entrega pensando en el alcance del sistema.

## 1.4. Uso y alcance

Este documento está elaborado para dar a conocer al lector el actual proceso de pagos en la ESCOM y los problemas que de éste derivan. Además de presentar nuestra propuesta de trabajo como solución a esos problemas.

Todo lo descrito en este documento forma parte de la primera etapa del presente Trabajo Terminal abarcando en gran parte el análisis de las problemáticas y el comienzo de desarrollo de nuestro sistema.

Por tanto, no debe olvidarse que el ámbito temporal de este documento está sujeto a un análisis realizado a partir de Noviembre del 2017 y que continua hasta la fecha como parte de los nuevos requerimientos del sistema, llevando este documento a posibles cambios en su contenido para una revisión posterior.

En este capítulo se habla del actual proceso de pagos que se realiza en la ESCOM y se menciona de forma general el problema que existe derivado de esto.

Se habla de sistemas y aplicaciones que tienen una funcionalidad parecida a nuestro sistema, detallando sus características, ventajas y desventajas con base en el problema sobre el cual estamos trabajando para que así podamos tener algún modelo de referencia para nuestro desarrollo.

### 2.1. Situación Actual

Para entender el actual proceso de pagos es necesario hablar de los servicios que proporcionan las áreas de CELEX, dentales, biblioteca y fotocopiado. Así también, es importante mencionar cuál es el fin de estos servicios y lo que obtiene la ESCOM por los pagos que se realizan por ellos.

Los servicios que proporcionan cada una de las áreas forman parte de los ingresos auto generados de la ESCOM, con el objetivo de obtener recursos económicos independientes del presupuesto federal asignado. Estos ingresos que se obtienen se utilizan principalmente para la manutención de las instalaciones, tales como, laboratorios de cómputo, aulas de clase, sanitarios, zonas verdes, entre otros.

Lo anterior, no sólo lo realiza la ESCOM, también las demás escuelas que conforman a todo el IPN, pero cada una de estas definen qué productos o servicios pondrán a disposición de sus estudiantes, empleados o externos. Todos esos productos o servicios se encuentran en un catálogo de cuotas de productos y cuotas de aprovechamiento de Cobro Regular emitido por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) a través del sistema DEPAMIN: "Módulo de Estimación de Ingresos por Concepto de Derechos, Productos y Aprovechamientos" [1].

Dicho catálogo se renueva año con año presentando una relación aproximadamente de 1073 cuotas de productos y 19 cuotas de aprovechamientos de Cobro Regular [2]. Cada una de esas cuotas es incorporada en el Sistema Institucional de Gestión Administrativa (SIG@) del IPN, poniendo a disposición una boleta de pago, relacionada con cada cuota.

ESCOM, en lo particular toma sólo algunos de esos conceptos descritos en el catálogo y los ofrece a toda su comunidad, incluyendo también a externos. Suele tener una clasificación y un área responsable para cada servicio o producto que oferta, estas clasificaciones son las siguientes:

- Cursos de educación continua
  - **Área responsable:** Coordinación de Educación Continua (CEC) [3].
- Posgrado
  - **Área responsable:** Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI) [4].
- CELEX
  - **Área responsable:** Coordinación de Cursos Extracurriculares de Lenguas Extranjeras [5].
- Odontológicos
  - **Área responsable:** Servicio Dental.
- Productos
  - **Área responsable:** Fotocopiado y Biblioteca [6].

En total son 36 conceptos de pago los que ESCOM considera para la oferta de servicios o productos repartidos en cada una de las clasificaciones anteriores. Los fondos recabados mediante el pago en caja, pago en sucursal bancaria o transferencia electrónica son depositados en una cuenta de débito de BBVA Bancomer a nombre de la ESCOM, misma que el IPN monitorea para la declaración de ingresos, por lo tanto, es necesario que el departamento de Recursos Financieros de la ESCOM tenga siempre disponibles todas las boletas de pago emitidas por el SIG@ durante cada periodo escolar.

Tan es así, que se exige conservarlas por un periodo de cinco años a partir del año en que se expide. Esta regla no sólo aplica para el departamento de Recursos Financieros, también para cada una de las áreas de donde derivan la prestación de los productos o servicios.

Si bien comentamos que esas boletas de pago se deben de almacenar por un periodo de cinco años, hasta el momento, ninguna de las áreas tiene claro qué es lo que sucede con toda esa documentación una vez finalizado dicho periodo. Actualmente, sólo las almacenan en carpetas y se conservan en los estantes.

Todos los ingresos obtenidos durante el día deberán de comprobarse, puesto que se genera un corte de caja de manera diaria que permite saber el total generado, que a su vez, es notificado al Subdirector Administrativo quien será el último en dar el visto bueno para los ingresos obtenidos del día corriente.

### 2.1.1. Pagos en ESCOM

El proceso de pago en ESCOM se lleva prácticamente de la misma manera en todos los servicios o productos que se ofertan, partiendo de la realización del pago en caja, sucursal bancaria o transferencia electrónica y concluyendo en la entrega al interesado por el producto o servicio de una boleta de pago emitida por el SIG@ la cual se da posteriormente al área involucrada como garantía de que se efectuó correctamente la cuota. Pueden existir algunas variantes en este proceso, pero no afectan para nada el flujo principal comentado anteriormente.

Enfocados en el alcance del proyecto daremos el detalle del proceso de pago para cada una de las áreas que estamos considerando, además de mostrar su catálogo de servicios disponibles y sus costos para este año en curso. Esto se ha escrito derivado de múltiples entrevistas con los responsables de las distintas áreas. Cabe

mentonar que para efectos de este Trabajo Terminal se entiende por usuario a todo aquel que se interese por algún producto o servicio.

### Servicio Dental

Comencemos con el área de servicios dentales, sus costos se muestran en la tabla 2.1.

Producto/Servicio	Monto
Servicio Médico de Aplicación de Amalgama. Estudiantes del IPN	\$ 74.00
Servicio Médico de Aplicación de Amalgama. Público en General	\$ 142.00
Servicio Médico de Aplicación de Amalgama. Trabajadores del IPN	\$ 101.00
Servicio Médico de Cementación Incrustación. Estudiantes del IPN y Comunidad del IPN	\$ 68.00
Servicio Médico de Consulta de Odontología. Comunidad del IPN	\$ 27.00
Servicio Médico de Curación. Estudiantes del IPN	\$ 27.00
Servicio Médico de Curación. Comunidad del IPN	\$ 74.00
Servicio Médico de Curación. Trabajadores	\$ 47.00
Servicio Médico de Curación. Trabajadores	\$ 59.00
Servicio Médico de Extracción de piezas dentales. Docentes y empleados	\$ 66.00
Servicio Médico de Extracción de piezas dentales. Docentes y empleados	\$ 180.00
Servicio Médico de Impresión Parcial (hilo retractor, yeso velmix, hule, rectificador, alginato, yeso piedra y cera)	\$ 81.00
Servicio Médico de Profilaxis. Estudiantes del IPN	\$ 108.00
Servicio Médico de Profilaxis. Comunidad Politécnica	\$ 163.00
Servicio Médico de Profilaxis. Público en General	\$ 196.00
Servicio Médico de Resina autopolimerizable. Estudiantes del IPN	\$ 155.00
Servicio Médico de Resina autopolimerizable. Docentes y empleados	\$ 175.00
Servicio Médico de Resina chica	\$ 41.00
Servicio Médico de Resina. Comunidad Politécnica	\$ 172.00

Cuadro 2.1: Catálogo de servicios dentales.

En este caso, cuando un usuario requiere de algún servicio odontológico se presenta en el consultorio sin cita previa para la atención con algún dentista en turno, después, éste hace un análisis del problema del usuario, sin previo pago realiza el servicio diagnosticado o solicitado para finalmente realizar una nota de pago que le entrega al usuario la cual debe de presentar a caja para efectuar su pago en efectivo. Una vez realizado, el cajero genera e imprime en dos ocasiones el comprobante del SIG@ para después entregarle uno de ellos al usuario y otro para su resguardo. Este comprobante es el que el usuario entrega al dentista para confirmar su pago, mismo que almacena por políticas de la institución. Si el usuario necesita más servicios odontológicos el proceso se repite.

### CELEX

Ahora bien, hablemos del área de CELEX, mencionando primero sus costos. Estos se muestran en la tabla 2.2.



Producto/Servicio	Monto
Curso de Idiomas semanal o sabatino, 40 horas. Comunidad IPN	\$ 544.00
Curso de Idiomas semanal o sabatino, 40 horas. Público en General	\$ 1,053.00

Cuadro 2.2: Catálogo de servicios CELEX.

Para esta área, el usuario tiene que efectuar el pago directamente en cualquier sucursal bancaria BBVA Bancomer a la cuenta que previamente se le otorgó acudiendo a las oficinas del CELEX. Es importante decir, que también se puede efectuar el pago a través de una transferencia electrónica hacia el mismo banco. Aquí, no son permitidos los pagos directamente en la caja de la ESCOM.

Una vez efectuado el pago el usuario debe acudir a la caja de la ESCOM para presentar el voucher emitido por el banco, o bien, la captura de pantalla o impresión que compruebe la transferencia electrónica. Hecho eso, el cajero emite la boleta de pago del SIG@ y la imprime en dos ocasiones, una la entrega al usuario como garantía de su pago y otra la deja para su resguardo. El usuario acude a las oficinas del CELEX con esa boleta y la entrega a la coordinadora del área para que ella lo registre en sus listas de inscripciones y posteriormente le asigne un grupo y un horario.

Cabe destacar que el CELEX actualmente no cuenta con ningún sistema independiente de la ofimática que le apoye para la administración de sus inscripciones y grupos. Su gestión se basa en el uso de hojas de cálculo en Excel.

### Área de Fotocopiado

Esta área se basa en un solo concepto de pago del que se derivan algunas consideraciones para la oferta de todos sus servicios. El concepto de pago y su costo se muestran en la tabla 2.3.

Producto/Servicio	Monto
Impresiones láser t/carta (equivalente a 15 impresiones)	\$ 9.28

Cuadro 2.3: Catálogo de servicios de fotocopiado.

Los servicios proporcionados por esta área se concentran en las impresiones a blanco y negro, a color, copias y ploteos. El costo para cada uno de ellos como bien lo apreciamos en la tabla parte de un solo concepto de pago equivalente a 15 impresiones. Estas equivalencias entre el número de impresiones disponibles y las necesarias para poder utilizar alguno de estos servicios son definidas semestre tras semestre por el departamento de Recursos Financieros. Hasta este momento durante el semestre vigente 2018-2 las tabulaciones están estipuladas de la siguiente manera:

- 1 impresión = \$0.62 = 1 impresión o copia en blanco y negro.
- 5 impresiones = \$3.083 = 1 impresión o copia a color.
- 15 impresiones = \$9.25 = 1 impresión o copia doble carta o 1 impresión 1/4 plotter.
- 30 impresiones = \$18.50 = 1 impresión en 1/4 plotter.
- 60 impresiones = \$37.00 = 1 impresión en plotter completo
- O más en múltiplos de 15 impresiones.

El proceso de pago comienza cuando el usuario acude a la caja de la ESCOM para realizar su pago en efectivo equivalente al número de impresiones deseadas. El cajero emite la boleta de pago del SIG@ y realiza la impresión de la misma en dos ocasiones, una de ellas se la otorga al usuario para que haga válido su pago en el área y otra la deja a su resguardo. El usuario con esa boleta se presenta en el área de fotocopiado y solicita cualquiera de los servicios que ya mencionamos.

