



Universidad Politécnica de Chiapas

# Sistema de Evaluación Académica (Módulo de firmas digitales)

## Informe de Estancia Industrial I

**Presenta:**

Miguel Ángel Molina Gómez

24 de Mayo de 2025

# Índice

<b>Índice de Segmentos de Código</b>	<b>3</b>
<b>1 Empresa o Institución</b>	<b>4</b>
<b>2 Descripción del proyecto</b>	<b>4</b>
<b>3 Expectativas Académicas</b>	<b>5</b>
<b>4 Diagnóstico situacional</b>	<b>6</b>
<b>5 Desarrollo del proyecto</b>	<b>7</b>
5.1 Metodología de Trabajo . . . . .	7
5.2 Herramientas y Tecnologías Utilizadas . . . . .	7
5.3 Arquitectura del Módulo . . . . .	7
5.4 Historias de Usuario y Diseño de Base de Datos . . . . .	9
5.5 Implementación y Análisis de Código . . . . .	10
<b>6 Resultados</b>	<b>12</b>
<b>7 Lecciones Aprendidas</b>	<b>12</b>
<b>8 Competencias Adquiridas</b>	<b>13</b>
<b>9 Conclusiones</b>	<b>13</b>
<b>A Anexos</b>	<b>14</b>
A.1 Anexo A: Tarjeta de Contacto . . . . .	14

## Índice de figuras

1	Fachada de ECOSUR. . . . .	4
2	Diseño arquitectónico del proyecto. . . . .	8
3	Documentación de la API en Swagger, mostrando los endpoints desarrollados. . . . .	12

## Listings

1	Modelo de Entidad FirmasDigitale.cs . . . . .	9
2	Esquema SQL de la tabla FirmasDigitales . . . . .	10
3	Controlador de API: FirmaController.cs . . . . .	10
4	Servicio de Lógica de Negocio: FirmaService.cs . . . . .	11

## 1. Empresa o Institución

El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) es un centro público de investigación científica que busca contribuir al desarrollo sustentable de la frontera sur de México, Centroamérica y el Caribe a través de la generación de conocimientos, la formación de recursos humanos y la vinculación desde las ciencias sociales y naturales.

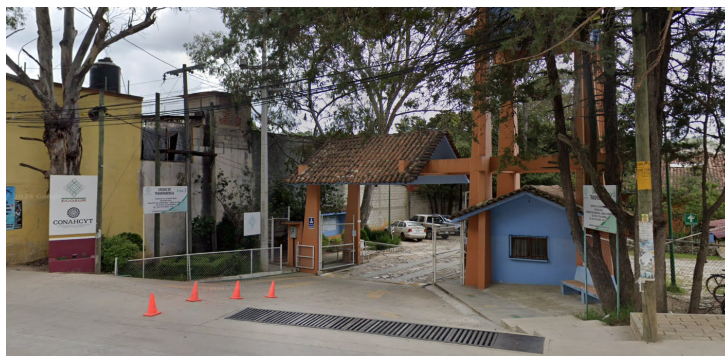


Figura 1: Fachada de ECOSUR.

## 2. Descripción del proyecto

El Sistema de Evaluación Académica es una plataforma diseñada para gestionar y optimizar los procesos de evaluación docente, retroalimentación estudiantil y análisis de desempeño académico dentro de instituciones educativas. Su objetivo central es digitalizar y estandarizar estos procesos, garantizando transparencia, eficiencia y accesibilidad para los usuarios.

Durante la estancia industrial, el enfoque se centró en el desarrollo e implementación del **módulo de firmas digitales**, un componente crítico para validar electrónicamente documentos académicos. El trabajo abarcó el ciclo de vida completo del desarrollo del backend: desde el análisis de requisitos con los stakeholders y la selección de tecnologías, hasta el diseño de la arquitectura del servicio, la creación de la API de integración, la implementación de la lógica de cifrado y las pruebas de seguridad e integración. La solución final eliminó procesos manuales, aseguró la confidencialidad de las firmas, redujo significativamente los tiempos de gestión y se integró exitosamente en el sistema general.

### 3. Expectativas Académicas

- **Expectativas académicas:**

- Aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en el aula (ej: criptografía, desarrollo de software, bases de datos) a un proyecto real.
- Comprender cómo se integran las normativas institucionales en soluciones tecnológicas.
- Fortalecer la capacidad de documentación técnica bajo estándares profesionales.

