

Universidad de Ingeniería y Tecnología

FACULTAD DE COMPUTACIÓN

ERP PARA INSTITUCIONES
DE EDUCACIÓN PRIMARIA
Y SECUNDARIA

Hito 1

Autores:

Escobar Núñez, Alejandro Ismael
Silva Rios, Alessandra Valeria
Galvez Pacori, Jose Guillermo

Profesor:

Rios Ojeda, Brenner Humberto

Mayo, 2024

Contenidos

1	Requisitos	3
1.1	Introducción	3
1.2	Descripción general del problema	3
1.3	Necesidad y usos de la base de datos	4
1.4	¿Cómo resuelve el problema hoy?	4
1.4.1	¿Cómo se almacenan y procesan los datos?	4
1.4.2	Flujo de datos	4
1.5	Descripción detallada del sistema	5
1.5.1	Objetos de información actuales	5
1.5.2	Características y funcionalidades esperadas	5
1.5.3	Tipos de usuarios existentes o necesarios	5
1.5.4	Tipo de consulta y actualizaciones	5
1.5.5	Tamaño estimado de la base de datos	6
1.6	Objetivos del proyectos	7
1.7	Referencias del proyecto	8
1.8	Eventualidades	8
1.8.1	Problemas que pudieran encontrarse en el proyecto	8
1.8.2	Límites y alcances del proyecto	8
2	Modelo Entidad-Relación	9
2.1	Reglas semánticas	9
2.2	Modelo Entidad-Relación	10
2.3	Especificaciones y consideraciones sobre el modelo	11
2.3.1	Entidad Institucion	11
2.3.2	Entidad Persona	11
2.3.3	Entidad Alumno	11
2.3.4	Entidad Apoderado	11
2.3.5	Entidad Colaborador	11
2.3.6	Entidad Profesor	12
2.3.7	Entidad Secretario	12
2.3.8	Entidad Director	12
2.3.9	Entidad Consejero	12
2.3.10	Entidad Tutor	12
2.3.11	Entidad Sede	13
2.3.12	Entidad Salon	13
2.3.13	Entidad Grado	13
2.3.14	Entidad Curso	13
2.3.15	Entidad Matrícula	13
3	Modelo Relacional	14
3.1	Modelo Relacional	14
3.2	Especificaciones de transformación	15
3.2.1	Entidades	15
3.2.2	Entidades débiles	15

3.2.3	Entidades superclases y subclases	15
3.2.4	Relaciones binarias	16
3.2.5	Relaciones ternarias	16
3.3	Diccionario de datos	16
4	Implementación de la base de datos	23
4.1	Creación de tablas en PostgreSQL	23
4.2	Carga de datos	31
4.3	Simulación de datos faltantes	31
5	Optimización y experimentación	32
5.1	Consultas SQL para el experimento	32
5.1.1	Descripción del tipo de consultas seleccionadas	32
5.1.2	Implementación de consultas en SQL	32
5.2	Metodología del experimento	34
5.3	Optimización de consultas	34
5.3.1	Planes de índices para Consulta 1	34
5.3.2	Planes de índices para Consulta 2	34
5.3.3	Planes de índices para Consulta 3	34
5.4	Plataforma de pruebas	35
5.5	Medición de tiempos	35
5.5.1	Sin índices	35
5.5.2	Con índices	35
5.6	Resultados	35
5.6.1	Consulta 1	35
5.6.2	Consulta 2	35
5.6.3	Consulta 3	35
6	Análisis y discusión	35
7	Conclusiones	35
8	Anexos	35
8.1	Modelo Físico	35
8.2	Videos de experimentación	35
8.2.1	Consulta 1	35
8.2.2	Consulta 2	35
8.2.3	Consulta 3	35
8.2.4	Consulta 4	35
8.3	Pregunta extra	35

1 Requisitos

1.1 Introducción

En el panorama educativo contemporáneo, las instituciones escolares representan no solo espacios de aprendizaje, sino también nodos vitales en la estructura social y cultural de una comunidad. La gestión eficiente de estos centros educativos no solo implica la impartición de conocimientos, sino también la administración fluida de una vasta cantidad de datos que abarcan desde la información personal de los estudiantes hasta los registros académicos y administrativos. En este contexto, surge la necesidad imperante de contar con sistemas de gestión de datos eficaces y estructurados que permitan a las instituciones educativas optimizar sus procesos internos y brindar un servicio de calidad.

En respuesta a esta demanda, el presente informe aborda la problemática específica que enfrentan los colegios en cuanto a la gestión de datos. En un mundo cada vez más digitalizado, donde la información es un recurso invaluable, la falta de un sistema adecuado para almacenar, organizar y acceder a los datos relevantes puede generar ineficiencias significativas en la operatividad diaria de las instituciones educativas. Es en este contexto que se plantea la necesidad de desarrollar una base de datos estructurada y accesible que facilite la gestión integral de los datos necesarios para el funcionamiento óptimo de un colegio.

El proyecto en cuestión se centra en la creación de un modelo de base de datos diseñado específicamente para abordar los desafíos mencionados. A través de la implementación de diversas tablas y relaciones, se busca proporcionar una solución integral que permita a los colegios gestionar de manera eficiente información crucial fundamental para su operación. Este informe detalla el proceso de diseño, desarrollo e implementación de la base de datos, así como su potencial impacto en la optimización de la gestión escolar.

1.2 Descripción general del problema

Manejar los recursos, las finanzas, los inventarios, y las demás áreas necesarias para el buen funcionamiento de una empresa es un problema constante para cualquier compañía incipiente o veterana. Por ello, aunque existan distintos sistemas ERP de paga y open source que han dado una solución tecnológica a esta problemática, estos siguen siendo de difícil acceso para las PYMES de nuestro país debido al costo —en caso de los sistemas ERP de pago (SAP, Oracle Fusion Cloud ERP, Microsoft Dynamics 365, etc.)— o muy complejas de implementar y entender —en caso de los sistemas ERP open source (Odoo, ERPNext, Dolibarr, etc.). Las instituciones pequeñas y medianas de educación primaria y secundaria no son ajenas a esta necesidad, en consecuencia, distintas formas más o menos tecnológicas han sido implementadas para satisfacerla: desde anotaciones a lápiz y papel hasta tablas y tablas de Excel.

1.3 Necesidad y usos de la base de datos

Debido a la problemática antes descrita, es necesario proporcionar una base de datos para un sistema ERP open source simple y eficiente enfocado a los colegios de primaria y secundaria. Esta base de datos manejaría las entidades clave de todo colegio: alumnos, profesores, cursos, grados, salones, directores, secretarías, consejeros, etc; además, estaría preparada para soportar la incorporación de nuevas sedes.

Un aspecto medular a todas las instituciones educativas son las matrículas, por ello, esta base de datos permitiría a los colegios capturar y guardar la información pertinente a cada matrícula: desde el alumno y su apoderado hasta la secretaria que realiza dicha matrícula.

Por último, aunque el motivo principal de esta base de datos sea la de servir a un ERP, fácilmente podría adaptarse a una página web informativa sobre las sedes, profesores, grados y cursos que brinda la institución educativa.

1.4 ¿Cómo resuelve el problema hoy?

1.4.1 ¿Cómo se almacenan y procesan los datos?

Hoy en día, en muchas escuelas, los datos se almacenan de manera dispersa y poco estructurada. Por lo general, se utilizan métodos tradicionales como hojas de cálculo, archivos físicos y sistemas informáticos fragmentados para gestionar la información. Los registros de estudiantes, personal docente, calificaciones y otros datos relevantes suelen estar dispersos en diferentes sistemas y formatos, lo que dificulta su acceso y gestión eficiente. Esta falta de centralización y estandarización puede generar problemas de integridad de datos y dificulta la generación de informes y análisis exhaustivos para la toma de decisiones fundamentadas.