Una vez efectuado el servicio, el encargado del área solicita la boleta de pago al usuario y la intercambia por un pequeño papel que contiene el número de impresiones por el que es válido y la fecha en la que está haciendo uso del servicio, cada vez que un usuario hace una impresión el encargado representa con un símbolo en este papel el número de impresiones usadas hasta que estas se terminan y si el usuario necesita más tiene que empezar todo el proceso nuevamente.

Este papel del que hablamos, será válido únicamente por el semestre en curso y es responsabilidad totalmente del usuario la conservación del mismo. Si éste se extravía se tendrá que realizar de nuevo el pago a pesar de que se pudieron haber tenido todavía impresiones disponibles.

### Área de Biblioteca

Los conceptos de pago que en esta área se consideran son únicamente dos y se muestran en la tabla 2.4.

Producto/Servicio	Monto
Multa de biblioteca	\$ 6.50
Reposición de credencial de biblioteca	\$ 26.00

Cuadro 2.4: Catálogo de servicios de fotocopiado.

El proceso de pago comienza con la asistencia del usuario a la Biblioteca de la ESCOM, ahí, el encargado del área le dará una nota de pago sin ningún formato con el concepto y la cantidad a pagar. El usuario acude a la caja de la ESCOM con dicha nota y efectúa el pago.

El cajero por su parte, emite el comprobante del SIG@ y realiza la impresión del mismo en dos ocasiones, uno se lo entrega al usuario y el otro lo resguarda. Hecho lo anterior, el usuario regresa a la biblioteca y presenta el comprobante que le fue dado en caja para que sea liberada la multa o bien, la reposición de la credencial de la biblioteca.

Si el usuario en otra ocasión presenta una multa en su historial o pierde de nuevo la credencial tendrá que realizar el procedimiento nuevamente.

Es importante recordar que todos los comprobantes de pago emitidos por el SIG@ deberán de ser guardados por un periodo de cinco años tanto en el departamento de Recursos Financieros como en cada una de las áreas. Esto por normas establecidas por el IPN.

## 2.2. Estado del arte

Como se ha mencionado anteriormente nuestro Trabajo Terminal se basa en el desarrollo de un sistema web y móvil que mejore el actual proceso de pagos en la ESCOM, haciendo de éste una herramienta útil para todas las áreas involucradas, la comunidad estudiantil de la ESCOM y externos.

Así, durante nuestra investigación de mercado, nos encontramos con sistemas que tienen un propósito similar al nuestro, pero implementados en situaciones distintas, además de tener funcionalidades variadas. Si

bien, actualmente existen muchas aplicaciones o sistemas enfocados en la gestión de pagos, la gran mayoría funcionan como desarrollos independientes que dejan de lado la integración a futuro de más módulos o incluso sistemas. Es por ello, que nosotros buscamos desarrollar un sistema que permita la escalabilidad a favor de la gestión de procesos tomando como punto de partida justamente la gestión de pagos.

Los sistemas con mayor similitud a nuestro desarrollo los podemos encontrar en la tabla [2.5](#)

Software	Características	Costo
"SISTEMA DE MONEDERO VIRTUAL PARA PAGOS ESCOLARES"	El Sistema de Monedero Virtual para Pagos Escolares es un sistema de prepago, que permite a los alumnos realizar pagos dentro y fuera de la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA) [7]	Sin costo
TTR-12-1-029 Prototipo para el manejo de "Cero Papel".	Es un sistema que permite el manejo, intercambio y control de la información dentro de una organización para optimizar los procedimientos y tareas, disminuyendo el uso de papel mediante la implementación de un sistema que permita administrar los usuarios y los documentos [8]	Sin costo
"Ventanilla Virtual UdeG"	Ventanilla Virtual tiene tecnologías desarrolladas por universitarios y busca brindar una plataforma para que, en una primera etapa, los estudiantes puedan hacer trámites, dar seguimiento, recuperarlos y hacer pagos respectivos [9]	Sin costo
"Campus Pay"	Desarrollo que ofrece a estudiantes la posibilidad de realizar todos los pagos relacionados con sus estudios desde dispositivos móviles con cualquier tarjeta de crédito o débito [10][11]	Sin costo
"School control"	Aplicación móvil que realiza reportes, asignación de pagos, consulta de estadísticas en tiempo real, monitoreo/edición de la información escolar, entrega de calificaciones, control de asistencia y comportamiento de los alumnos entre otras soluciones diseñadas específicamente para colegios que les deja tiempo valioso para dedicarlo a lo que verdaderamente saben hacer, que es enseñar [12][13]	desde \$149 por alumno al año, costo absorbido totalmente por el colegio.
"Aplicación escolar"	Es una aplicación móvil para dispositivos Android e IOS en la cual las escuelas pueden enviar información como mensajes de pagos, tareas, circulares, así como seguimientos académicos y calificaciones graficadas directo al celular de los padres o alumnos con notificación tipo WhatsApp. Los papás descargan la aplicación con el nombre de su colegio desde Play Store o App Store ya que es personalizada a cada escuela [14][15]	Pago inicial de \$31,000, posterior a la prueba piloto se cobran \$6,000 mensuales por cada 400 alumnos. El costo es absorbido por el colegio.

Cuadro 2.5: Sistemas o aplicaciones relacionadas

De estos sistemas encontramos las siguientes ventajas y desventajas considerando el problema bajo el cual nosotros estaremos trabajando:

- **SISTEMA DE MONEDERO VIRTUAL PARA PAGOS ESCOLARES**

- Ventajas:
  - Permite la realización de pagos de forma electrónica.
- Desventajas:
  - Carece de un diseño responsivo.
  - Para realizar el pago es necesario imprimir un comprobante.
  - Se necesita efectuar un abono previo.
  - Sólo se planteó como un prototipo.

- **TTR-12-1-029 Prototipo para el manejo de Cero Papel**

- Ventajas:
  - Disminución del uso de papel.
  - Control y seguridad de documentos.
- Desventajas:
  - Solo es un sistema que busca la optimización de recurso material (papel).

- **Ventanilla Virtual UdeG**

- Ventajas:
  - Presenta distintos medios de acceso como kioscos interactivos, sitio web y aplicación móvil.
  - Pueden realizar, seguir, recuperar y generar los pagos en algunos trámites.
  - Permite al alumno la consulta de información académica.
  - Pago digital.
- Desventajas:
  - El precio de cada kiosco interactivo es de 165 mil pesos.
  - Solo los estudiantes tienen acceso.

- **Campus Pay**

- Ventajas:
  - Permite a toda la comunidad universitaria realizar pagos de forma electrónica.
  - Permite el pago a todas las áreas que lo requieran.
  - Permite al alumno la consulta de información académica.
  - No tiene costo para los usuarios de la aplicación.
  - Permite cualquier tarjeta de débito o crédito.
- Desventajas:
  - Genera un costo en la institución educativa en la que se implementa.

- **School control**

- Ventajas:
  - Permite el pago en línea.
  - Elimina las comisiones de tarjeta de crédito.

- Realiza métricas de información sobre el colegio.
  - Permite una administración de accesos al sistema.
  - Tiene un módulo de apoyo para maestros.
- Desventajas:
  - Tiene un costo básico de \$149.00 por alumno.
- **Aplicación escolar**
  - Ventajas:
    - Permite mensajes de pagos.
    - Permite seguimientos académicos.
    - Genera notificaciones.
    - Aplicación personalizada por institución.
    - Tiene un módulo de apoyo para maestros.
  - Desventajas:
    - Pago inicial de \$31,000, posterior a la prueba piloto se cobran \$6,000 mensuales por cada 400 alumnos.

Relacionando todos estos sistemas y aplicaciones a nuestro trabajo, nos percatamos que la **Ventanilla Virtual UdeG** y la aplicación móvil **Campus pay** son los modelos de referencia que tenemos para el desarrollo y mejora de nuestro sistema. Entendemos que son bastante funcionales, pero también creemos que se encuentran carentes de escalabilidad e inclusión hacia otros sistemas para la gestión de procesos.

## 2.3. Marco Teórico

Para la realización de este Trabajo Terminal consideramos varios aspectos técnicos que deben ser definidos adecuadamente. Todos estos son resultado del análisis del problema que se detalla en la siguiente sección.

Comenzaremos por definir lo que es una aplicación web y una aplicación móvil, así como los tipos de aplicaciones móviles que existen. Definimos la arquitectura del sistema para la organización de nuestro código y las plataformas de desarrollo que utilizaremos en conjunto con nuestra arquitectura. También, describimos la tecnología que utilizaremos para la responsividad de nuestro sistema y por último, definimos la base de datos y la herramienta de Mapeo Objeto-Relacional (ORM) que utilizaremos para el manejo de la información.

### 2.3.1. Aplicación Web

Una aplicación web (web-based application) es un tipo especial de aplicación cliente/servidor, donde tanto el cliente (el navegador, explorador o visualizador) como el servidor (el servidor web) y el protocolo mediante el que se comunican (HTTP) están estandarizados y no han de ser creados por el programador de aplicaciones.

El protocolo HTTP forma parte de la familia de protocolos de comunicaciones TCP/IP, que son los empleados en Internet. Estos protocolos permiten la conexión de sistemas heterogéneos, lo que facilita el intercambio de información entre distintos ordenadores.

- **El cliente:** El cliente web es un programa con el que interacciona el usuario para solicitar a un servidor web el envío de los recursos que desea obtener mediante HTTP.
- **El servidor:** El servidor web es un programa que está esperando permanentemente las solicitudes de conexión mediante el protocolo HTTP por parte de los clientes web. [16]

Algunos de los usos principales de una aplicación web son los siguientes:

- Permitir a los usuarios localizar información de forma rápida y sencilla en un sitio Web en el que se almacena gran cantidad de contenido.
- Recoger, guardar y analizar datos suministrados por los visitantes de los sitios.
- Actualizar sitios Web cuyo contenido cambia constantemente. [17]

### 2.3.2. Aplicación móvil

Una aplicación móvil es una aplicación informática desarrollada para ser ejecutada en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles.

Por lo general, se encuentran disponibles a través de plataformas de distribución, operadas por las compañías propietarias de los sistemas operativos móviles como Android, iOS, BlackBerry OS, Windows Phone, entre otros. Existen aplicaciones móviles gratuitas u otras de pago, donde en promedio el 20 a 30 % del costo de la aplicación se destina al distribuidor y el resto es para el desarrollador.

Existen tres tipos de aplicaciones móviles que se pueden desarrollar:

- Aplicaciones móviles nativas.
- Aplicaciones Web sobre móviles.
- Aplicaciones Híbridas.

Cada uno de estos tipos de aplicaciones se explicarán a detalle.

#### Aplicación móvil nativa

Las aplicaciones nativas tienen archivos ejecutables binarios que se descargan directamente al dispositivo y se almacenan localmente. La manera más común de descargar una aplicación nativa es visitando una tienda de aplicaciones, como App Store de Apple, PlayStore de Android o App World de BlackBerry, pero existen otros métodos que a veces ofrece el proveedor móvil. La aplicación nativa puede acceder libremente a todas las APIs que el proveedor del SO ponga a disposición y, en muchos casos, tiene características y funciones únicas que son típicas de ese sistema operativo móvil en particular.