- **Expectativas técnicas:**

- Dominar el uso de herramientas y bibliotecas específicas para el desarrollo de backend.
- Implementar un módulo funcional que cumpla con requisitos de seguridad y usabilidad.
- Aprender y aplicar metodologías ágiles en un entorno laboral real.

- **Expectativas personales:**

- Desarrollar habilidades de comunicación efectiva con equipos multidisciplinarios.
- Adquirir experiencia en la resolución de problemas bajo presión y con plazos definidos.
- Construir una red de contactos profesionales dentro del sector tecnológico-educativo.

## 4. Diagnóstico situacional

Al inicio de la estancia industrial, se identificaron las siguientes capacidades y áreas de oportunidad en relación con los conocimientos, habilidades y destrezas requeridas para el desarrollo del **módulo de firmas digitales** dentro del **Sistema de Evaluación Académica**:

- **Conocimientos previos vs. requerimientos del proyecto**

- **Fortalezas:**

- Bases sólidas en programación orientada a objetos y estructura de datos.
- Comprensión teórica de criptografía básica y algoritmos de cifrado.
- Conocimiento en diseño de bases de datos relacionales (SQL).

- **Brechas identificadas:**

- Poca experiencia en la construcción e integración de APIs RESTful con sistemas institucionales.
- Desconocimiento práctico de herramientas de control de versiones como Git en un entorno colaborativo.
- Falta de familiaridad con el ecosistema de desarrollo .NET y el IDE Visual Studio.

## 5. Desarrollo del proyecto

En esta sección se detalla el proceso sistemático seguido para el diseño, implementación y validación del módulo de firmas digitales. El enfoque del trabajo se centró en el desarrollo del **backend**, que constituye el núcleo funcional del sistema, abarcando la creación de la API RESTful, el diseño y gestión de la base de datos, y la implementación de la lógica de seguridad para el tratamiento de las firmas.

### 5.1. Metodología de Trabajo

Para la gestión del proyecto se adoptó un marco de trabajo ágil basado en **Scrum**. Esta metodología permitió un desarrollo iterativo e incremental, facilitando la adaptación a los requisitos cambiantes y asegurando entregas de valor continuas. El ciclo de trabajo se organizó en Sprints de dos semanas, aplicando las ceremonias y artefactos estándar de Scrum.

### 5.2. Herramientas y Tecnologías Utilizadas

La selección de tecnologías fue un paso crucial para garantizar la seguridad, escalabilidad y mantenibilidad del módulo. Se seleccionó un stack tecnológico robusto y moderno basado en el ecosistema de Microsoft:

- **Lenguaje y Framework:** C# sobre el framework .NET.
- **IDE:** Visual Studio.
- **Acceso a Datos:** Entity Framework Core (ORM).
- **Base de Datos:** Microsoft SQL Server.
- **Documentación de API:** Swagger (OpenAPI).
- **Control de Versiones:** Git.

### 5.3. Arquitectura del Módulo

El módulo se diseñó siguiendo una **Arquitectura de 3 Niveles (3-Tier Architecture)**, que promueve la separación de responsabilidades. Los componentes se desplegaron en servidores distintos, logrando un desacoplamiento físico.