1.4.2 Flujo de datos

Por lo general, los datos se recopilan y actualizan de forma independiente en cada sistema o plataforma utilizada en la escuela. Por ejemplo, los datos de los estudiantes pueden ingresarse en un sistema de gestión académica separado, mientras que la información del personal docente puede almacenarse en otro sistema diferente. Esta falta de integración dificulta la sincronización y actualización de datos en tiempo real, lo que a menudo resulta en inconsistencias y redundancias en la información. Además, el intercambio de datos entre diferentes sistemas puede requerir procesos manuales de exportación e importación, lo que aumenta el riesgo de errores y demoras en la disponibilidad de la información actualizada. En resumen, el flujo de datos en este contexto tiende a ser fragmentado y poco eficiente, lo que limita la capacidad de la escuela para gestionar de manera efectiva su información.

1.5 Descripción detallada del sistema

1.5.1 Objetos de información actuales

1.5.2 Características y funcionalidades esperadas

- Administrar toda la información del colegio en una única plataforma, desde los datos de los estudiantes y el personal hasta los detalles de la infraestructura y los recursos académicos.
- Fácil de usar por los administradores, profesores, y personal administrativo del colegio, facilitando la navegación y la recuperación de información de manera eficiente.
- Automatizar tareas rutinarias y repetitivas, lo que ayuda a reducir la carga administrativa y minimizar errores humanos.
- Escalable y adaptable, permitiendo la incorporación de nuevas funcionalidades y el manejo de un creciente volumen de datos a medida que la institución crece.

1.5.3 Tipos de usuarios existentes o necesarios

1.5.4 Tipo de consulta y actualizaciones

- Principales consultas:
 - ¿Qué sedes existen?
 - ¿Quién es el director de cada sede?
 - ¿Qué profesores existen por sede?
 - ¿Qué tutor hay en cada salón de cada sede?
 - ¿Qué secretarios existen en cada sede?
 - ¿Qué consejeros existen en cada sede?
 - ¿Qué sede tiene más o menos alumnos?
 - ¿Cuántos alumnos han sido matriculados en determinado año en una sede o en todas las sedes?
 - ¿Quién es el apoderado de cada alumno?
 - ¿Cuántas matrículas tiene una sede por año?
 - ¿Qué secretaria registra más matrículas en cada sede y en todas las sedes?
 - Obtener la lista de grados con los cursos asignados y sus respectivos profesores.
- Principales actualizaciones:
 - Actualización manual de la información general de la institución educativa.
 - Actualización manual de los profesores, cursos, grados, sedes, alumnos, apoderados, directores, consejeros, secretarios y salones.

1.5.5 Tamaño estimado de la base de datos

Nombre de la tabla	Longitud de atributos en Bytes	Longitud del registro en Bytes
Alumno	$8 + 50 + 4 + 4 + 8$	74
Apoderado	$8 + 15$	23
Colaborador	$8 + 8 + 20 + 15 + 4$	55
Consejero	$8 + 4$	12
Curso	$50 + 4$	54
Grado	$50 + 4$	54
InformacionInstitucion	$11 + 1000 + 100 + 4 + 255 + 150$	1520
Matricula	$8 + 4 + 4 + 4 + 8$	28
Persona	$8 + 100 + 50 + 50 + 4 + 1 + 100$	313
ProfesorCursoGrado	$8 + 4 + 4 + 4$	20
ProfesorSede	$8 + 4$	12
Profesor	8	8
Salon	$4 + 4 + 50 + 8 + 4$	70
Secretario	$8 + 4$	12
Sede	$4 + 8 + 8 + 255 + 8 + 8$	291
Tutor	$8 + 4$	12

Table 1: Estimación del tamaño de la base de datos

Nombre de la Tabla	Tamaño en Bytes	Número de Datos Estimados	Tamaño Total en Bytes
Curso	54	100	5400
Grado	54	30	1620
Salon	70	50	3500
InformacionInstitucion	1520	1	1520
Sede	291	5	1455
Profesor	8	150	1200
Secretario	12	10	120
Tutor	12	20	240
Consejero	12	15	180

Table 2: Estimación del tamaño de las tablas fijas

Nombre de la Tabla	Tamaño en Bytes	Crecimiento de Datos por Día	Crecimiento de Datos Anual	Tamaño Anual de Bytes
Alumno	74	5	1825	135050
Matricula	28	10	3650	102200
Persona	313	5	1825	571125
Apoderado	23	2	730	16790
Colaborador	55	1	365	20075
ProfesorCursoGrado	20	3	1095	21900
ProfesorSede	12	1	365	4380

Table 3: Estimación del crecimiento de las tablas cambiantes

1.6 Objetivos del proyectos

- Crear una base de datos unificada que consolide toda la información relevante del colegio, incluyendo datos de estudiantes, personal, y recursos, eliminando la fragmentación y redundancia de datos.
- Facilitar el acceso a la información de manera rápida y eficiente para todos los usuarios autorizados, permitiendo consultas y generación de informes apropiados para la toma de decisiones.

- Reducir la carga administrativa mediante la automatización de tareas rutinarias aumentando la eficiencia y disminuyendo el riesgo de errores manuales.

1.7 Referencias del proyecto

Las referencias para este proyecto se basan en las experiencias de los integrantes del equipo en colegios pequeños, donde hemos podido observar de primera mano los desafíos relacionados con la gestión manual de datos. En estos entornos, hemos sido testigos de cómo la información crítica, desde la matriculación de estudiantes hasta el seguimiento académico, se registra en formatos físicos como archivos escritos o se gestiona mediante hojas de cálculo de Excel. Esta práctica, aunque común, a menudo conlleva dificultades en la organización, acceso y actualización de los datos, lo que puede resultar en errores y retrasos en la toma de decisiones. Esta experiencia práctica nos ha inspirado a desarrollar una solución que aborde estas necesidades específicas, basada en una comprensión profunda de los desafíos enfrentados por las instituciones educativas en la gestión de datos en la actualidad.

1.8 Eventualidades

1.8.1 Problemas que pudieran encontrarse en el proyecto

- Un potencial problema sería matricular a un alumno para determinada sede, pero que las vacantes para esa sede se hayan agotado (en el contexto de nuestro proyecto, nos referíamos al aforo de determinada aula que corresponde a determinado grado).

1.8.2 Límites y alcances del proyecto

- Límites: Nuestro proyecto, a diferencia de un ERP robusto, no contempla un manejo completo del área de RR.HH., sin embargo, contemplamos una solución simple: atributos como sueldo o cci para los colaboradores. Además, tampoco abordamos funcionalidades adicionales como integración con sistemas externos, gestión avanzada de recursos financieros, o herramientas de análisis de datos complejos.
- Alcances: Nuestro proyecto cubre una amplia gama de funcionalidades necesarias para gestionar una institución educativa, desde la administración de estudiantes y personal hasta la gestión de cursos y salones. Además, proporcionamos una base sólida para integrar todos los datos relevantes de una institución en un solo lugar, lo que facilita el acceso y la gestión de la información.

2 Modelo Entidad-Relación

2.1 Reglas semánticas

- Una institución tiene descripción, banner, nombre, fue fundado en cierta fecha y por alguien, y tiene RUC como identificador.
- Una institución tiene al menos una sede, y en ella trabajan colaboradores y se dictan clases.
- Una persona tiene nombres, apellidos, fecha de nacimiento, sexo, email y es identificada por su DNI.
- Un alumno es una persona, puede ser matriculado por solo un apoderado y estudia en un solo salón.
- Un apoderado es una persona, tiene número de celular y puede matricular a uno o más alumnos.
- Un colaborador es una persona, tiene sueldo por hora, cci, numero de celular, horas semanales de trabajo y necesitamos saber si está activo o no.
- Un profesor es un colaborador y trabaja en una o más sedes enseñando uno o más cursos en uno o más grados en cierto periodo académico.
- Un secretario es un colaborador y trabaja en una sola sede.
- Un director es un colaborador y dirige una sola sede.
- Un consejero es un colaborador y trabaja en una sola sede.
- Un tutor es un colaborador, trabaja en una sola sede y se le asigna vigilar un solo salón.
- Una sede tiene un id como identificador, una dirección y sus respectivas coordenadas, además de la fecha de su construcción, es dirigida por un solo director y en ella trabajan, uno o más consejeros, uno o más secretarios, uno o más tutores y uno o más profesores, y tiene uno o más salones.
- Un salón tiene un nombre de sección como llave parcial, cuenta con un número para el aforo, además, pertenece a una sola sede, es vigilado por un tutor, en él estudian muchos alumnos y en él se dictan clases de un solo grado.
- Un grado está identificado por un id, tiene un nombre, las clases de un grado son dictadas en uno o más salones por un profesor en cierto periodo académico y este contiene muchos cursos.
- Un curso está identificado por un id, posee un nombre, está dictado por un profesor y está contenido en uno o más grados.
- Una matrícula es realizada en cierto año por un apoderado al darle los datos de un alumno a un secretario para que lo registre en un grado y una sede.