Para crear una aplicación nativa, los desarrolladores deben escribir el código fuente y crear recursos adicionales, como imágenes, segmentos de audio y diversos archivos de declaración específicos del sistema operativo. Utilizando herramientas provistas por el distribuidor del sistema operativo, se compila el código fuente para crear un ejecutable en formato binario que se pueda empaquetar junto con el resto de los recursos y estar listo para la distribución.

Si bien el proceso de desarrollo suele ser similar para diferentes sistemas operativos, el Software Development Kit (SDK) es específico de la plataforma, y cada sistema operativo móvil viene con sus propias herramientas. En la tabla 2.6 se muestran los formatos de aplicación para cada sistema operativo.

Apple iOS	Android	Blackberry OS	Windows Phone
.app	.apk	.cod	.xap

Cuadro 2.6: Formatos de aplicación.

Estas diferencias entre plataformas ocasionan una de las desventajas más críticas del enfoque de desarrollo nativo: el código escrito para una plataforma móvil no se puede usar en otra, por lo cual el desarrollo y el mantenimiento de aplicaciones nativas para múltiples sistemas operativos se convierte en una tarea muy ardua y costosa. [19]

### Aplicaciones Web sobre Móviles

Las aplicaciones web sobre móviles son aplicaciones que no necesitan ser instaladas en el dispositivo para poder ejecutarse. Están basadas en tecnologías HTML, CSS y Javascript, que se ejecutan en un navegador. [20]

Una de las principales ventajas de una aplicación Web es su soporte para múltiples plataformas y el bajo costo de desarrollo. La mayoría de los proveedores móviles utilizan el mismo motor de búsqueda en sus navegadores, llamado WebKit, que es un proyecto de fuente abierta conducido principalmente por Google y Apple y que ofrece la más completa implementación de HTML5 disponible en la actualidad. [19]

### Aplicación móvil híbrida

El enfoque híbrido combina desarrollo nativo con tecnología Web. Usando este enfoque, los desarrolladores escriben gran parte de su aplicación en tecnologías Web para múltiples plataformas, y mantienen el acceso directo a APIs nativas cuando lo necesitan.

El enfoque híbrido ofrece un término medio que, en muchas situaciones, constituye lo mejor de ambos mundos, en especial si el desarrollador desea emplearlo en múltiples sistemas operativos. [19]

Como vemos, la fusión entre un desarrollo web y un desarrollo móvil es posible, lo que nos permite realizar un sistema con cierta robustez, además de ahorrarnos tiempo de desarrollo. Por esa razón es que decidimos realizar una aplicación móvil híbrida aprovechando el desarrollo de la aplicación web.

Ahora bien, el desarrollo de esas aplicaciones implica una forma de organizar nuestro código para definir la arquitectura del sistema. Entre las principales arquitecturas tenemos las siguientes: arquitectura cliente/servidor, 3 capas y Modelo Vista Controlador (MVC). Para nuestro sistema hemos decidido el uso de una arquitectura MVC por las ventajas que nos brinda respecto a nuestro desarrollo. Esta arquitectura se explica a continuación:

#### 2.3.3. Modelo Vista Controlador (MVC)

MVC por sus siglas en inglés, es un patrón de diseño de arquitectura de software usado principalmente en aplicaciones que manejan gran cantidad de datos y transacciones complejas donde se requiere una mejor separación de conceptos para que el desarrollo esté estructurado de una mejor manera, facilitando la programación en diferentes capas de manera paralela e independiente. MVC sugiere la separación del software en 3 estratos: Modelo, Vista y Controlador. [21]

- **Modelo:** Es la representación de la información que maneja la aplicación.
- **Vista:** Es la representación del modelo en forma gráfica disponible para la interacción con el usuario.
- **Controlador:** Es la capa encargada de manejar y responder las solicitudes del usuario, procesando la información necesaria y modificando el Modelo en caso de ser necesario.



Este modelo de arquitectura presenta varias ventajas que nos gustaría recalcar:

- Separación clara entre los componentes de un programa; lo cual permite su implementación por separado.
- Conexión dinámica entre el Modelo y sus Vistas; se produce en tiempo de ejecución, no en tiempo de compilación.
- Las modificaciones a las vistas no afectan al modelo, modificando sólo la representación de la información, no su tratamiento.
- Vuelve a la aplicación mucho más mantenible, extensible y modificable.

Es por esas ventajas que esta arquitectura se acopla a nuestro sistema permitiéndonos esa separación por capas que hará más fácil su mantenibilidad y escalabilidad. Es importante mencionar, que esta arquitectura será la misma para ambas aplicaciones.

Teniendo nuestra arquitectura definida, podremos explicar las plataformas de desarrollo que utilizaremos. Para la aplicación web decidimos utilizar Spring Framework en conjunto con Struts 2, ambas plataformas son desarrolladas en lenguaje de programación Java. Para la aplicación móvil híbrida optamos por utilizar la plataforma Xamarin la cual nos va a permitir reutilizar el código Java en un 60 a 80 %. Estas plataformas se explican a continuación:

#### 2.3.4. Spring Framework

Spring es un framework de Java de código abierto. Spring proporciona un modelo de programación y configuración completa para las aplicaciones modernas basadas en Java. Un elemento clave de Spring es el apoyo infraestructural a nivel de aplicación: Spring se centra en la infraestructura de las aplicaciones para que los equipos puedan centrarse en la lógica de negocios a nivel de aplicación, sin ataduras innecesarias a los entornos de implementación específicos. [24]

Se recomienda que se use una herramienta de compilación que admita la administración de dependencias (como Maven o Gradle).

Nosotros utilizamos la dependencia Apache Maven la cual es una herramienta de gestión y comprensión de proyectos de software. Basándose en el concepto de un modelo de objeto de proyecto (POM), Maven puede gestionar la compilación, los informes y la documentación de un proyecto a partir de una pieza central de información.

#### 2.3.5. Struts 2

El framework web de Apache Struts es una solución gratuita de código abierto para la creación de aplicaciones web en Java.

Favorece la convención sobre la configuración, es extensible usando una arquitectura de complemento y se envía con complementos para admitir REST, AJAX y JSON. [26]

Ambos frameworks están diseñados para una arquitectura MVC, pero el complemento de cada uno de ellos hace mucho más sencillo el desarrollo de nuestro sistema. Struts 2, por ejemplo, nos da la oportunidad de trabajar con su REST Plugin el cual nos proporciona soporte de alto nivel para la implementación de aplicaciones web basadas en recursos RESTful. La funcionalidad principal del complemento REST reside en la interpretación de las URL de las solicitudes entrantes según las reglas RESTful.

Ahora, describiremos la plataforma de desarrollo Xamarin para la aplicación móvil.

### 2.3.6. Xamarin

Xamarin es una plataforma que nos proporciona herramientas que pueden ayudarnos a crear aplicaciones móviles multiplataforma. Las aplicaciones pueden tener todas las características nativas y también compartir la base de código común al mismo tiempo.

Xamarin permite llamar al código existente escrito en otros lenguajes específicos de la plataforma, como Java en Android. Pero eso es solo cuando se está construyendo algo muy específico que no se puede implementar en diferentes plataformas. Xamarin ha convertido todo el SDK de Android e iOS a C# para que se pueda codificar en un lenguaje más familiar. Y como se puede usar C# para codificar ambas plataformas, se necesita recordar menos sintaxis. Se Puede acceder a casi cualquier API de iOS o Android en C# con las herramientas de Xamarin. [28]

Esto nos brinda la oportunidad de reutilizar nuestro código Java realizado en la aplicación web para poderlo convertir en una aplicación móvil. Si bien, el lenguaje de la plataforma es C#, no implica mayor problema puesto que la sintaxis es muy parecida a la de Java. Además, nuestro diseño de la aplicación web será responsivo lo que nos permite renderizar las vistas en cualquier dispositivo móvil sin perder su simetría.

Para lograr tener un diseño responsivo se tuvieron que considerar distintas tecnologías. Se consideraron las siguientes opciones: Bootstrap, Foundation 3 y HTML5 Boilerplate. Todos ellos son frameworks front-end enfocados en la responsividad de las aplicaciones para que se adapten a cualquier dispositivo.

En nuestro caso, la decisión que se tomó fue la de utilizar Bootstrap considerando nuestra experiencia de desarrollo. A continuación, se describe más a detalle este framework de diseño.

### 2.3.7. Bootstrap

Bootstrap es un kit de herramientas de código abierto para desarrollar con HTML, CSS y Javascript. Este código se tiene que incluir dentro del proyecto que se esté desarrollando para poder hacer referencia a éste durante la creación de alguna vista.

La descarga del código fuente de Bootstrap incluye los activos precompilados de CSS y JavaScript, junto con la fuente Sas. En esos archivos es donde tiene definidas todas sus clases de estilo las cuales se invocan desde las etiquetas del código HTML. [29]

Hasta este punto, conocemos la definición técnica de las tecnologías que utilizaremos en nuestro sistema en lo que respecta al tipo de desarrollo, la arquitectura del sistema, las plataformas de desarrollo y las tecnologías de diseño para la responsividad. Hace falta definir técnicamente las tecnologías usadas para nuestro acceso a datos.

La decisión respecto a la base de datos se hizo en función de la experiencia de cada uno de nosotros y de la factibilidad de uso, pues se plantearon tres propuestas de inicio. Se pensó en una base de datos Oracle, MySQL y PostgreSQL, las tres son bases de datos relacionales que soportan correctamente transacciones de grandes cantidades de datos. Sin embargo, Oracle en específico genera un costo por su licencia de uso lo cual no la hace viable para nuestro sistema, en cambio MySQL y PostgreSQL son bases de datos de código abierto evitando así un costo por su uso.

Por tanto, teniendo dos bases de datos candidatas basamos nuestra decisión en la expertiz de cada uno de nosotros optando por utilizar la base de datos PostgreSQL. Esta se detalla a continuación:

### 2.3.8. PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de base de datos objeto-relacional potente y abierto que utiliza y amplía el lenguaje SQL combinado con muchas características que almacenan y escalan de forma segura las cargas de trabajo de datos más complicadas.

PostgreSQL se ha ganado una sólida reputación por su arquitectura comprobada, confiabilidad, integridad de datos, sólido conjunto de características, extensibilidad y la dedicación de la comunidad de código abierto detrás del software para entregar constantemente soluciones eficaces e innovadoras. PostgreSQL se ejecuta en todos los principales sistemas operativos. [29]

Teniendo en cuenta que nuestro sistema estará desarrollado en Windows, no tendremos problema con la utilización de este sistema de base de datos.

Lo último que nos queda por mencionar es la herramienta ORM que utilizaremos para el manejo de la información a través de nuestra aplicación. Esto nos va a permitir mapear nuestras relaciones de base de datos en objetos que podremos manipular en código Java haciendo posible la persistencia de la información. La tecnología elegida fue Hibernate ORM.

### 2.3.9. Hibernate ORM

Hibernate ORM permite a los desarrolladores escribir aplicaciones con mayor facilidad, cuyos datos sobreviven al proceso de solicitud. Hibernate se preocupa por la persistencia de los datos tal como se aplica a las bases de datos relacionales (a través de JDBC).