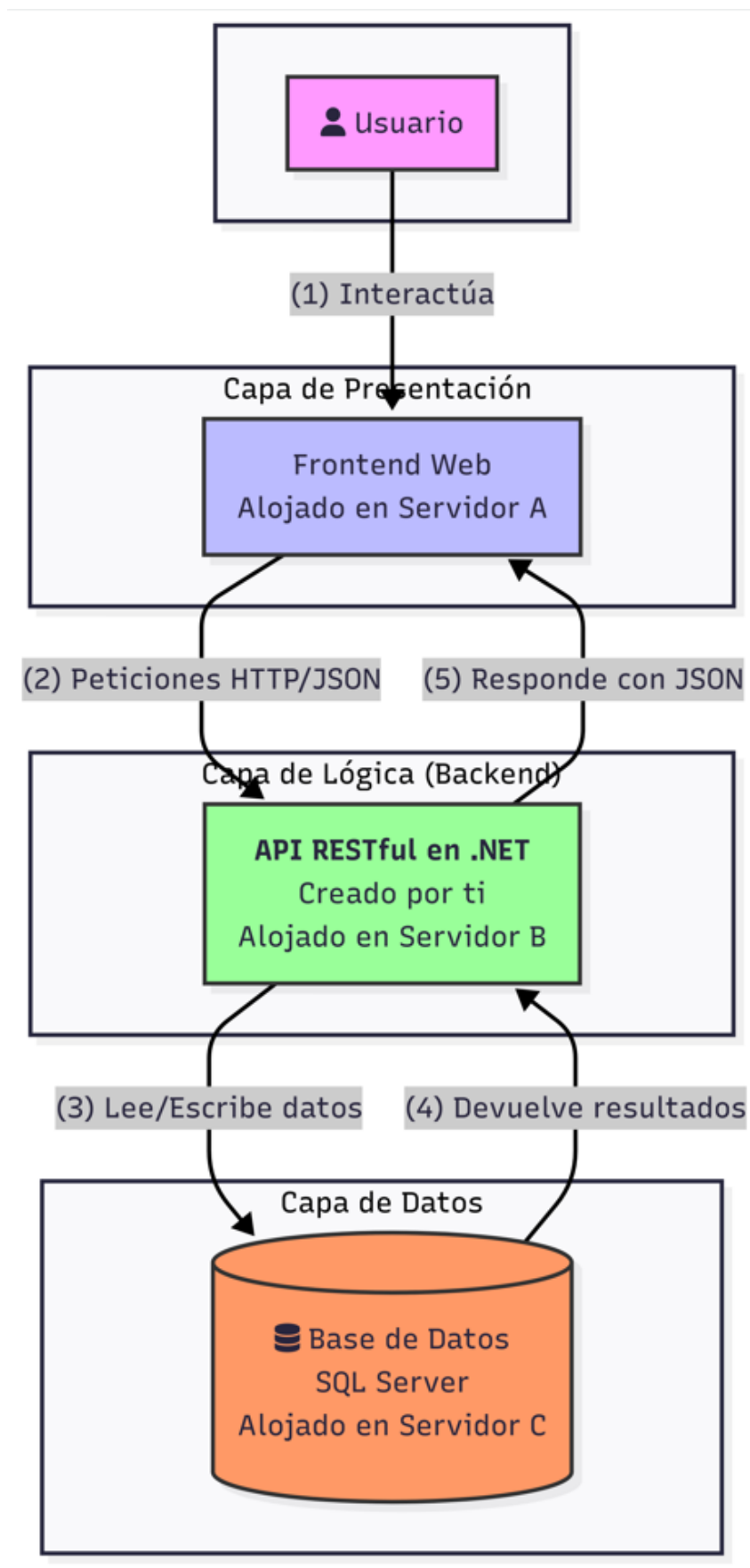


Figura 2: Diseño arquitectónico del proyecto.

## 5.4. Historias de Usuario y Diseño de Base de Datos

Se definieron los requisitos funcionales del backend y, para soportarlos, se diseñó la siguiente tabla en la base de datos:

Para guiar el desarrollo del backend, se definieron los requisitos funcionales clave en formato de historias de usuario, centradas en las capacidades que el sistema debía ofrecer al usuario final y los requerimientos de seguridad.

Cuadro 1: Historias de usuario para el módulo de firmas digitales.

ID	Como (Rol)	Quiero (Acción)	Para (Beneficio)
HU-01	Usuario del sistema	Poder cargar o actualizar la imagen de mi firma.	Tenerla disponible y almacenada de forma segura para su uso posterior en documentos.
HU-02	Usuario del sistema	Poder visualizar mi firma digital ya cargada.	Verificar que es la correcta y ver cómo aparecerá en los documentos de prueba.
HU-03	Usuario del sistema	Poder eliminar mi firma digital del sistema.	Revocar su uso y asegurar que ya no pueda ser utilizada en el futuro.
HU-04	Administrador del sistema	Asegurar que la firma de cada usuario se guarde de forma cifrada en la base de datos.	Proteger la información sensible y cumplir con las normativas de seguridad de datos de la institución.

```

1 public partial class FirmasDigitale
2 {
3     public int Id { get; set; }
4     public int Idpersona { get; set; }
5     public string? Firma { get; set; }
6     public DateTime FechaInsercion { get; set; }
7 }