2.2 Modelo Entidad-Relación

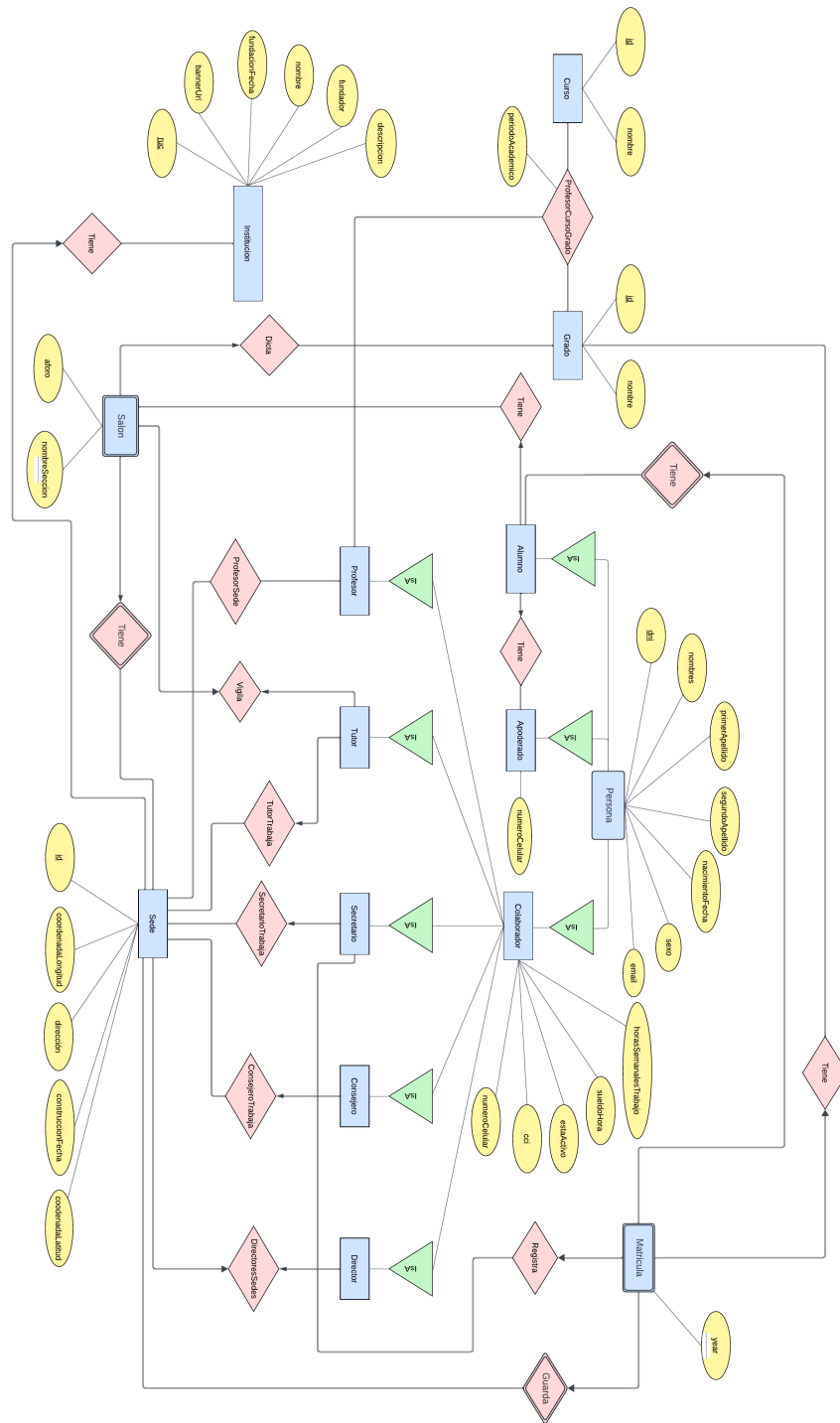


Figure 1: Modelo Entidad-Relación

2.3 Especificaciones y consideraciones sobre el modelo

2.3.1 Entidad Institucion

- Especificaciones: Almacena la información más importante de cada institución: descripción, banner, nombre, fecha de fundación, fundador y el RUC como llave primaria.
- Consideraciones: El RUC es seleccionado como la llave primaria ya que es un identificador único y oficial para cada institución. Esto facilita la gestión administrativa y legal de la información de la institución. Esta entidad no posee relaciones con ninguna otra entidad, ya que solo almacenará una tupla la cual tendrá la información antes descrita.

2.3.2 Entidad Persona

- Especificaciones: Almacena la información más importante de cada individuo, incluyendo DNI (como llave primaria), nombres, apellidos, fecha de nacimiento, sexo y email.
- Consideraciones: El DNI es usado como llave primaria, proporcionando un medio único y eficiente para identificar a cada persona. Esta entidad actúa como una superclase que hereda a las subclases Alumno, Apoderado y Colaborador, permitiendo solapamiento y cobertura total.

2.3.3 Entidad Alumno

- Especificaciones: Subclase de Persona. Está vinculado a un único salón y es matriculado por un solo apoderado.
- Consideraciones: Hereda el DNI de Persona como llave primaria. La relación exclusiva con un apoderado y un salón justifica el mantenimiento de estas conexiones a través de claves foráneas, lo cual asegura integridad referencial y facilita consultas relacionales.

2.3.4 Entidad Apoderado

- Especificaciones: Subclase de Persona. Posee un número de celular adicional y puede matricular a uno o más alumnos.
- Consideraciones: Utiliza el DNI de Persona como llave primaria. La capacidad de vincularse con múltiples alumnos refuerza su rol en el proceso educativo y administrativo, y la integridad referencial se mantiene a través de relaciones definidas en la base de datos.

2.3.5 Entidad Colaborador

- Especificaciones: Subclase de Persona. Incluye sueldo por hora, CCI, número de celular, horas semanales de trabajo y un atributo para saber si está activo o no.

- Consideraciones: Continúa usando el DNI como llave primaria. Actúa como superclase para Profesor, Secretario, Director, Consejero, y Tutor, facilitando la implementación de políticas de empleo y administración dentro del colegio.

2.3.6 Entidad Profesor

- Especificaciones: Subclase de Colaborador. Puede enseñar en una o más sedes.
- Consideraciones: Mantiene el DNI como llave primaria. La flexibilidad de enseñar en múltiples sedes es gestionada mediante una relación muchos a muchos con Sede, lo cual permite una programación eficiente.

2.3.7 Entidad Secretario

- Especificaciones: Secretario es una subclase de Colaborador y trabaja en una sola sede.
- Consideraciones: El DNI es la llave primaria. Establece una relación muchos a uno con Sede la cual es justificada a través de una clave foránea, lo que garantiza que cada sede tenga un único secretario asociado.

2.3.8 Entidad Director

- Especificaciones: Director es una subclase de Colaborador y dirige una sola sede.
- Consideraciones: El DNI es la llave primaria y sedeId como llave foránea. La exclusividad de la relación uno a uno con Sede asegura un manejo claro de responsabilidades administrativas.