Hibernate es una herramienta de Mapeo Objeto-Relacional (ORM) para la plataforma Java que facilita el mapeo de atributos entre una base de datos relacional tradicional y el modelo de objetos de una aplicación, mediante archivos declarativos (XML) o anotaciones en los beans de las entidades que permiten establecer este tipo de relaciones. [27]

Bajo estos conceptos nuestro Trabajo Terminal será desarrollado. Todos estos se mencionan en la siguiente sección como parte de nuestra propuesta de solución al análisis del problema.

En este capítulo se describirá el análisis realizado para este proyecto, partiendo del planteamiento del problema y seguido del desglose de los problemas actuales estimando también sus consecuencias.

Así también, se plantean los objetivos que buscamos cumplir para lograr una solución, justificando también nuestro desarrollo y describiendo nuestra propuesta de trabajo.

### 3.1. Planteamiento del problema

A pesar de que en cada una de las áreas de servicios ya se cuenta con un equipo de cómputo y conexión a Internet, ninguna de ellas tiene un sistema que ayude a la gestión de sus pagos, obligando al personal a tener que realizar todos sus procesos de forma manual o ayudarse de las herramientas de ofimática que se les proporcionan.

Aunado a esto, se carece de un sistema que comunique directamente a las áreas con el servicio de caja para confirmar y aprobar un pago, sólo se mantiene una comunicación entre ellas por medio de comprobantes impresos comprometiendo al usuario a asistir forzosamente a caja para poder realizar o recibir cualquier servicio.

Lo anterior, se convierte en un problema que puede ser visto desde rubros diferentes. Uno de ellos es el del usuario que necesita disponer de alguno de los servicios, pues en todos los casos, se ve obligado a presentarse directamente en la caja para comprobar el pago independientemente de la forma en cómo lo haya efectuado. Por tanto, si el usuario no le es posible acudir por alguna razón, el pago no podría llegar a ser aprobado desencadenando así más inconvenientes. Hablamos de que en algunos casos el usuario tendrá que realizar de nueva cuenta el pago, o bien, podría retrasarse más de lo esperado para poder recibir el servicio por el cual está pagando.

También recae en el usuario toda la responsabilidad de conservar el comprobante de pago emitido por caja hasta que le sea posible llevarlo al área donde lo hará válido. De la mano tenemos que una vez entregado ese comprobante, el usuario se queda sin ninguna garantía de que en algún momento efectúo su pago dejándolo sin ningún recurso para argumentar lo contrario. Esta situación en específico se presenta en las áreas de Fotocopiado, CELEX y Biblioteca.

Otro rubro que podemos considerar es el de las áreas que proporcionan los servicios, pues como mencionamos, carecen de un sistema que les apoye en el proceso de pagos de sus servicios. Esto los orilla a idear métodos que creen son los más convenientes, pero en realidad sólo rezagan sus procesos, y en ocasiones se salen de la normatividad impuesta por la ESCOM. Sumado a esto, tenemos que cada una de estas áreas debe de almacenar por cinco años las boletas de pago recibidas, lo que nos habla de carpetas llenas de comprobantes de pago que al final de ese periodo simplemente se van a desechar siendo un gasto de recurso material innecesario tanto en lo económico como en lo ambiental.

Un último rubro a considerar será el del departamento de Recursos Financieros, que si bien ya cuentan con un sistema que recaba la información de los pagos que se reciben diariamente, no cuentan con un archivo de pagos que le permita reducir el gasto de recursos materiales, espacios físicos y sobretodo tiempo para el usuario. Decimos esto, porque cada pago recibido implica la impresión de dos boletas de pago, el resguardo de la misma por un periodo de cinco años y además la presencia obligatoria del usuario para confirmar el pago de algún servicio.

Si bien el número de impresiones de estos comprobantes por alumno no es significativo, si lo es considerando que los alumnos, personal administrativo, docentes y externos al menos en una ocasión requieren de algún tipo de servicio.

Bajo esta perspectiva, hablamos de que en promedio se realizan durante un día 100 impresiones, sin considerar que en periodos de término de semestre o de exámenes a Título de Suficiencia se llegan a imprimir hasta 200 hojas. Considerando la cantidad promedio por día hablamos de que durante un semestre se imprimen aproximadamente 12,000 hojas, contemplando que el tiempo efectivo del semestre son 120 días (4 meses).

Si lo trasladamos a datos ambientales, nos daremos cuenta del impacto negativo al medio ambiente que esto tiene. Hablamos de que un árbol sirve para producir 8000 hojas de papel, lo que nos lleva a pensar que en un año se estaría acabando con tres árboles aproximadamente, sumando el uso de 8880 litros de agua para su fabricación teniendo en cuenta que por cada hoja de papel se ocupan 370 cc.

Por todo lo anterior, es importante el desarrollo de un sistema que nos permita controlar todos estos problemas, pensando en una solución que contemple el aspecto administrativo y ambiental.

## 3.2. Problemáticas actuales

A raíz del planteamiento del problema, pudimos detectar todas las problemáticas actuales existentes en el proceso de pagos, dándonos la oportunidad de señalar las causas y consecuencias para cada una.

- **Problema 1. Gasto de recursos materiales: papel y tinta.**

Causas:

- Alto consumo de hojas de papel en la impresión de comprobantes de pago para alumnos y caja.
- Gasto de tinta para impresiones.

Consecuencias:

- Mayor asignación de recursos económicos para la compra de artículos de papelería.
- Papel agotado.
- Generación de tickets de pago que carecen de una validez oficial.

- **Problema 2. Desaprovechamiento de espacios físicos.**

Causas:

- Todas las boletas de pago emitidas por el SIG@ se deben de almacenar por un periodo de cinco años.

Consecuencias:

- Estantes llenos de carpetas con los comprobantes de pago.
- Oficinas carentes de un orden.
- Mala imagen de las oficinas.

- **Problema 3. El responsable de la caja de la ESCOM no se encuentra en el lugar.**

Causas:

- Tomó su hora de comida.
- Se presenta el cambio de turno.
- Ausencia.
- Acudió al sanitario.
- No cumple con la normatividad de la escuela.

Consecuencias:

- No se puede efectuar el pago por un servicio, específicamente de Fotocopiado, Biblioteca y Dentales.
- ESCOM pierde la oportunidad de recibir ingresos.
- Pérdida de tiempo para el usuario que necesita un servicio.
- Mala experiencia del usuario.

- **Problema 4. Pérdida del comprobante de pago emitido por el SIG@.**

Causas:

- Caja entrega el comprobante físicamente al usuario.
- El usuario no acude el mismo día de emisión a entregar el comprobante en el área.

Consecuencias:

- El usuario no cuenta con una garantía para reclamar su servicio.
- La realización del pago de servicio por segunda ocasión.

- **Problema 5. Evasión de pago para servicios dentales.**

Causas:

- El dentista debe brindar el servicio dental al usuario antes de realizar el pago.

Consecuencias:

- El usuario no realiza su pago en caja.
- El usuario puede solicitar de nuevo un servicio sin haber pagado el anterior.
- Pérdida de ingresos para la ESCOM.

- **Problema 6. Tiempo en el proceso de pago.**

Causas:

- Para hacer válido un servicio en CELEX es necesario entregar personalmente el voucher de pago en caja con información personal al reverso.

- Para hacer valido cualquier servicio es indispensable presentar físicamente el comprobante de pago generado en caja.

Consecuencias:

- El alumno se ve obligado a estar presente en cualquier pago de servicio.
  - Para el usuario puede tomar más tiempo la conclusión de su pago.
  - El usuario está limitado a la disposición de las áreas para recibir su pago.
- **Problema 7. Los responsables de las áreas no siguen las normas establecidas por la institución.**

Causas:

- Abandonan sus puestos de trabajo.
- No cumplen con sus horarios de trabajo.

Consecuencias:

- Procesos inconclusos.
  - Mala experiencia del usuario.
  - Genera una imagen negativa de la actual administración.
- **Problema 8. El servicio dental carece de un sistema para la gestión de citas y control de servicios.**

Causas:

- Desinterés por mejorar el servicio.
- Rechazo al cambio.
- Mantener una zona de confort.

Consecuencias:

- Traslape de consultas.
  - Pérdida de tiempo para los usuarios.
  - Nuevo historial clínico cada vez que se acude a consulta.
  - No se puede comprobar el pago del usuario.
- **Problema 9. Pago de servicios de forma presencial.**

Causas:

- No existe un sistema de pagos electrónico.
- La boleta de pago emitida por el SIG@ se entrega físicamente en caja.
- Caja comprueba el pago del usuario solicitando físicamente el voucher de pago.

Consecuencias:

- Pérdida de tiempo del usuario.
- El pago de servicios se limita a que el usuario tenga la disponibilidad de acudir a caja.

De estas problemáticas, se consideran las primeras ocho dentro del alcance del proyecto el cual se definirá más adelante. La última problemática que hace referencia al pago electrónico aún se sigue considerando como un posible entregable para la segunda parte de este Trabajo Terminal debido a que para la solución de ese punto necesitamos de un contrato con BBVA Bancomer para que se nos de acceso a su aplicación de pagos y podamos añadirla a nuestro sistema. Sin embargo, se nos pide estar declarados como personas físicas con actividad empresarial o como personas morales para poder firmar ese contrato por lo que se expuso esta propuesta al Subdirector Administrativo de la ESCOM y actualmente se encuentra en revisión.

### 3.3. Objetivo general

Desarrollar una aplicación móvil sobre el sistema operativo Android en conjunto con una aplicación web para permitir el seguimiento de los pagos realizados en el departamento de recursos financieros de la ESCOM, limitándose al pago de multas de biblioteca, reposición de credencial de biblioteca, servicio de impresiones, dentales y CELEX, con la finalidad de optimizar en tiempo, recursos materiales y espacios físicos el proceso entre los departamentos involucrados y alumnos.

### 3.4. Objetivos particulares

- Optimizar recurso material, específicamente papel durante el proceso de pago de algún servicio, mediante la digitalización de documentos.
- Optimizar el espacio físico de los departamentos involucrados por medio de la reducción de comprobantes de pago, notas de pago e historiales.
- Agilizar el proceso de seguimiento a pagos tanto para el alumno, como para las áreas involucradas.
- Desarrollar una herramienta de reporte derivada del historial de servicios pagados, que les permita a los distintos departamentos llevar a cabo toma de decisiones.
- Permitir el acceso a la aplicación web a aquellos alumnos carentes de teléfono inteligente Android para hacer uso de las funciones básicas de este sistema (consulta de servicios, historial y servicios por efectuar).
- Brindar una herramienta tecnológica escalable para futuros desarrollos.

### 3.5. Justificación

Los servicios proporcionados por la ESCOM siguen un proceso de pago para hacerlos válidos que actualmente involucra una gran demanda de recurso material, específicamente papel y espacios físicos. Además, del tiempo que le toma al usuario realizar este proceso. Con el análisis efectuado nos dimos cuenta que sería de gran ayuda el desarrollo de un sistema que mejore este proceso y que además formalice los actuales procedimientos que llevan a cabo cada una de las áreas involucradas.

Es por eso que desarrollaremos un sistema web y móvil que permitirá dar seguimiento a los pagos efectuados en la ESCOM. Esto se logrará a través del anexo del voucher de pago por parte del usuario para enviarlo directamente a caja para que ahí se realice su aprobación y al mismo tiempo se emita la boleta del SIG@, misma que será adjuntada en el sistema para su resguardo. Estos pagos también los podrán consultar las áreas con el objetivo de corroborar los pagos recibidos durante el día corriente.

