

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	10
2.3.1	Entidad InformacionInstitucion	10
2.3.2	Entidad Persona	10
2.3.3	Entidad Alumno	11
2.3.4	Entidad Apoderado	11
2.3.5	Entidad Colaborador	11
2.3.6	Entidad Profesor	11
2.3.7	Entidad Secretario	11
2.3.8	Entidad Director	12
2.3.9	Entidad Consejero	12
2.3.10	Entidad Tutor	12
2.3.11	Entidad Sede	12
2.3.12	Entidad Salon	12
2.3.13	Entidad Grado	13
2.3.14	Entidad Curso	13
2.3.15	Entidad Matrícula	13
3	Modelo Relacional	13
3.1	Modelo Relacional	13
3.2	Especificaciones de transformación	14
3.2.1	Entidades	14
3.2.2	Entidades débiles	14

3.2.3	Entidades superclases y subclases	15
3.2.4	Relaciones binarias	15
3.2.5	Relaciones ternarias	15
3.3	Diccionario de datos	16
4	Implementación de la base de datos	22
4.1	Creación de tablas en PostgreSQL	22
4.2	Carga de datos	22
4.3	Simulación de datos faltantes	22
5	Optimización y experimentación	22
5.1	Consultas SQL para el experimento	22
5.1.1	Descripción del tipo de consultas seleccionadas	22
5.1.2	Implementación de consultas en SQL	22
5.2	Metodología del experimento	22
5.3	Optimización de consultas	22
5.3.1	Planes de índices para Consulta 1	22
5.3.2	Planes de índices para Consulta 2	22
5.3.3	Planes de índices para Consulta 3	22
5.3.4	Planes de índices para Consulta 4	22
5.4	Plataforma de pruebas	22
5.5	Medición de tiempos	22
5.5.1	Sin índices	22
5.5.2	Con índices	22
5.6	Resultados	22
5.6.1	Consulta 1	22
5.6.2	Consulta 2	22
5.6.3	Consulta 3	22
5.6.4	Consulta 4	22
6	Análisis y discusión	22
7	Conclusiones	22
8	Anexos	22
8.1	Modelo Físico	22
8.2	Videos de experimentación	22
8.2.1	Consulta 1	22
8.2.2	Consulta 2	22
8.2.3	Consulta 3	22
8.2.4	Consulta 4	22
8.3	Pregunta extra	22

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

- Es necesario tener la información de la institución. Esta tiene descripción, banner, nombre, fue fundado en cierta fecha y por alguien, y tiene RUC como identificador.
- 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 solo 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 nombreSeccion 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

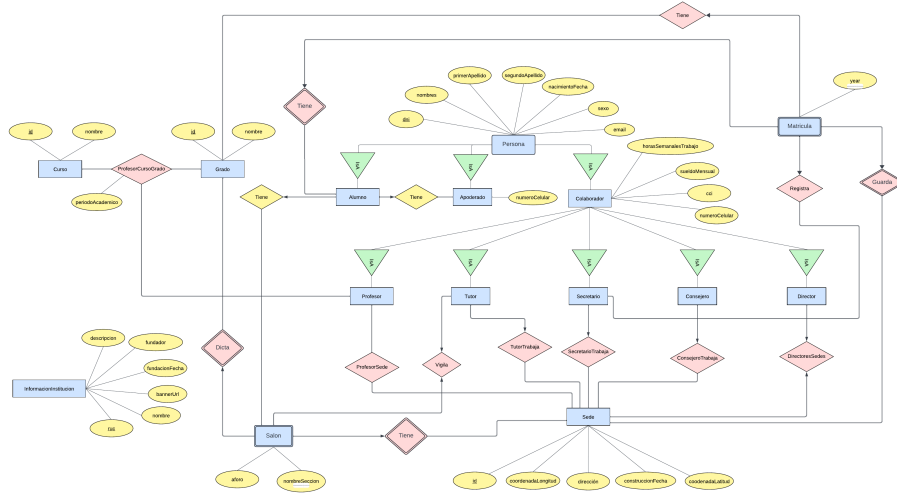


Figure 1: Modelo Entidad-Relación

2.3 Especificaciones y consideraciones sobre el modelo

2.3.1 Entidad InformaciónInstitucion

- Especificaciones: Almacena la información más importante de cada colegio: 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. 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, y sedeId como llave foránea, 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 DNI del director 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 lo que permite un manejo detallado de los espacios físicos. La relación con Tutor asegura supervisión directa y se relaciona mediante una llave foránea. 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

- `InformacionInstitucion(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)`

- Tutor(Colaborador.dni, Sede.id)
- Profesor(Colaborador.dni)
- ProfesorSede(Profesor.dni, Sede.id)
- Sede(id, coordenadaLongitud, coordenadaLatitud, direccion, construccionFecha, Director.dni)
- 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. Incluye atributos como direccion, coordenadaLongitud, coordenadaLatitud, y construccionFecha. Representa una ubicación física donde se imparten cursos y trabajan los colaboradores.
- **InformacionInstitucion:** Se convierte en la tabla InformacionInstitucion 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 y tutorDni 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

- **Salón y Sede:** Cada salón pertenece a una sede, representando una relación de 1 a n, donde cada sede puede contener varios salones.
- **Alumno y Salón:** Relación de n a 1, cada alumno está asignado a un salón específico.
- **Grado y Salón:** 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.
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
id	INT	X		ID del grado.
nombre	VARCHAR(50)			Nombre del grado.

Table 9: 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 10: InformacionInstitucion

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
Alumno.dni	CHAR(8)	X	X	DNI del alumno matriculado.
year	DATE	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 11: 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 12: 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	DATE			Periodo académico en el que dicta el profesor.

Table 13: 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 14: 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 15: 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 16: 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 17: Secretario

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	FK	Descripción
id	INT	X		ID de la sede.
coordenadaLongitud	FLOAT8			Longitud geográfica de la sede.
coordenadaLatitud	FLOAT8			Latitud geográfica de la sede.
direccion	VARCHAR(255)			Dirección física de la sede.
construccionFecha	DATETIME			Fecha de construcción de la sede.
Director.dni	CHAR(8)		X	DNI del director de la sede.

Table 18: 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.
Sede.id	INT		X	ID de la sede donde trabaja el tutor.

Table 19: Tutor

4 Implementación de la base de datos

4.1 Creación de tablas en PostgreSQL

4.2 Carga de datos

4.3 Simulación de datos faltantes

5 Optimización y experimentación

5.1 Consultas SQL para el experimento

5.1.1 Descripción del tipo de consultas seleccionadas

5.1.2 Implementación de consultas en SQL

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

5.3.3 Planes de índices para Consulta 3

5.3.4 Planes de índices para Consulta 4

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

5.6.4 Consulta 4

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

anterior. ¿Es suficiente la arquitectura Cliente-Servidor para procesar millones de datos?