2.3.9 Entidad Consejero

- Especificaciones: Consejero es una subclase de Colaborador y trabaja en una sede.
- Consideraciones: Utiliza el DNI como llave primaria. La relación muchos a uno con Sede facilita la asignación de responsabilidades y roles dentro del colegio y realiza la conexión a través de una llave foránea.

2.3.10 Entidad Tutor

- Especificaciones: Tutor es una subclase de Colaborador, trabaja en una sede y se le asigna un salón.
- Consideraciones: El DNI como llave primaria, nombreSeccion y sedeId como llaves foráneas, además su relación específica con un salón ayuda a mantener un control efectivo sobre el ambiente educativo.

2.3.11 Entidad Sede

- Especificaciones: Sede tiene un identificador único (ID), dirección, coordenadas y fecha de construcción. Está dirigida por un Director.
- Consideraciones: El ID como llave primaria y el RUC de la institución como llave foránea.

2.3.12 Entidad Salon

- Especificaciones: Salón tiene como identificador nombreSeccion, tiene aforo, pertenece a una sede, en este se dictan clases de un grado y es supervisado por un Tutor.
- Consideraciones: Tiene una llave primaria compuesta por los atributos nombreSeccion y sedeId, además de tener a gradoId como llave foránea lo cual permite un manejo detallado de los espacios físicos. Es considerada una entidad débil, ya que no podría existir un salón si es que no existe una sede al igual que no tendría sentido tener un salón sin que ninguna clase de algún grado se realice en él.

2.3.13 Entidad Grado

- Especificaciones: Grado está identificado por un ID y tiene un nombre. Contiene varios cursos y se enseña en varios salones.
- Consideraciones: El ID como llave primaria facilita la organización de los programas educativos. Se relaciona con Profesor, Curso y Salón para estructurar el currículo.

2.3.14 Entidad Curso

- Especificaciones: Curso tiene un ID y un nombre, y está contenido en uno o más grados.
- Consideraciones: El ID como llave primaria es adecuado para la gestión curricular. La relación con Grado y Profesor permite múltiples configuraciones pedagógicas.

2.3.15 Entidad Matrícula

- Especificaciones: Involucra Alumno, Apoderado, Grado, Sede y es realizada por un Secretario. Usa una clave primaria compuesta de alumnoDni, year, y sedeId.
- Consideraciones: La clave primaria compuesta asegura una identificación única de cada registro, facilitando la administración y el seguimiento académico. Es una entidad débil, ya que para existir necesita que un apoderado matricule a un alumno con la ayuda de un secretario en cierto grado en cierta sede.

3 Modelo Relacional

3.1 Modelo Relacional

- Institucion(ruc, descripcion, fundador, fundacionFecha, bannerUrl, nombre)
- Persona(dni, nombres, primerApellido, segundoApellido, nacimientoFecha, sexo, email)
- Apoderado(Persona.dni, numeroCelular)
- Alumno(Persona.dni, Salon.nombreSeccion, Sede.id, Apoderado.dni)
- Colaborador(Persona.dni, sueldoHora, cci, numeroCelular, horasSemanalesTrabajo, estaActivo)
- Secretario(Colaborador.dni, Sede.id)
- Consejero(Colaborador.dni, Sede.id)
- Director(Colaborador.dni, Sede.id)
 - Relación One To One (1:1) con la entidad Sede, usamos el constraint UNIQUE en el traspaso hacia las tablas SQL, para asegurar que un Director solo pueda ser asignado a una sede.
- Tutor(Colaborador.dni, Salon.nombreSeccion, Sede.id)
 - Relación One To One (1:1) con la entidad Salon, usamos el constraint UNIQUE en el traspaso hacia las tablas SQL, para asegurar que un Tutor solo pueda ser asignado a un salon.
- Profesor(Colaborador.dni)
- ProfesorSede(Profesor.dni, Sede.id)
- Sede(id, coordenadaLongitud, coordenadaLatitud, direccion, construccionFecha, Institucion.ruc)
- Grado(id, nombre)
- Curso(id, nombre)
- ProfesorCursoGrado(Curso.id, Grado.id, Profesor.dni, periodoAcademico)
- Salon(nombreSeccion, Sede.id, Grado.id, Tutor.dni, aforo)
- Matricula(year, Alumno.dni, Sede.id, Grado.id, Secretario.dni)

3.2 Especificaciones de transformación

3.2.1 Entidades

- **Curso:** Se transforma en la tabla Curso con id como llave primaria. Cada curso tiene un nombre único. No hay dependencia directa con otras tablas a nivel de llave primaria.
- **Grado:** Se convierte en la tabla Grado con id como llave primaria, y nombre como atributo. Los grados organizan los cursos y se vinculan directamente con varios salones.
- **Sede:** Se transforma en la tabla Sede con id como llave primaria, además de tener al RUC de la institución como llave foránea. Incluye atributos como direccion, coordenadaLongitud, coordenadaLatitud, y construccionFecha. Representa una ubicación física donde se imparten cursos y trabajan los colaboradores.
- **Institucion:** Se convierte en la tabla Institucion con ruc como llave primaria. Incluye descripcion, fundador, fundacionFecha, bannerUrl, nombre. Esta entidad encapsula los datos fundamentales de la institución educativa.

3.2.2 Entidades débiles

- **Salon:** Se convierte en la tabla Salon con una llave primaria compuesta por nombreSeccion y sedeId. Dependiente de Sede, reflejando que cada salón está ubicado en una sede específica. Atributos incluyen aforo, gradoId como foreign key.
- **Matricula:** La tabla Matricula define su llave primaria compuesta por alumnoDni, sedeId, y year, lo que refleja que un alumno se puede matricular en una sede específica cada año. Las claves foráneas incluyen gradoId y secretarioDni. gradoId vincula la matrícula al grado específico al cual el alumno está inscrito, facilitando la organización académica. secretarioDni conecta cada matrícula al secretario que procesó la inscripción, integrando la administración del proceso.

3.2.3 Entidades superclases y subclases

- **Persona:** Superclase que se transforma en la tabla Persona con dni como llave primaria. Todos los individuos (alumnos, apoderados, colaboradores) se derivan de esta tabla, heredando dni y demás atributos personales.
- **Alumno, Apoderado, Colaborador:** Subclases de Persona. Cada una con sus respectivas tablas donde dni actúa como clave foránea y primaria. Alumno incluye nombreSeccion, sedeId y apoderadoDni, mostrando la dependencia y relaciones con otras entidades.

- **Profesor, Tutor, Secretario, Consejero, Director:** Subclases de Colaborador, cada una con roles y responsabilidades definidos, vinculados a sedes y otros elementos estructurales de la institución.

3.2.4 Relaciones binarias

- **Salon y Sede:** Cada salón pertenece a una sede, representando una relación de 1 a n, donde cada sede puede contener varios salones.
- **Alumno y Salon:** Relación de n a 1, cada alumno está asignado a un salón específico.
- **Grado y Salon:** Relación de 1 a n, cada grado se imparte en varios salones, mostrando que un salón puede ser utilizado para diferentes grados dependiendo del horario y necesidad académica.
- **Profesor y Sede:** Esta relación binaria indica cómo los profesores están asignados a sedes específicas. La multiplicidad muestra que un profesor puede estar asignado a varias sedes, y cada sede puede tener múltiples profesores.

3.2.5 Relaciones ternarias

- **ProfesorCursoGrado:** Esta relación muestra que los cursos son ofrecidos en varios grados por diferentes profesores. La multiplicidad aquí refleja que un curso puede ser impartido en varios grados y que múltiples profesores pueden enseñar el mismo curso en diferentes grados.

3.3 Diccionario de datos

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
Persona.dni	CHAR(8)	X	X	DNI del alumno.
Salon.nombreSeccion	VARCHAR(50)			Nombre de la sección.
Sede.id	INT		X	ID de la sede.
Apoderado.dni	CHAR(8)		X	DNI del apoderado.