Así, el sistema reducirá el número de impresiones por día, lo que se deduce en un ahorro de recurso material y espacios físicos.

También, se traduce en una reducción de tiempo para el usuario, pues no dependerá del hecho de acudir a caja para hacer válido su pago, pues lo podrá realizar desde cualquier lugar en el que tenga acceso a Internet, ya sea por medio de la aplicación web o móvil.

Con este Trabajo Terminal se pretende apoyar a las áreas de servicios, al departamento de Recursos Financieros, a los alumnos, docentes y externos en todo este proceso.



Cabe mencionar que el desarrollo de este sistema considera su escalabilidad a futuro, pensando en que sería un buen complemento para cualquier aplicación enfocada en la gestión de procesos.

### 3.6. Descripción de la propuesta

La propuesta de trabajo se basa en un sistema web y móvil que permitirá dar seguimiento al proceso de pagos en la ESCOM. Se trata de un sistema que le permitirá al usuario seleccionar un concepto de pago del área que requiera y subir su voucher de pago al sistema con el fin de enviarlo directamente a caja para que sea el cajero quien visualice y confirme dicho pago. La confirmación de este pago se hará mediante el anexo al sistema del comprobante emitido por el SIG@. A su vez, se guardará el registro para su consulta posterior por parte del área a la que fue dirigido dicho depósito, o bien, para la revisión de pagos por parte de la contadora o el subdirector administrativo.

Tanto el cajero como el usuario podrán recibir notificaciones respecto a los pagos, pues el sistema actuará de forma interactiva mediante el envío de las mismas. Por un lado, el cajero recibirá una notificación en cuanto le sea enviado un pago, por otro lado el usuario recibirá una notificación en cuanto caja haya confirmado el pago o en el peor de los casos lo haya rechazado. De este modo, el cajero sabe de quién y para qué fue efectuado un pago y a su vez, el usuario sabe si su pago ya fue confirmado o presenta algún inconveniente.

También, el sistema incluirá un módulo para la gestión de citas de servicios dentales, buscando resolver la problemática planteada anteriormente. Con esto, se logra una mejor administración para el área, además de que se consigue cerrar esa brecha que existe en el pago de esos servicios.

#### 3.6.1. Alcance del proyecto

El sistema de “Escomunidad-Servicios” descrito en esta propuesta cumplirá con los siguientes requerimientos de usuario.

- El alumno, empleado o externo podrá crear una cuenta de usuario para el uso del sistema.
- Los responsables de las áreas de servicios podrán visualizar y gestionar los pagos que reciban de caja para realizar un servicio
- Los responsables de las áreas de biblioteca y dentales podrán mandar una nota digital de pago a los usuarios.
- El contador podrá visualizar todos los pagos recibidos e imprimirlos en caso de ser necesario.
- El cajero podrá validar dos tipos de pago, en efectivo y por medio de un voucher de pago.
- El cajero podrá visualizar el voucher de pago del usuario.
- El cajero podrá aceptar o rechazar los voucher de pago del usuario.
- El alumno, empleado o externo podrá visualizar el catálogo de servicios disponibles en el área de CELEX, biblioteca, fotocopiado y servicios dentales.
- El alumno, empleado o externo podrá adjuntar su comprobante de pago para enviarlo a caja.
- El alumno, empleado o externo podrá agendar citas con el área de servicios dentales.
- El cajero podrá adjuntar el comprobante de pago del SIG@.
- Las áreas de servicios dispondrán de un archivo de pagos con los recibos de pago de los últimos cinco años.

- El alumno, empleado o externo podrá recibir notificaciones de confirmación o rechazo de sus pagos.
- El cajero recibirá notificaciones cada vez que reciba un voucher de pago.

Todos estos requerimientos se desarrollarán considerando solo a las áreas de CELEX, servicios dentales, biblioteca y fotocopiado.

Así, este sistema está pensado para ser un desarrollo web y móvil que en conjunto brindarán una solución para la gestión del proceso de pagos en la ESCOM. Si bien, el cumplimiento de los objetivos recaen en gran parte en el desarrollo web, se planea realizar una aplicación móvil híbrida buscando reutilizar código y haciendo más accesible nuestra aplicación. Esto porque al final del desarrollo resultaría en una aplicación móvil que puede ser soportada en sistemas operativos tanto en Android como en iOS.

### 3.6.2. Propuesta de software

Las tecnologías contempladas para el desarrollo serán las siguientes:

- Spring Framework
- Struts 2
- Hibernate ORM
- PostgreSQL
- Bootstrap
- Xamarin

En conjunto todas estas tecnologías nos permitirán realizar un proyecto cuya arquitectura está pensada en el Modelo Vista Controlador con el fin de tener una separación entre las capas del sistema.

Las bondades que nos brinda Spring Framework se notan en la inyección de dependencias que permitirán el desarrollo de una aplicación con código más limpio lo cual se traduce a código más mantenible y a disminución de posible soporte. No sólo Spring Framework nos da las herramientas para nuestro desarrollo, también Struts 2 y Hibernate ORM, pues nos facilitan el acoplamiento entre la interfaz gráfica del usuario y la lógica de negocio.

Pensando en el diseño del sistema haremos uso de Bootstrap lo que nos permitirá la responsividad natural de la interfaz del usuario complementando el desarrollo pensado para la aplicación móvil puesto que con el uso de Xamarin reutilizaremos código para la creación de una aplicación móvil híbrida con llamadas a páginas web.

### 3.6.3. Interacción con el usuario

En nuestra arquitectura de sistema es necesaria la comunicación entre distintos elementos que permitan un flujo correcto del proceso de pagos. Entre estos elementos consideramos una base de datos para la persistencia de la información, un servidor web para el alojamiento de la aplicación, además de todos los actores que se involucran en el proceso de pagos.

La interacción entre cada uno de esos elementos se muestra a continuación.

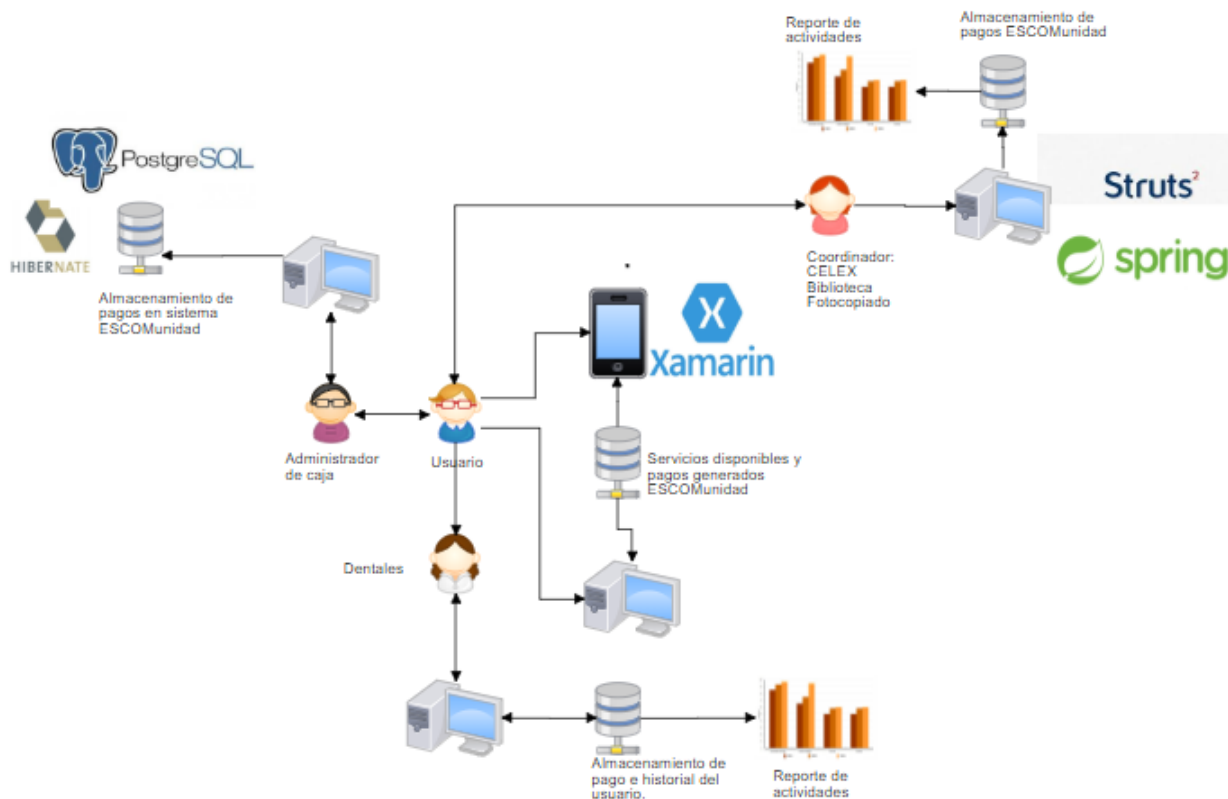


Figura 3.1: Arquitectura del sistema.

### 3.7. Metodología

Para el desarrollo del sistema utilizaremos la metodología incremental de Harlan Mills, la cual se basa en la idea de diseñar una implementación inicial, exponerla al comentario del usuario, y luego desarrollarla en sus diversas versiones hasta producir un sistema adecuado.

Se toma en cuenta esta metodología por los siguientes beneficios:

- Permite descomponer el proyecto en varios incrementos aislados.
- En cada incremento se incorporan los requisitos básicos.
- Es posible realizar un trabajo en paralelo por parte de los integrantes del equipo.
- Es sencillo obtener retroalimentación de los directores y coordinadores de área.

Así, se plantearon un total de 14 incrementos para el desarrollo completo del sistema. Todos estos se han trabajado de forma paralela hasta esta parte del Trabajo Terminal, siendo factor importante para los avances constantes en la realización de este proyecto. Cabe mencionar que se han modificado los alcances de algunos incrementos debido a la etapa de análisis del proyecto. Los incrementos que se plantearon son los siguientes:

Incremento 1: Análisis de requisitos.

Incremento 2: Generación de base de datos de información de servicios y pagos.

Incremento 3: Diseño e implementación de la aplicación web con módulos CELEX y servicios dentales.

Incremento 4: Diseño e implementación del módulo de reportaje a pagos CELEX.

- Incremento 5: Diseño e implementación del módulo de seguimiento a pagos de servicios dentales.
- Incremento 6: Elaboración de una primera parte del manual de usuario.
- Incremento 7: Pruebas del sistema en conjunto de las iteraciones 2, 3, 4 y 5.
- Incremento 8: Elaboración y revisión del documento para evaluación de TT 1.
- Incremento 9: Diseño e implementación de la aplicación web con módulos impresiones y biblioteca.
- Incremento 10: Diseño e implementación del módulo de seguimiento a pagos de biblioteca.
- Incremento 11: Diseño e implementación del módulo de seguimiento a pagos de impresiones.
- Incremento 12: Elaboración final del manual de usuario.
- Incremento 13: Pruebas del sistema en conjunto de todos los módulos.
- Incremento 14: Elaboración y revisión del documento final para TT 2.