```

Listing 1: Modelo de Entidad FirmasDigitale.cs

```

1 CREATE TABLE FirmasDigitales (
2     ID INT PRIMARY KEY IDENTITY(1,1),
3     IDPersona INT NOT NULL,
4     firma VARCHAR(MAX) NULL,
5     fecha_insercion DATE NOT NULL,
6     CONSTRAINT FK_FirmasDigitales_Personas
7         FOREIGN KEY (IDPersona) REFERENCES Personas(ID)
8 );

```

Listing 2: Esquema SQL de la tabla FirmasDigitales

**Análisis de la tabla:** La tabla ‘FirmasDigitales’ fue diseñada para almacenar la representación cifrada de la firma. El campo ‘firma’ de tipo ‘VARCHAR(MAX)’ almacena el string Base64 cifrado, ‘IDPersona’ lo relaciona con un usuario y ‘fecha\_insercion’ sirve como registro de auditoría.

## 5.5. Implementación y Análisis de Código

La implementación se estructuró siguiendo las mejores prácticas de .NET.

```

1 [ApiController]
2 [Route("api/general")]
3 public class FirmaController : ControllerBase
4 {
5     private readonly IFirmaService _firmaService;
6
7     public FirmaController(IFirmaService firmaService)
8     {
9         _firmaService = firmaService;
10    }
11
12    [HttpPost("firmas_digitales")]
13    [Authorize(Roles.Investigador, Roles.Tecnico)]
14    public async Task<IActionResult> CrearFirma(
15        [Required][FromForm] CrearFirmaDigitalRequest request)
16    {
17        // Obtener usuario desde el contexto de la petición
18        UsuarioSIE? usuario = (UsuarioSIE?)HttpContext.Items["User"];
19        if (usuario == null)
20        {
21            return Unauthorized("Token incorrecto o ausente.");
22        }
23
24        var resultado = await _firmaService.CrearFirmaDigital(
25            request, usuario.IdPersona);
26
27        var response = new ResponseWithData<FirmaDigitalData>(
28            resultado, "Firma creada exitosamente.");
29        return Ok(response);
30    }
31
32    // Endpoints GET y DELETE omitidos por brevedad.
33 }

```

Listing 3: Controlador de API: FirmaController.cs

**Análisis del Controlador:** El ‘FirmaController’ es el punto de entrada a la API. Usa inyección de dependencias y el atributo ‘[Authorize]’ para restringir el acceso. La identidad del usuario se obtiene de forma segura desde el ‘HttpContext’.

```
1 public class FirmaService : IFirmaService
2 {
3     private readonly DatabaseBDIContext _context;
4     private readonly EncriptacionMD5 _encriptador;
5
6     public FirmaService(DatabaseBDIContext context, EncriptacionMD5
7     encriptador)
8     {
9         _context = context;
10        _encriptador = encriptador;
11    }
12
13    public async Task<FirmaDigitalData> CrearFirmaDigital(
14        CrearFirmaDigitalRequest nuevaFirma, int idUser)
15    {
16        using var memoryStream = new MemoryStream();
17        await nuevaFirma.Firma.CopyToAsync(memoryStream);
18        var firmaBase64 = Convert.ToBase64String(memoryStream.ToArray())
19        ;
20
21        string firmaEncriptada = _encriptador.EncriptarBase64(
22        firmaBase64);
23
24        var firmaExistente = await _context.FirmasDigitales
25            .FirstOrDefaultAsync(f => f.Idpersona == idUser);
26
27        if (firmaExistente != null)
28        {
29            firmaExistente.Firma = firmaEncriptada;
30            _context.FirmasDigitales.Update(firmaExistente);
31        }
32        else
33        {
34            var firmaEntity = new FirmasDigitale()
35            {
36                Idpersona = idUser,
37                Firma = firmaEncriptada,
38                FechaInsercion = DateTime.UtcNow,
39            };
40            _context.FirmasDigitales.Add(firmaEntity);
41        }
42        await _context.SaveChangesAsync();
43        // ... (l gica de retorno)
44    }
45 }
```

Listing 4: Servicio de Lógica de Negocio: FirmaService.cs

**Análisis del Servicio:** ‘FirmaService’ encapsula la lógica de negocio. Procesa, cifra y persiste la firma, manejando tanto la creación como la actualización de forma eficiente y asíncrona.