Table 4: Alumno

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
Persona.dni	CHAR(8)	X	X	DNI de la persona que es apoderado.
numeroCelular	VARCHAR(15)			Número de celular del apoderado.

Table 5: Apoderado

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
Persona.dni	CHAR(8)	X	X	DNI del colaborador.
sueldoHora	FLOAT			Sueldo por hora del colaborador.
cci	CHAR(20)			Código de cuenta interbancaria.
numeroCelular	VARCHAR(15)			Número de celular del colaborador.
horasSemanalesTrabajo	INT			Horas semanales de trabajo.
estaActivo	BOOLEAN			Indica si el colaborador está activo o no.

Table 6: Colaborador

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
Colaborador.dni	CHAR(8)	X	X	DNI del consejero, que es un tipo de colaborador.
Sede.id	INT		X	ID de la sede donde trabaja el consejero.

Table 7: Consejero

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
id	INT	X		ID del curso.
nombre	VARCHAR(50)			Nombre del curso.

Table 8: Curso

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
Colaborador.dni	CHAR(8)	X	X	DNI del consejero, que es un tipo de colaborador.
Sede.id	INT		X	ID de la sede donde trabaja el consejero.

Table 9: Director

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
id	INT	X		ID del grado.
nombre	VARCHAR(50)			Nombre del grado.

Table 10: Grado

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
ruc	CHAR(11)	X		RUC de la institución educativa.
descripcion	VARCHAR(1000)			Descripción de la institución.
fundador	VARCHAR(100)			Nombre del fundador de la institución.
fundacionFecha	DATE			Fecha de fundación de la institución.
bannerUrl	VARCHAR(255)			URL del banner de la institución.
nombre	VARCHAR(150)			Nombre de la institución educativa.

Table 11: Institucion

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
Alumno.dni	CHAR(8)	X	X	DNI del alumno matriculado.
year	INT	X		Año de la matrícula.
Sede.id	INT	X	X	ID de la sede donde el alumno está matriculado.
Grado.id	INT		X	Grado en el que el alumno está matriculado.
Secretario.dni	CHAR(8)		X	DNI del secretario que realizó la matrícula.

Table 12: Matricula

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
dni	CHAR(8)	X		DNI de la persona.
nombres	VARCHAR(100)			Nombres completos de la persona.
primerApellido	VARCHAR(50)			Primer apellido de la persona.
segundoApellido	VARCHAR(50)			Segundo apellido de la persona.
nacimientoFecha	DATE			Fecha de nacimiento de la persona.
sexo	CHAR(1)			Sexo de la persona.
email	VARCHAR(100)			Email de la persona.

Table 13: Persona

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
Profesor.dni	CHAR(8)	X	X	DNI del profesor que imparte el curso.
Curso.id	INT	X	X	ID del curso que se imparte.
Grado.id	INT	X	X	ID del grado para el que se imparte el curso.
periodoAcademico	INT			Periodo académico en el que dicta el profesor.

Table 14: ProfesorCursoGrado

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
Profesor.dni	CHAR(8)	X	X	DNI del profesor.
Sede.id	INT		X	Sede en la que trabaja el profesor.

Table 15: ProfesorSede

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
Colaborador.dni	CHAR(8)	X	X	DNI del profesor, que es un tipo de colaborador.

Table 16: Profesor

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
aforo	INT			Capacidad máxima de estudiantes en el salón.
Grado.id	INT		X	ID del grado al que pertenece el salón.
nombreDeSeccion	VARCHAR(50)	X		Nombre de la sección del salón.
Tutor.dni	CHAR(8)		X	DNI del tutor asignado al salón.
Sede.id	INT	X	X	ID de la sede a la que pertenece el salón.

Table 17: Salon

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
Colaborador.dni	CHAR(8)	X	X	DNI del secretario, que es un tipo de colaborador.
Sede.id	INT		X	ID de la sede donde trabaja el secretario.

Table 18: Secretario

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
id	INT	X		ID de la sede.
coordenadaLongitud	DOUBLE			Longitud geográfica de la sede.
coordenadaLatitud	DOUBLE			Latitud geográfica de la sede.
direccion	VARCHAR(255)			Dirección física de la sede.
construccionFecha	DATETIME			Fecha de construcción de la sede.
Institucion.ruc	CHAR(11)		X	RUC de la institucion.

Table 19: Sede

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
Colaborador.dni	CHAR(8)	X	X	DNI del tutor, que es un tipo de colaborador.
nombreDeSeccion	VARCHAR(50)	X		Nombre de la sección del salón.
Sede.id	INT		X	ID de la sede donde trabaja el tutor.

Table 20: Tutor

4 Implementación de la base de datos

4.1 Creación de tablas en PostgreSQL

```
1 -----TABLAS-----
2
3 CREATE TABLE institucion
4 (
5     ruc                CHAR(11) PRIMARY KEY,
6     descripcion        VARCHAR(1000) NOT NULL,
7     fundador           VARCHAR(100) NOT NULL,
8     fundacion_fecha    DATE NOT NULL,
9     banner_url         VARCHAR(255) NOT NULL,
10    nombre              VARCHAR(150) UNIQUE NOT NULL,
11    CHECK (ruc NOT LIKE '%[~0-9]%' ),
12    CHECK (banner_url LIKE 'https://%' ),
13    CHECK (fundacion_fecha <= CURRENT_DATE)
14 );
15
16 CREATE TABLE persona
17 (
18     dni                CHAR(8) PRIMARY KEY,
19     nombres            VARCHAR(100) NOT NULL,
20     primer_apellido    VARCHAR(50) NOT NULL,
21     segundo_apellido   VARCHAR(50) NOT NULL,
22     nacimiento_fecha  DATE NOT NULL,
23     sexo               CHAR(1) NOT NULL,
24     email              VARCHAR(100) UNIQUE NOT NULL,
25     CHECK (dni NOT LIKE '%[~0-9]%' ),
26     CHECK (sexo IN ('M', 'F')),
27     CHECK (email LIKE '%_@_%._%' ),
28     CHECK (nacimiento_fecha <= CURRENT_DATE)
29 );
30
31 CREATE TABLE colaborador
32 (
33     dni                CHAR(8) PRIMARY KEY REFERENCES persona
34     (dni),
35     sueldo_hora        FLOAT NOT NULL,
36     cci                CHAR(20) NOT NULL,
37     numero_celular     VARCHAR(15) NOT NULL,
38     horas_semanales_trabajo INT NOT NULL,
39     esta_activo        BOOLEAN NOT NULL,
40     CHECK (sueldo_hora > 0.0),
41     CHECK (cci NOT LIKE '%[~0-9]%' ),
42     CHECK (numero_celular LIKE '+%[0-9 ]%' OR numero_celular NOT
43     LIKE '%[~0-9 ]%' ),
44     CHECK (horas_semanales_trabajo BETWEEN 1 AND 60)
45 );
46
47 CREATE TABLE sede
48 (
49     id                SERIAL PRIMARY KEY,
50     coordenada_longitud DOUBLE PRECISION NOT NULL,
51     coordenada_latitud DOUBLE PRECISION NOT NULL,
52     direccion          VARCHAR(255) NOT NULL,
53     construccion_fecha DATE NOT NULL,
```



```

52     institucion_ruc      CHAR(11) REFERENCES institucion (ruc) NOT
    NULL,
53     CHECK (coordenada_longitud BETWEEN -180 AND 180),
54     CHECK (coordenada_latitud BETWEEN -90 AND 90),
55     CHECK (construccion_fecha <= CURRENT_DATE)
56 );
57
58 CREATE TABLE director
59 (
60     dni      CHAR(8) PRIMARY KEY REFERENCES colaborador (dni),
61     sede_id  INT REFERENCES sede (id) UNIQUE NOT NULL
62 );
63
64 CREATE TABLE consejero
65 (
66     dni      CHAR(8) PRIMARY KEY REFERENCES colaborador (dni),
67     sede_id  INT REFERENCES sede (id) NOT NULL
68 );
69
70 CREATE TABLE secretario
71 (
72     dni      CHAR(8) PRIMARY KEY REFERENCES colaborador (dni),
73     sede_id  INT REFERENCES sede (id) NOT NULL
74 );
75
76 CREATE TABLE profesor
77 (
78     dni CHAR(8) PRIMARY KEY REFERENCES colaborador (dni)
79 );
80
81 CREATE TABLE grado
82 (
83     id      SERIAL PRIMARY KEY,
84     nombre VARCHAR(50) UNIQUE NOT NULL
85 );
86
87 CREATE TABLE curso
88 (
89     id      SERIAL PRIMARY KEY,
90     nombre VARCHAR(50) NOT NULL
91 );
92
93 CREATE TABLE salon
94 (
95     aforo      INT NOT NULL,
96     nombre_seccion VARCHAR(50) NOT NULL,
97     grado_id   INT REFERENCES grado (id) NOT NULL,
98     sede_id    INT REFERENCES sede (id) NOT NULL,
99     PRIMARY KEY (nombre_seccion, sede_id),
100    CHECK (aforo >= 5 AND aforo <= 40)
101 );
102
103 CREATE TABLE tutor
104 (
105     dni      CHAR(8) PRIMARY KEY REFERENCES colaborador
        (dni),
106     salon_nombre_seccion VARCHAR(50) NOT NULL,