Hasta esta parte del Trabajo Terminal se ha tratado de trabajar de manera paralela los primeros siete incrementos, haciendo algunas adecuaciones que nos permitan mostrar un avance del sistema.

---

### Trabajo realizado

---

En el presente capítulo se habla del trabajo realizado para esta primera etapa del Trabajo Terminal. Hablamos de los primeros incrementos realizados y todo lo que de éstos obtuvimos.

Se incluyen diagramas de casos de uso representando las funciones más relevantes del sistema. Incluimos también un modelo de base de datos, producto del análisis del sistema.

#### 4.1. Análisis realizado

Durante esta primera etapa hemos tenido que actuar como mediadores entre las distintas áreas para llegar a una solución en común. Esto debido a opiniones encontradas por parte de los responsables de cada una de las áreas.

Esta discrepancia de opiniones nos tomó bastante tiempo de análisis, repercutiendo en el desarrollo del sistema. Sin embargo, estamos convencidos que tener un buen análisis del sistema es la base para poder definir el éxito del mismo.

A continuación, describiremos los incrementos realizados durante esta primera etapa del Trabajo Terminal.

##### 4.1.1. Incremento 1. Mesas de trabajo

El Trabajo Terminal se comenzó con varias reuniones en las áreas involucradas para esta primera parte. El primer contacto fue con el área de CELEX, posteriormente nos reunimos con el área de servicios dentales y por último conversamos con el departamento de Recursos Financieros, específicamente con la contadora de la ESCOM.

##### Mesas de trabajo CELEX

En esta área se tuvieron tres sesiones con la coordinadora del CELEX, cada una de estas reuniones fueron bastante productivas y nos permitieron plantear un flujo inicial para nuestro sistema.

En la primer sesión se planteó nuestra propuesta de solución tratando de dar una idea general de nuestro sistema. Aquí fue que se nos explicó la forma en cómo se ve involucrado el CELEX con el proceso de pago realizado en la ESCOM, de ahí que nosotros brindamos opciones adicionales para incluir en nuestro sistema. De momento, a la coordinadora le parecieron buenas las propuestas, lo que nos dio la opción de realizar unas maquetaciones del sistema para mostrarlas en la siguiente sesión.

Las propuestas adicionales que de inicio se le mencionaron fueron las siguientes:

- Notificaciones móviles y web de pagos confirmados por caja.
- Módulo para la gestión de sus inscripciones.
- Módulo para la gestión de horarios y grupos.

En la segunda reunión, mostramos el maquetado para hacer más entendible el rol que CELEX desempeñaría. En este momento, la coordinadora de CELEX determinó que las opciones propuestas no serían necesarias, pues la gestión de sus grupos e inscripciones la mantendría como hasta el momento. Por tanto, corregimos el maquetado inicial para poder presentarlo en una siguiente sesión.

Así, en la tercer y última reunión se mostró el maquetado actualizado. La coordinadora aprobó el diseño y el flujo que CELEX tendría dentro de nuestro sistema.

Estas mesas de trabajo fueron el punto de partida para comenzar nuestro sistema, pues nos permitió llegar a las mesas de trabajo con servicios dentales ya con una propuesta de trabajo hecha similar a la aprobada en CELEX. Lo anterior se debe a que el proceso de pago era muy similar.

### **Mesas de trabajo Servicios Dentales**

En estas mesas de trabajo se tuvo que considerar la opinión de las dos dentistas encargadas del área de servicio dental. Fue complicado acordar estas reuniones pues los horarios de cada dentista se conflictuaban debido a su agenda de consultas. El primer contacto se tuvo con la dentista del turno matutino y posteriormente con la dentista del turno vespertino.

En la primer sesión que se tuvo con cada una de las dentistas se mostró la propuesta de trabajo que pensamos de inicio para servicios dentales. Esta propuesta se basaba en un maquetado hecho, derivado de lo platicado en reuniones anteriores con el área de CELEX pues el proceso de pago era muy similar. Ambas dentistas nos expresaron el proceso de pagos en el que se veía involucrado el área y ambas coincidieron hasta este punto.

De lo anterior, nos pudimos dar cuenta de algunas carencias que se tienen en el área referente al proceso de pagos, por lo que les planteamos algunas propuestas de solución a cada una de las dentistas. Estas propuestas fueron las siguientes:

- Módulo para la gestión de citas.
- Generación de notas de pago digitales.
- Generación de cuestionario médico y consulta de forma digital.
- Seguimiento a pacientes.

Esas propuestas fueron planteadas como una solución en común para ambas dentistas, buscando que trabajaran sobre una misma herramienta pues hasta el momento cada una de ellas gestiona sus citas y consultas

de manera distinta. De inicio, ambas dentistas estuvieron de acuerdo con nuestras propuestas haciéndonos ver que serían una buena solución en el proceso de pago pues todo en conjunto formaba parte de ese proceso.

Fue entonces que decidimos elaborar una nueva maquetación para esta área abarcando las propuestas adicionales que se hicieron y que habían sido aprobadas. Este maquetado lo presentamos en una sesión posterior, primero a la dentista del turno matutino y nos dio su visto bueno. En cambio, la dentista del turno vespertino rechazó por completo tal propuesta, señalando que lo que en un momento le pareció bueno, ahora le parecía innecesario y bastante controlador para su labor como dentista. Nos comentó que sólo nos enfocáramos en la confirmación y consulta de pagos y que dejáramos de lado la gestión de citas, cuestionarios médicos, consultas y notas de pago digital. Esto nos puso en conflicto pues nos vimos obligados a detenernos en este punto y tratar de idear una solución en común para ambas dentistas.

Para ello, nos apoyamos de nuestros directores de Trabajo Terminal a quienes se les platicó esta diferencia de opiniones. De aquí fue que optamos por incluir dentro de nuestro sistema lo propuesto en la primer reunión con las dentistas basando nuestra decisión en las normas establecidas en la ESCOM y los consejos dados por los directores.

Así fue que pudimos unificar una solución para ambas dentistas planteando a cada una de ella el motivo por el cual se realizaba de esa manera y dejando en claro que este sistema es un proyecto académico con fines de titulación. Por tanto, no estaban obligadas a hacer uso del mismo, que si bien será una herramienta de mucha ayuda en su área, no forma parte esencial de su labor como dentistas.

Teniendo los procesos claros, tanto para el CELEX como para servicios dentales y las soluciones que daremos para cada una de ellas acudimos al departamento de Recursos Financieros para hablar específicamente con la contadora.

### **Mesas de de trabajo con Contadora**

Fue necesario acordar reuniones de trabajo con la contadora pues en caja y contaduría recaen todos los depósitos y comprobantes de pago que los usuarios realizan con el fin de obtener un servicio.

Aquí, se nos explicó más a detalle el proceso y todo lo que se involucra en él refiriéndonos a sistemas existentes y personal.

En la primer sesión que se tuvo se presentó un maquetado con el flujo que tendría ella como contadora y el personal encargado de caja. Aquí fue donde se notaron la gran parte de problemas explicados anteriormente por lo que se plantearon diversas opciones.

- Comprobación de pagos de los usuarios por medio de un archivo enviado directamente a caja.
- Gestión de pagos por día, meses y años.
- Almacenamiento de comprobantes de pago en una base de datos, disponible en el momento que ella lo requiera.
- Visualización de comprobantes de pago y boletas SIG@.

Con esas propuestas fue que llegamos a la segunda reunión y se presentó una nueva maquetación con el flujo correspondiente. Estas opciones y diseño fueron aprobados por ella haciendo mención de que serviría como herramienta adicional al sistema SIG@.

Hasta este punto, teníamos todas las maquetaciones referentes al área de CELEX, servicios dentales y Recursos Financieros. Nos hacía falta el análisis del usuario que realizaría un pago. Nos enfocamos en los problemas que nosotros como alumnos hemos presentado al momento de efectuar un pago y de ahí comenzamos a realizar maquetados y propuestas de funcionalidades al sistema.

Las decisiones finales las tomamos con el apoyo de nuestros directores, teniendo así un análisis general del sistema, listo para comenzar a modelar y desarrollar.

## 4.2. Incremento 2. Maquetación del sistema

En este incremento ya contábamos con algunas maquetaciones hechas pues fueron las que se propusieron de inicio para cada una de las áreas involucradas en esta primera etapa.

Aquí sólo modelamos el diseño del sistema mejorando los modelos que de inicio nos fueron aprobados por los responsables de las áreas. Así, esta maquetación nos arrojó un total de 55 pantallas las cuales fueron elaboradas con el software Balsamiq Mockups 3. El compendio de todo este maquetado lo podrán observar en la siguiente dirección: <https://github.com/davjl/TTLatex>

## 4.3. Casos de uso

Este análisis nos llevo a identificar las funcionalidades del sistema que se tradujeron en diagramas de paquetes y casos de uso. Esto formó parte de nuestro tercer incremento.

### 4.3.1. Incremento 3. Casos de uso

Se pudieron identificar 45 casos de uso para esta primera etapa los cuales representan las funcionalidades principales del sistema. Estos casos de uso podrán aumentar para la segunda parte del Trabajo Terminal, producto de las mesas de trabajo pendientes con las áreas de biblioteca y fotocopiado, o bien, de las observaciones que se realicen durante la evaluación de esta primera etapa.

Para entender de forma general el comportamiento del sistema y los actores que se verán involucrados realizamos un diagrama de paquetes con sus respectivas relaciones. Este se muestra a continuación:



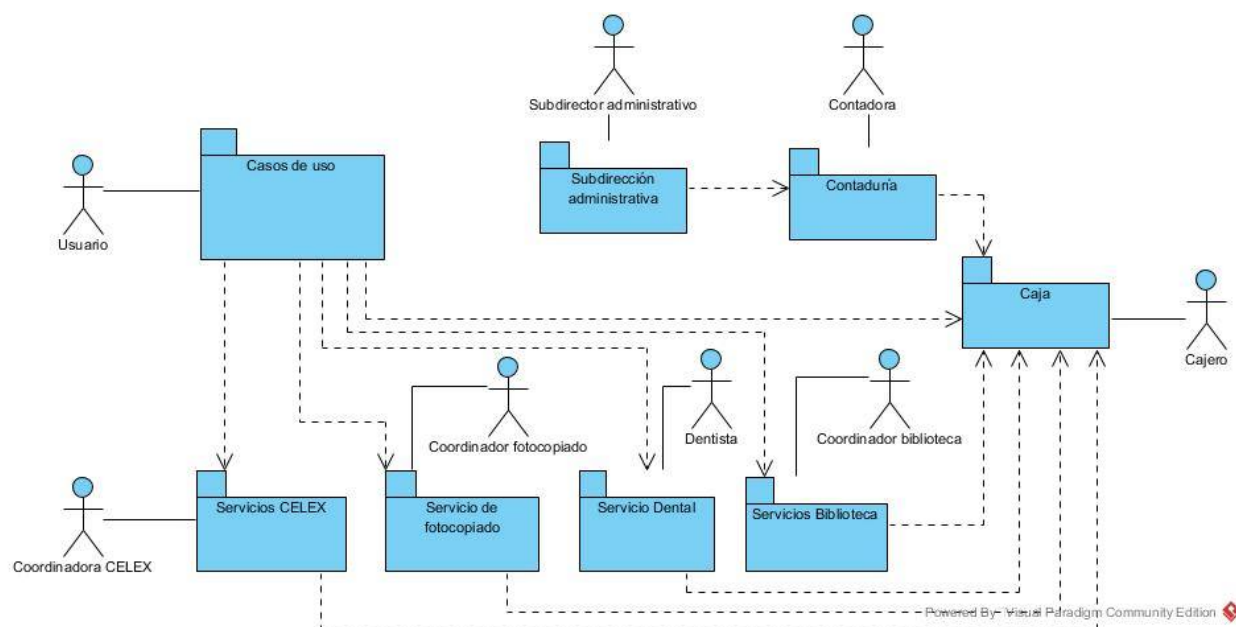


Figura 4.1: Diagrama de paquetes.