## 6. Resultados

El trabajo realizado durante la estancia industrial culminó con la entrega de un **módulo de backend completamente funcional y seguro** para la gestión de firmas digitales. Los entregables y resultados clave son los siguientes:

- **API RESTful funcional:** Se desarrollaron, probaron y documentaron todos los endpoints necesarios para las operaciones CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar) sobre las firmas digitales.
- **Base de Datos Estructurada:** Se diseñó e implementó el esquema de la base de datos necesario, incluyendo la tabla ‘FirmasDigitales’ y sus relaciones.
- **Módulo de Seguridad:** Se implementó un sistema de cifrado simétrico que protege la información sensible (las firmas) en la base de datos.
- **Mejoras Cuantificables en el Proceso:** La implementación de este módulo digitalizó un proceso que anteriormente era manual, reduciendo el tiempo de gestión de días a minutos.

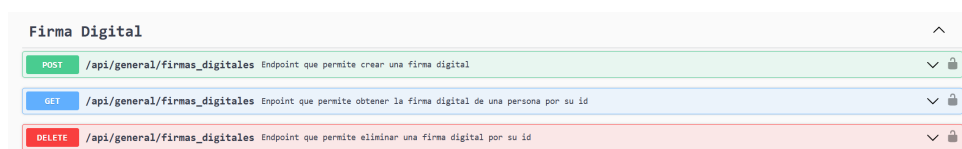


Figura 3: Documentación de la API en Swagger, mostrando los endpoints desarrollados.

## 7. Lecciones Aprendidas

- **Desafío Técnico - Centralización de la Seguridad:** Se tomó la decisión estratégica de **centralizar toda la lógica criptográfica en el backend**. Esta elección fortaleció significativamente la seguridad del sistema al asegurar que la clave de descifrado nunca abandonara el entorno controlado del servidor.
- **Integración en Sistemas a Gran Escala:** Se obtuvo una comprensión profunda de los desafíos de integrar un nuevo módulo en un sistema empresarial, destacando la importancia de una API bien documentada y la comunicación entre equipos.
- **Visión a Futuro y Mejora Continua:** Se identificó una oportunidad de mejora a futuro: la migración a estándares criptográficos más modernos como **AES-GCM** y **SHA-256** para alinear el módulo con las últimas recomendaciones de la industria.

## 8. Competencias Adquiridas

Esta experiencia profesional permitió desarrollar un conjunto de competencias técnicas y transversales de alto valor:

- **Dominio del Desarrollo de API con .NET:** Se adquirió una competencia sólida en el diseño y construcción de APIs RESTful utilizando C# y .NET.
- **Integración de Sistemas y Control de Versiones:** Se obtuvo experiencia práctica en el uso de Git para el trabajo colaborativo y en la integración de un backend con un frontend.
- **Habilidad en el Diseño y Gestión de Bases de Datos:** Se aplicaron los conocimientos teóricos en un caso real, diseñando un esquema de base de datos y utilizando Entity Framework Core.
- **Organización y Trabajo en Equipos de Alto Rendimiento:** Se desarrolló la habilidad para trabajar eficazmente bajo una metodología ágil (Scrum).

## 9. Conclusiones

La estancia industrial en El Colegio de la Frontera Sur fue una oportunidad invaluable para aplicar y expandir los conocimientos adquiridos. El desarrollo del backend para el módulo de firmas digitales fue un proyecto desafiante y enriquecedor que se completó con éxito. Se logró construir una solución robusta, segura y escalable que cumple con todos los requisitos funcionales. Las competencias técnicas y profesionales adquiridas son un activo fundamental para mi futura carrera como ingeniero de software.

## A. Anexos

### A.1. Anexo A: Tarjeta de Contacto

---

**Asesor Industrial**

---

**Nombre:** Ing. Carlos Hugo Ruiz Aguilar

**Puesto:** Técnico Titular .<sup>A</sup>"

**Departamento:** UTIC (Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicaciones)

**Institución:** El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)

**Correo electrónico:** cruzi@ecosur.mx

**Teléfono:** 967-114-6442