```

```

107     sede_id          INT          NOT NULL,
108     FOREIGN KEY (salon_nombre_seccion, sede_id) REFERENCES salon (
109     nombre_seccion, sede_id),
110     UNIQUE (salon_nombre_seccion, sede_id)
111 );
112 CREATE TABLE apoderado
113 (
114     dni              CHAR(8) PRIMARY KEY REFERENCES persona (dni),
115     numero_celular   VARCHAR(15) NOT NULL,
116     CHECK (numero_celular LIKE '+%[0-9 ]%' OR numero_celular NOT
117     LIKE '%[~0-9 ]%')
118 );
119 CREATE TABLE alumno
120 (
121     dni              CHAR(8) PRIMARY KEY REFERENCES persona (
122     dni),
123     salon_nombre_seccion VARCHAR(50) NOT
124     NULL,
125     salon_sede_id     INT          NOT
126     NULL,
127     apoderado_dni     CHAR(8) REFERENCES apoderado (dni) NOT
128     NULL,
129     FOREIGN KEY (salon_nombre_seccion, salon_sede_id) REFERENCES
130     salon (nombre_seccion, sede_id)
131 );
132 CREATE TABLE profesor_sede
133 (
134     profesor_dni CHAR(8) REFERENCES profesor (dni),
135     sede_id      INT REFERENCES sede (id) NOT NULL,
136     PRIMARY KEY (profesor_dni, sede_id)
137 );
138 CREATE TABLE profesor_curso_grado
139 (
140     curso_id          INT REFERENCES curso (id),
141     grado_id          INT REFERENCES grado (id),
142     profesor_dni      CHAR(8) REFERENCES profesor (dni),
143     periodo_academico INT NOT NULL,
144     PRIMARY KEY (curso_id, grado_id, profesor_dni),
145     CHECK (periodo_academico <= EXTRACT(YEAR FROM CURRENT_DATE))
146 );
147 CREATE TABLE matricula
148 (
149     year            INT          NOT NULL,
150     alumno_dni      CHAR(8) REFERENCES alumno (dni),
151     sede_id         INT REFERENCES sede (id),
152     grado_id        INT REFERENCES grado (id) NOT NULL,
153     secretario_dni  CHAR(8) REFERENCES secretario (dni) NOT NULL,
154     PRIMARY KEY (year, alumno_dni, sede_id),
155     CHECK (year <= EXTRACT(YEAR FROM CURRENT_DATE))
156 );

```

Listing 1: Archivo code-snippets/creacion-tablas.sql

```

1 -----TRIGGERS-----
2
3 CREATE OR REPLACE FUNCTION
4     function_check_alumno_overlapping_colaborador_apoderado()
5     RETURNS TRIGGER AS
6
7 $$
8 BEGIN
9     IF EXISTS (SELECT 1 FROM colaborador WHERE dni = new.dni) OR
10        EXISTS (SELECT 1 FROM apoderado WHERE dni = new.dni) THEN
11        RAISE EXCEPTION 'La persona con DNI % ya existe en las
12        tablas Colaborador o Apoderado.', new.dni;
13    END IF;
14
15    RETURN new;
16 END;
17 $$ LANGUAGE plpgsql;
18
19 CREATE TRIGGER trigger_check_alumno_overlapping
20     BEFORE INSERT
21     ON alumno
22     FOR EACH ROW
23 EXECUTE FUNCTION
24     function_check_alumno_overlapping_colaborador_apoderado();
25
26 CREATE OR REPLACE FUNCTION
27     function_check_colaborador_sueldo_mensual() RETURNS TRIGGER AS
28
29 $$
30 DECLARE
31     sueldo_mensual INT;
32 BEGIN
33     sueldo_mensual = new.sueldo_hora * new.horas_semanales_trabajo
34     * 4;
35
36     IF sueldo_mensual < 1025 THEN
37         RAISE EXCEPTION 'El sueldo mensual debe ser % mayor al
38         sueldo minimo de 1025.', sueldo_mensual;
39     END IF;
40
41     RETURN new;
42 END;
43 $$ LANGUAGE plpgsql;
44
45 CREATE TRIGGER trigger_check_colaborador_sueldo_mensual
46     BEFORE INSERT OR UPDATE
47     ON colaborador
48     FOR EACH ROW
49 EXECUTE FUNCTION function_check_colaborador_sueldo_mensual();
50
51 ----
52
53 CREATE OR REPLACE FUNCTION function_check_colaborador_overlapping()
54     RETURNS TRIGGER AS
55
56 $$
57 BEGIN
58     IF (EXISTS (SELECT 1 FROM profesor WHERE dni = new.dni)) OR
59        (EXISTS (SELECT 1 FROM consejero WHERE dni = new.dni)) OR
60        (EXISTS (SELECT 1 FROM secretario WHERE dni = new.dni)) OR

```

```

50         (EXISTS (SELECT 1 FROM director WHERE dni = new.dni)) OR
51         (EXISTS (SELECT 1 FROM tutor WHERE dni = new.dni)) THEN
52         RAISE EXCEPTION 'El colaborador con DNI % ya existe en otra
53         tabla hija.', new.dni;
54     END IF;
55     RETURN new;
56 END;
57 $$ LANGUAGE plpgsql;
58
59 CREATE TRIGGER trigger_check_profesor_overlapping
60 BEFORE INSERT
61 ON profesor
62 FOR EACH ROW
63 EXECUTE FUNCTION function_check_colaborador_overlapping();
64
65 CREATE TRIGGER trigger_check_consejero_overlapping
66 BEFORE INSERT
67 ON consejero
68 FOR EACH ROW
69 EXECUTE FUNCTION function_check_colaborador_overlapping();
70
71 CREATE TRIGGER trigger_check_secretario_overlapping
72 BEFORE INSERT
73 ON secretario
74 FOR EACH ROW
75 EXECUTE FUNCTION function_check_colaborador_overlapping();
76
77 CREATE TRIGGER trigger_check_director_overlapping
78 BEFORE INSERT
79 ON director
80 FOR EACH ROW
81 EXECUTE FUNCTION function_check_colaborador_overlapping();
82
83 CREATE TRIGGER trigger_check_tutor_overlapping
84 BEFORE INSERT
85 ON tutor
86 FOR EACH ROW
87 EXECUTE FUNCTION function_check_colaborador_overlapping();
88
89 ----
90
91 CREATE OR REPLACE FUNCTION
92     function_check_colaborador_apoderado_overlapping_alumno()
93     RETURNS TRIGGER AS
94 $$
95 BEGIN
96     IF EXISTS (SELECT 1 FROM alumno WHERE dni = new.dni) THEN
97         RAISE EXCEPTION 'La persona con DNI % ya existe en la tabla
98         Alumno.', new.dni;
99     END IF;
100     RETURN new;
101 END;
102 $$ LANGUAGE plpgsql;
103
104 CREATE TRIGGER trigger_check_colaborador_overlapping