En este diagrama podemos ver que se involucran ocho actores dentro del sistema, cada uno de ellos con una relación directa a caja pues ahí es donde recaerán todos los pagos de servicios. Cada actor tendrá su propio acceso al sistema lo que implicará un control de permisos dependiendo tipo de acceso.

Así también, cada uno de estos paquetes mostrados cuenta con funcionalidades específicas, éstas se representan mediante casos de uso. Cabe mencionar que sólo mostramos los casos de uso más relevantes de nuestro sistema pues son estos en los que recaen los objetivos planteados. Los casos de uso los representamos mediante un diagrama y sus relaciones que tienen con los actores.

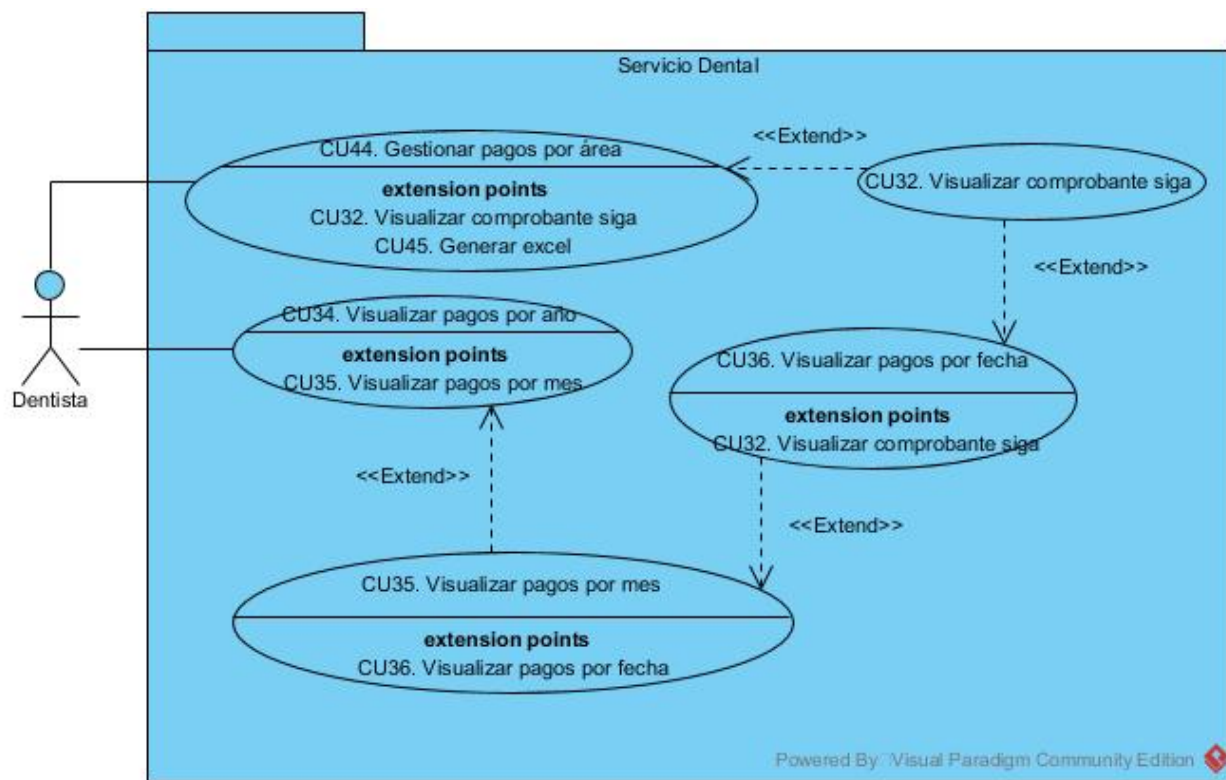


Figura 4.2: Dentales

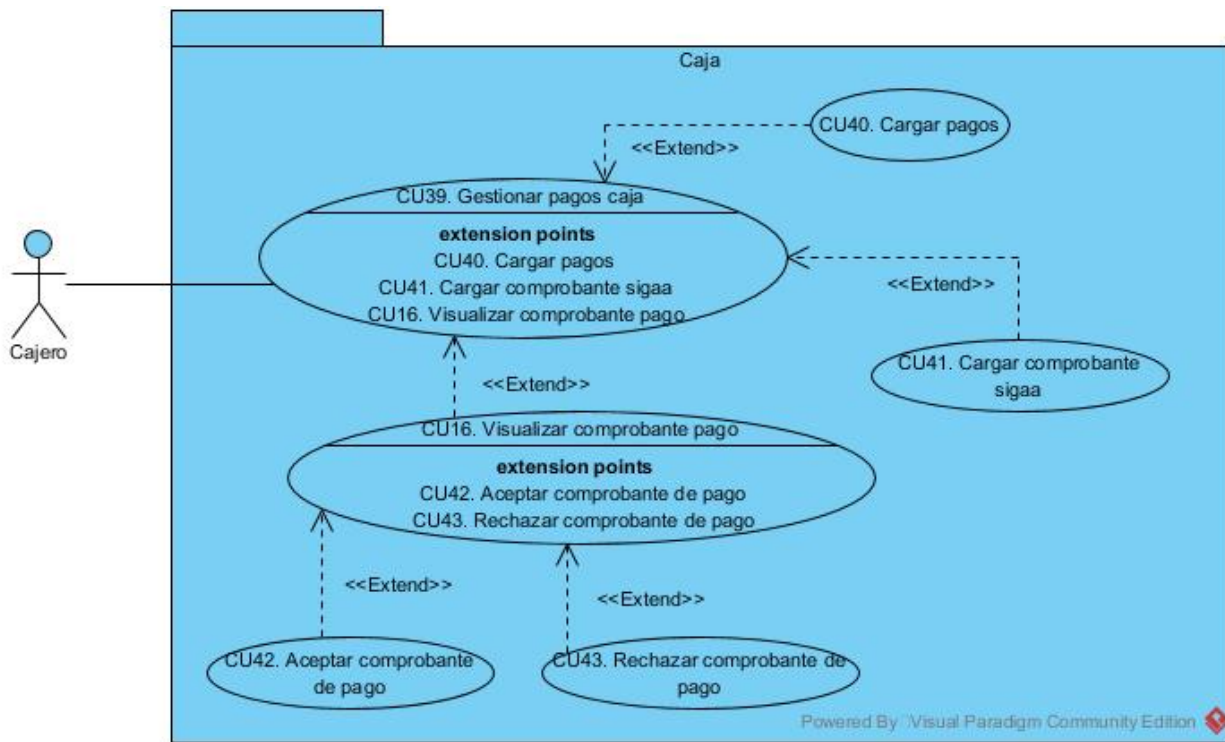


Figura 4.3: Caja

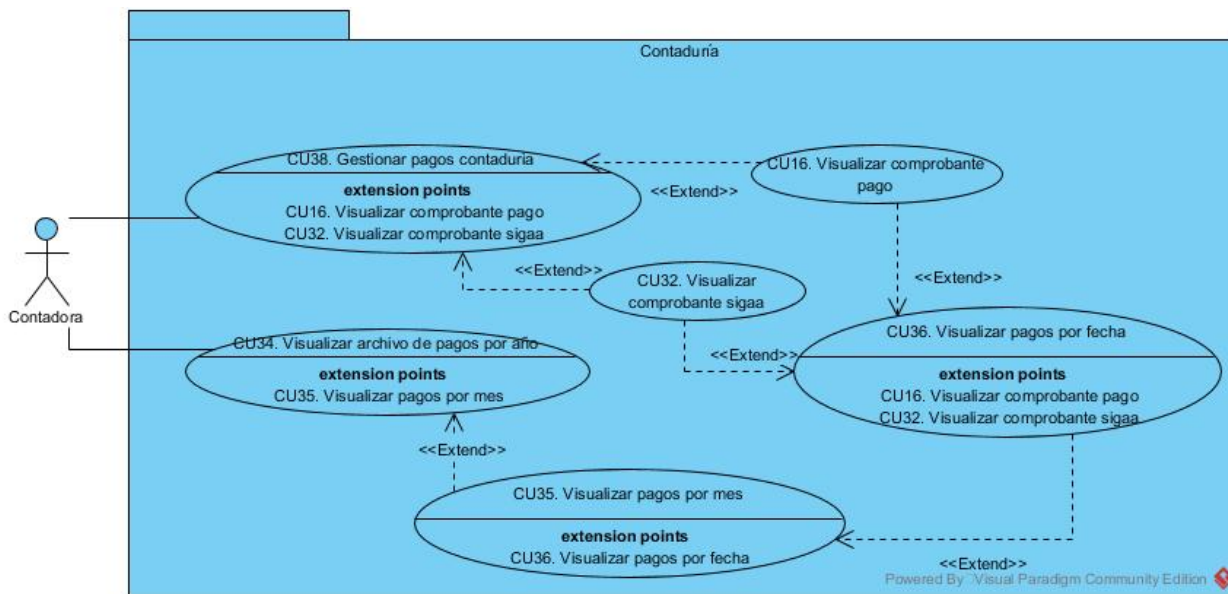


Figura 4.4: Contaduría

Podemos ver que algunos actores comparten casos de uso y algunos realizan funciones específicas de acuerdo al papel que desempeñan en el sistema.