```

```

103     BEFORE INSERT
104     ON colaborador
105     FOR EACH ROW
106 EXECUTE FUNCTION
        function_check_colaborador_apoderado_overlapping_alumno();
107
108 CREATE TRIGGER trigger_check_apoderado_overlapping
109     BEFORE INSERT
110     ON apoderado
111     FOR EACH ROW
112 EXECUTE FUNCTION
        function_check_colaborador_apoderado_overlapping_alumno();
113
114 ----
115
116 CREATE OR REPLACE FUNCTION function_check_colaborador_esta_activo()
        RETURNS TRIGGER AS
117 $$
118 DECLARE
119     esta_activo BOOLEAN;
120 BEGIN
121     SELECT esta_activo
122     INTO esta_activo
123     FROM colaborador
124     WHERE new.dni = dni;
125
126     IF NOT esta_activo THEN
127         RAISE EXCEPTION 'El colaborador que se intenta insertar no
esta activo.';
128     END IF;
129
130     RETURN new;
131 END;
132 $$ LANGUAGE plpgsql;
133
134 CREATE TRIGGER trigger_check_profesor_esta_activo
135     BEFORE INSERT OR UPDATE
136     ON persona
137     FOR EACH ROW
138 EXECUTE FUNCTION function_check_colaborador_esta_activo();
139
140 ----
141
142 CREATE OR REPLACE FUNCTION gestionar_director_reasignacion()
        RETURNS TRIGGER AS
143 $$
144 BEGIN
145     IF (SELECT COUNT(*) FROM director WHERE sede_id = old.sede_id
AND dni != old.dni) = 0 THEN
146         RAISE EXCEPTION 'No se puede reasignar el director sin
reemplazo en la sede %', old.sedeid;
147     END IF;
148
149     DELETE FROM director WHERE dni = old.dni;
150
151     UPDATE colaborador SET esta_activo = FALSE WHERE dni = old.dni;
152

```

```

153     RETURN new;
154 END;
155 $$ LANGUAGE plpgsql;
156
157 CREATE TRIGGER trigger_gestionar_director_reasignacion
158     AFTER UPDATE
159     ON director
160     FOR EACH ROW
161     WHEN (old.dni IS DISTINCT FROM new.dni)
162 EXECUTE FUNCTION gestionar_director_reasignacion();
163
164 ----
165
166 CREATE OR REPLACE FUNCTION function_check_matricula_year() RETURNS
167     TRIGGER AS
168 $$
169 BEGIN
170     IF new.year <= (SELECT EXTRACT(YEAR FROM construccion_fecha)
171                     FROM sede WHERE id = new.sede_id) THEN
172         RAISE EXCEPTION 'El año de matricula debe ser mayor que el
173             año de construccion de la sede.';
174     END IF;
175     RETURN new;
176 END;
177 $$ LANGUAGE plpgsql;
178
179 CREATE TRIGGER trigger_check_matricula_year
180     BEFORE INSERT OR UPDATE
181     ON matricula
182     FOR EACH ROW
183 EXECUTE FUNCTION function_check_matricula_year();
184
185 ----
186
187 CREATE OR REPLACE FUNCTION function_check_salon_aforo_on_alumno()
188     RETURNS TRIGGER AS
189 $$
190 DECLARE
191     salon_aforo      INT;
192     alumnos_cantidad INT;
193 BEGIN
194     SELECT aforo
195     INTO salon_aforo
196     FROM salon
197     WHERE nombre_seccion = new.nombre_seccion
198           AND sede_id = new.sede_id;
199
200     SELECT COUNT(dni) + 1
201     INTO alumnos_cantidad
202     FROM alumno
203     WHERE salon_nombre_seccion = new.salon_nombre_seccion
204           AND salon_sede_id = new.salon_sede_id;
205
206     IF alumnos_cantidad > salon_aforo THEN
207         RAISE EXCEPTION 'El aforo del salon ha sido excedido. Aforo
208             maximo: %, Numero de alumnos: %', salon_aforo,
209             alumnos_cantidad;

```

```

205     END IF;
206
207     RETURN new;
208 END;
209 $$ LANGUAGE plpgsql;
210
211 CREATE TRIGGER trigger_check_salon_aforo_on_alumno
212     BEFORE INSERT
213     ON alumno
214     FOR EACH ROW
215 EXECUTE FUNCTION function_check_salon_aforo_on_alumno();
216
217 ----
218
219 CREATE OR REPLACE FUNCTION function_check_salon_aforo_on_matricula
220     ()
221     RETURNS TRIGGER AS
222 $$
223 DECLARE
224     salon_aforo          INT;
225     alumnos_cantidad    INT;
226     salon_nombre_seccion VARCHAR(50);
227     salon_sede_id        INT;
228 BEGIN
229     SELECT salon_nombre_seccion, salon_sede_id
230     INTO salon_nombre_seccion, salon_sede_id
231     FROM alumno
232     WHERE dni = new.alumno_dni;
233
234     SELECT aforo
235     INTO salon_aforo
236     FROM salon
237     WHERE salon_nombre_seccion = new.nombre_seccion
238         AND salon_sede_id = new.sede_id;
239
240     SELECT COUNT(dni) + 1
241     INTO alumnos_cantidad
242     FROM alumno
243     WHERE salon_nombre_seccion = new.nombre_seccion
244         AND salon_sede_id = new.sede_id;
245
246     IF alumnos_cantidad > salon_aforo THEN
247         RAISE EXCEPTION 'El aforo del salon ha sido excedido. Aforo
248             maximo: %, Numero de alumnos: %', salon_aforo,
249             alumnos_cantidad + 1;
250     END IF;
251
252     RETURN new;
253 END;
254 $$ LANGUAGE plpgsql;
255
256 CREATE TRIGGER trigger_check_salon_aforo_on_matricula
257     BEFORE INSERT
258     ON matricula
259     FOR EACH ROW
260 EXECUTE FUNCTION function_check_salon_aforo_on_matricula();

```

```

259 ----
260
261 CREATE OR REPLACE FUNCTION gestionar_tutor_reasignacion()
262 RETURNS TRIGGER AS
263 $$
264 BEGIN
265     IF (SELECT COUNT(*)
266         FROM tutor
267         WHERE salon_nombre_seccion = old.salon_nombre_seccion
268             AND sede_id = old.sede_id
269             AND dni != old.dni) = 0 THEN
270         RAISE EXCEPTION 'No se puede reasignar el tutor sin
reemplazo en el salon % de la sede %', old.salon_nombre_seccion
, old.sede_id;
271     END IF;
272
273     DELETE FROM tutor WHERE dni = old.dni AND salon_nombre_seccion
= old.salon_nombre_seccion AND sede_id = old.sede_id;
274
275     UPDATE colaborador SET esta_activo = FALSE WHERE dni = old.dni;
276
277     RETURN new;
278 END;
279 $$ LANGUAGE plpgsql;
280
281 CREATE TRIGGER trigger_gestionar_tutor_reasignacion
282 AFTER UPDATE
283 ON tutor
284 FOR EACH ROW
285 WHEN (old.dni IS DISTINCT FROM new.dni OR old.
salon_nombre_seccion IS DISTINCT FROM new.salon_nombre_seccion
OR
286         old.sede_id IS DISTINCT FROM new.sede_id)
287 EXECUTE FUNCTION gestionar_tutor_reasignacion();

```

Listing 2: Archivo code-snippets/triggers.sql

4.2 Carga de datos

Durante la carga de datos en los esquemas de 1k, 10k, 100k y 1m, se implementó la simulación de datos faltantes en archivos CSV, seguida de su inserción mediante Docker como tuplas en lugar de listas. Este enfoque fue diseñado para optimizar las operaciones de lectura desde los contenedores. El propósito principal de esta práctica es facilitar el acceso inmediato a la base de datos simplemente descargando la imagen Docker, asegurando así una configuración ágil y eficiente del entorno de desarrollo.

4.3 Simulación de datos faltantes

Para simular datos faltantes, se desarrolló un script en Python que utilizó la biblioteca externa Faker junto con la biblioteca nativa random para generar datos aleatorios en los archivos CSV mencionados. Estos datos fueron posteriormente insertados mediante un bulk insert, optimizando así el proceso de carga masiva y garantizando la diversidad y precisión de los datos simulados.

5 Optimización y experimentación

En la siguiente sección, se evaluará el rendimiento de la base de datos mediante la ejecución de tres consultas complejas. Este análisis se llevará a cabo en varios escenarios que incluyen diferentes volúmenes de datos y se realizarán pruebas sin índices, únicamente con los índices por defecto y con los índices que consideremos más adecuados para garantizar la ejecución óptima de estas consultas. Finalmente, se procederá a analizar y comparar los resultados obtenidos.

5.1 Consultas SQL para el experimento

5.1.1 Descripción del tipo de consultas seleccionadas

5.1.2 Implementación de consultas en SQL

Consulta 1

```
1 SELECT
2     persona.nombres || ' ' || persona.primer_apellido || ' ' ||
3     persona.segundo_apellido AS nombre_director,
4     persona.email,
5     colaborador.numero_celular,
6     sede.direccion,
7     sede.coordenada_longitud,
8     sede.coordenada_latitud
9 FROM
10     director
11     JOIN colaborador ON director.dni = colaborador.dni
12     JOIN persona ON colaborador.dni = persona.dni
13     JOIN sede ON director.sede_id = sede.id
14 WHERE
15     sede.id IN (
16         SELECT
17             sede.id
18         FROM (
19             SELECT
20                 sede.id,
21                 COUNT(salon.nombre_seccion) AS numero_salones,
22                 (SELECT COUNT(matricula.alumno_dni)
23                  FROM matricula
24                  WHERE matricula.sede_id = sede.id AND
25                       matricula.year = EXTRACT(YEAR FROM CURRENT_DATE)) AS
26                 numero_alumnos
27             FROM
28                 sede
29             LEFT JOIN salon ON sede.id = salon.sede_id
30             GROUP BY
31                 sede.id,
32                 sede.construccion_fecha
33             ORDER BY
34                 numero_salones DESC,
35                 sede.construccion_fecha
36             LIMIT 20
37         ) AS sedes_filtradas
38     WHERE sedes_filtradas.numero_alumnos <= 300
```

```

36         AND sedes_filtradas.numero_alumnos >= 200
37     )
38 ORDER BY
39     sede.id;

```

Listing 3: Consulta 1

Consulta 2

```

1 SELECT CONCAT(persona.nombres, ' ', persona.primer_apellido, ' ',
2     persona.segundo_apellido) AS nombre_completo,
3     colaborador.cci,
4     persona.email,
5     CASE
6         WHEN profesor.dni IS NOT NULL THEN
7             colaborador.sueldo_hora * colaborador.
8             horas_semanales_trabajo * 4 * 0.05 *
9             (SELECT COUNT(id)
10              FROM sede
11              JOIN profesor_sede ON sede.id =
12              profesor_sede.sede_id
13              WHERE profesor_sede.profesor_dni = profesor.dni
14              AND (EXTRACT(YEAR FROM CURRENT_DATE) - EXTRACT(
15              YEAR FROM sede.construccion_fecha)) % 10 = 0
16              AND (EXTRACT(YEAR FROM CURRENT_DATE) - EXTRACT(
17              YEAR FROM sede.construccion_fecha)) > 0)
18         ELSE
19             colaborador.sueldo_hora * colaborador.
20             horas_semanales_trabajo * 4 * 0.05 *
21             (CASE
22                 WHEN (EXTRACT(YEAR FROM CURRENT_DATE) - EXTRACT(
23                 YEAR FROM
24                     (SELECT MIN(sede.construccion_fecha)
25                     FROM sede JOIN colaborador AS c ON c.dni =
26                     colaborador.dni
27                     WHERE c.dni = colaborador.dni
28                     AND (EXTRACT(YEAR FROM CURRENT_DATE) - EXTRACT(
29                     YEAR FROM sede.construccion_fecha)) % 10 = 0
30                     AND (EXTRACT(YEAR FROM CURRENT_DATE) - EXTRACT(
31                     YEAR FROM sede.construccion_fecha)) > 0))) >= 10 THEN 1 ELSE 0
32             END)
33         END AS bonificacion
34 FROM colaborador
35     JOIN persona ON colaborador.dni = persona.dni
36     LEFT JOIN profesor ON colaborador.dni = profesor.dni
37 WHERE colaborador.esta_activo = TRUE
38     AND persona.nacimiento_fecha BETWEEN '1960-01-01' AND '1980-12-31'
39     ,
40     AND EXISTS (SELECT 1
41                 FROM sede JOIN colaborador AS c ON c.dni =
42                 colaborador.dni
43                 WHERE c.dni = colaborador.dni
44                 AND (EXTRACT(YEAR FROM CURRENT_DATE) - EXTRACT(YEAR
45                 FROM sede.construccion_fecha)) % 10 = 0
46                 AND (EXTRACT(YEAR FROM CURRENT_DATE) - EXTRACT(YEAR
47                 FROM sede.construccion_fecha)) > 0);

```

Listing 4: Consulta 2

Consulta 3

```
1 SELECT persona.nombres ,
2     persona.primer_apellido ,
3     persona.segundo_apellido ,
4     persona.sexo ,
5     persona.email
6 FROM persona
7 WHERE persona.dni
8     IN (SELECT alumno.dni
9         FROM alumno
10        WHERE alumno.dni
11            IN (SELECT matricula.alumno_dni
12                FROM matricula
13                WHERE matricula.year <= EXTRACT(YEAR FROM
14                    CURRENT_DATE) - 2)
14            AND alumno.apoderado_dni
15            IN (SELECT apoderado.dni
16                FROM apoderado
17                WHERE apoderado.dni
18                    IN (SELECT colaborador.dni
19                        FROM colaborador
20                        WHERE colaborador.esta_activo =
21                            TRUE
22                            AND colaborador.
23                                horas_semanales_trabajo > 48
24                                AND colaborador.sueldo_hora *
25                                    colaborador.horas_semanales_trabajo * 4 < 2000)))
26 AND persona.nacimiento_fecha > CURRENT_DATE - INTERVAL '18
27 years';
```

Listing 5: Consulta 3

5.2 Metodología del experimento

5.3 Optimización de consultas

5.3.1 Planes de índices para Consulta 1

5.3.2 Planes de índices para Consulta 2

```
1 CREATE INDEX idx_persona_nacimiento_fecha ON persona
2     (nacimiento_fecha);
```

5.3.3 Planes de índices para Consulta 3

```
1 CREATE INDEX idx_horas_semanales_trabajo ON colaborador
2     (horas_semanales_trabajo);
```

5.4 Plataforma de pruebas

5.5 Medición de tiempos

5.5.1 Sin índices

5.5.2 Con índices

5.6 Resultados

5.6.1 Consulta 1

5.6.2 Consulta 2

5.6.3 Consulta 3

6 Análisis y discusión

7 Conclusiones

8 Anexos

8.1 Modelo Físico

8.2 Videos de experimentación

8.2.1 Consulta 1

8.2.2 Consulta 2

8.2.3 Consulta 3

8.2.4 Consulta 4

8.3 Pregunta extra

¿Cuál sería la complejidad operacional si escalamos los datos por encima del millón?, realice una comparativa respecto a la cantidad de datos del párrafo anterior. ¿Es suficiente la arquitectura Cliente-Servidor para procesar millones de datos?