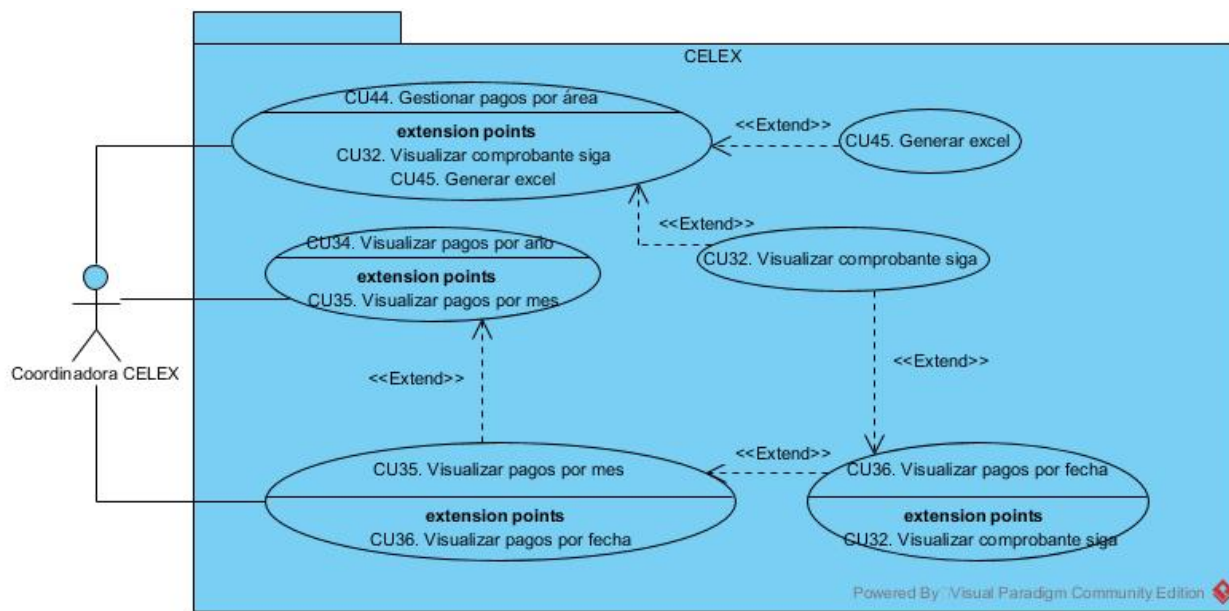


Figura 4.5: Servicios Celex

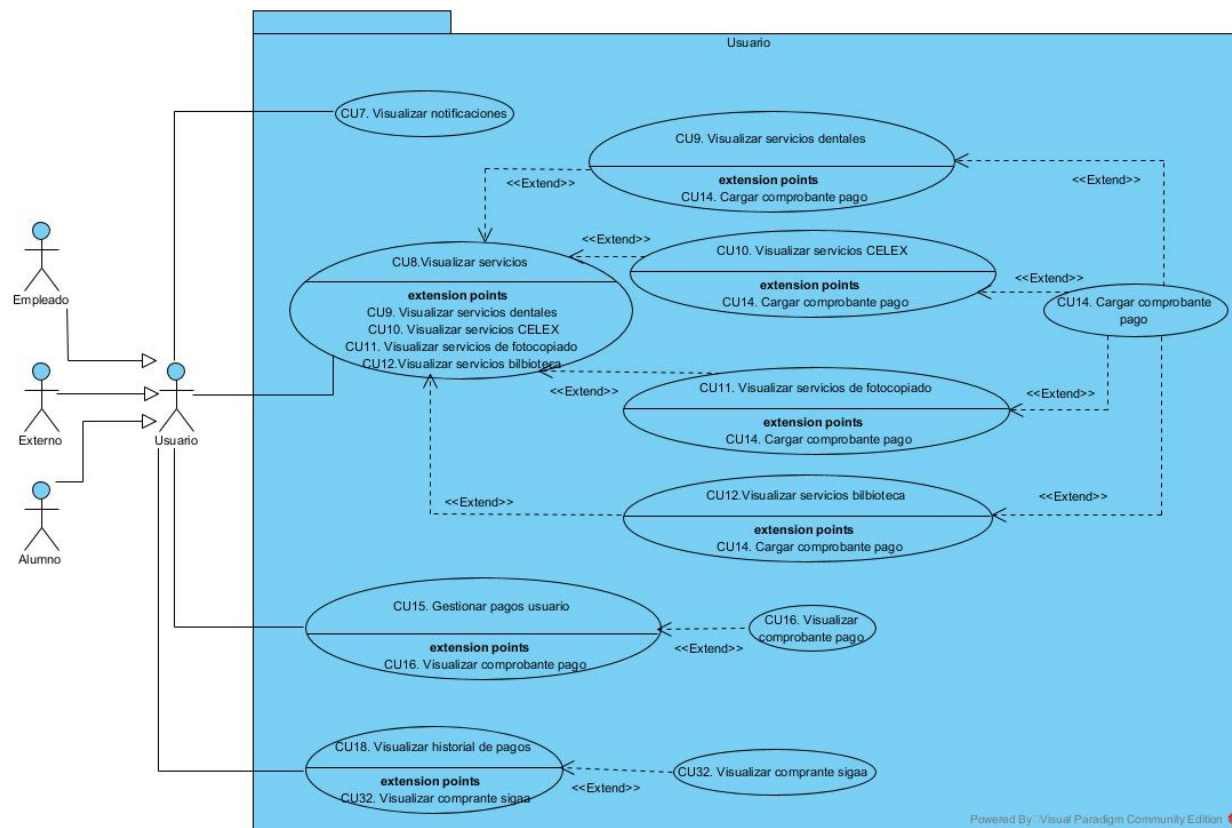


Figura 4.6: Usuario

El compendio con la descripción de los 45 casos de uso se puede consultar en la siguiente dirección:  
<https://github.com/davjl/TTLatex>

## 4.4. Base de datos

Como última parte del trabajo realizado para esta primera etapa, modelamos nuestra base de datos para representar el acceso a la información. Se planteó un primer diseño que consider un flujo simple para el proceso de pago en nuestro sistema.

### 4.4.1. Incremento 4. Base de datos

Este primer diseño de la base de datos se hizo con la intención de poder desarrollar un flujo simple del proceso de pagos. Consta de un total de 13 relaciones, cada una de ellas colocada dentro del esquema que le corresponde dentro del flujo del sistema.

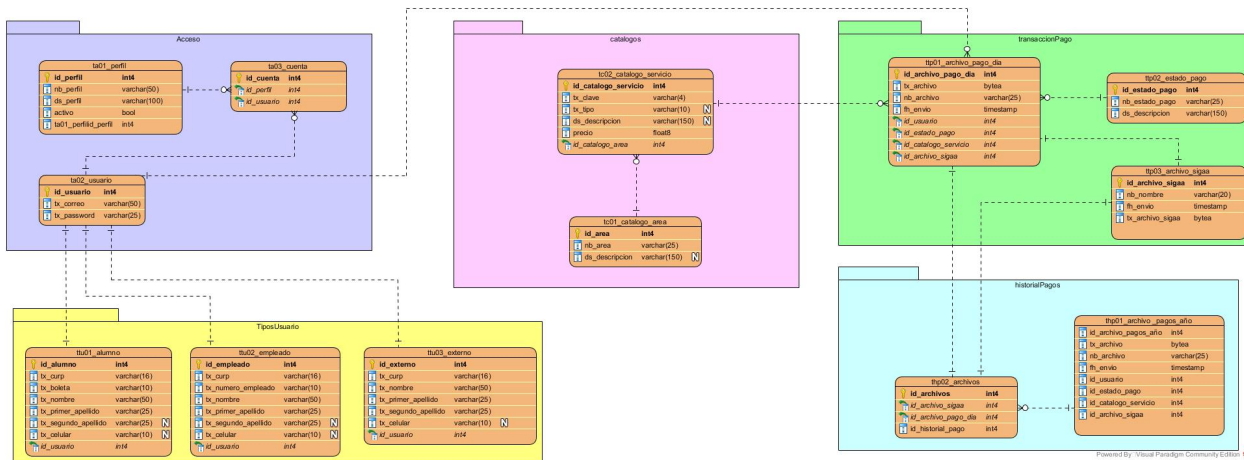


Figura 4.7: Modelo de base de datos

Este modelo se tradujo a código SQL con la intención de implementar esta primera base de datos y ver el comportamiento que tenía con nuestro proyecto de desarrollo. Cabe mencionar que este modelo será modificado para la segunda parte del Trabajo Terminal, agregando relaciones que representen el flujo de las áreas módulos faltantes.

---

### Resultados y conclusiones

---

#### 5.1. Resultados

Derivado del análisis pudimos obtener un total de 55 interfaces gráficas de usuario aprobadas por cada una de las áreas y un total de 45 casos de uso con las funciones de nuestro sistema.

Se obtuvo un primer modelo de base de datos para poder manejar nuestro acceso a la información durante el desarrollo de la primera parte del sistema.

En paralelo a lo anterior, pudimos elaborar la infraestructura de nuestro sistema utilizando las herramientas tecnológicas que se mencionaron.

Logramos programar para nuestro sistema 19 casos de uso y un total de 25 interfaces gráficas. Esto representa aproximadamente un 30 % del total de nuestro sistema.

Con lo anterior, pudimos observar una interacción mucho más fluida y segura con los comprobantes de pago generados en caja hacia las áreas de servicios, ya que al tener un medio de comunicación directo, el comprobante de pago es visualizado por el coordinador del área inmediatamente después de ser efectuado el pago.

#### 5.2. Conclusiones

Al inicio del Trabajo Terminal no se tenía un enfoque preciso sobre el modo de operación en caja y áreas de servicios, sólo se contaba con el entendimiento propio de cada integrante al realizar un proceso de pago. Esto se volvió un punto crucial para el inicio de este proyecto.

La realización de las mesas de trabajo fue de lo más importante para la comprensión del proceso de pagos. Esto nos llevó a tratar con diversos tipos de personas y entender las peticiones que cada uno realizaba logrando tener una solución en común para todas de la manera más asertiva posible.

Gracias a estas reuniones fue que nos dimos cuenta del nuevo alcance y objetivo que estaba tomando nuestro Trabajo Terminal, ya que las áreas de servicios más que necesitar una aplicación móvil, necesitaban de un sistema web que pudiera ayudarlos a administrar los comprobantes de pago, así como de otorgar funcionalidades

específicas de cada área.

De esta manera comprendimos la magnitud del proyecto y cómo es que a medida de cada entrevista las funcionalidades y características aumentaban en gran cantidad. Estas circunstancias nos obligaron a realizar un nuevo planteamiento de alcances, los cuales al llegar a un acuerdo con nuestros directores, se acordó realizar sólo las funcionalidades de mayor impacto, así como desarrollar una aplicación móvil híbrida buscando la reutilización de código.

Lo anterior, nos llevó a tomar algunas decisiones importantes dentro del equipo de trabajo, tales como la definición del lenguaje de programación, la forma de trabajo y la delegación de actividades para cada uno de los integrantes.

Por último, es importante mencionar que esta primera etapa de trabajo nos abrió el panorama para estar convencidos de que no sólo podría funcionar nuestro desarrollo para la mejora al proceso de pagos sino también para la mejora de los procesos generales de la ESCOM o de alguna otra institución que tenga debilidades en la gestión de sus procesos.



## CAPÍTULO 6

---

### Trabajo a futuro

---

Para la segunda y última entrega se presentará el total de las pantallas del sistema programadas, así como el documento técnico completo, el modelo de datos de todo el sistema y un manual de usuario. El equipo de desarrollo involucrado en este proyecto ha analizado la posibilidad de incluir formas de pago electrónicas en el sistema y también el proceso de análisis se ha validado con el subdirector administrativo de la Escuela Superior De Cómputo y escalar este trabajo a otras áreas como control escolar para gestionar el actual problema de pago de exámenes a título de suficiencia optimizando tal proceso.

A continuación se presenta una lista detallada de los entregables para la presentación de Trabajo Terminal II.

- Documentación concluida.
- Aplicación Web concluida (war).
- Aplicación móvil híbrida concluida.
- Modelo de base de datos.
- Manual de usuario.

Planteamos también posibles entregas para la segunda etapa considerando que son viables para el desarrollo del sistema. Sin embargo, esto dependerá de lo acordado con el departamento de Recursos Financieros y el Subdirector Administrativo. Estas posibles entregas son las siguientes:

- Pago electrónico vía BBVA BANCOMER.
- Inclusión de exámenes a título de suficiencia.

Se tendrá que platicar todas las ventajas y desventajas a detalle de la inclusión de estas funcionalidades, así como la consideración de las normas establecidas en el IPN.