

Aguilar Velásquez, María Belén
Araya Olmos, María Agustina

Prescription

**Tesis para la obtención del título de
grado de Ingenieros en Sistemas**

Directores:

Carreño, Ignacio Luciano

Porrini, Federico Eduardo

Documento disponible para su consulta y descarga en Biblioteca Digital - Producción Académica, repositorio institucional de la Universidad Católica de Córdoba, gestionado por el Sistema de Bibliotecas de la UCC.



[Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.](#)

Universidad Católica de Córdoba

Facultad de Ingeniería

Proyecto:

**Prescription: Prescripciones médicas con tecnología
Blockchain**



**UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CÓRDOBA**
JESUITAS



Informe Final de Grado

Alumnas:

Aguilar Velásquez, María Belén

Araya Olmos, María Agustina

Docentes Tutores:

Carreño, Ignacio Luciano

Porrini, Federico Eduardo

17 de agosto de 2025

Córdoba - Argentina

Dedicatoria

A nuestras familias, por ser nuestro principal apoyo a lo largo de este camino, por acompañar las largas noches de estudio, los nervios, los tropiezos y las victorias.

Índice

Resumen.....	5
Abstract.....	5
Presentación del tema.....	6
Glosario.....	7
Siglas y Abreviaturas.....	9
1. Introducción.....	11
2. Objetivo.....	11
2.1. Objetivo general.....	11
2.2. Objetivos específicos.....	11
3. Marco teórico.....	12
3.1. Estado del Arte (Sistema Actual).....	12
3.1.1. Organismos.....	14
3.1.1.1. Obras Sociales.....	14
3.1.1.2. Prepagas.....	15
3.1.1.3. COFA: Confederación Farmacéutica Argentina.....	15
3.1.1.4. Colfacor: Colegio de Farmacéuticos Córdoba.....	16
Adhesión de obras sociales.....	17
Cierre de lotes y presentaciones.....	22
Liquidación de medicamentos dispensados.....	24
3.1.2. Componentes.....	27
3.1.2.1. Recetas.....	27
Receta manuscrita.....	27
Receta electrónica.....	30
3.1.2.2. Troqueles.....	32
3.1.2.3. Validadores.....	33
FARMAPAMI - PAMI.....	35
MPN - Medicamentos Primer Nivel.....	41
Otras Obras Sociales.....	44
3.2. Legislación vigente.....	52
3.2.1. Pacientes.....	52
3.2.1.1. Ley 26.529 - Derechos del Paciente en su Relación con los Profesionales e Instituciones de la Salud.....	52
3.2.2. Recetas médicas.....	53
3.2.2.1. Ley 27.553 - Recetas electrónicas o digitales.....	53
3.2.2.2. Decreto 98/2023 - Reglamentación de la Ley N° 27.553 (27/02/2023).....	54
3.2.2.3. Decreto 345/2024 - Modificación Decreto 98/2023 (19/04/2024).....	55
3.2.2.4. Plataformas.....	56
3.2.2.5. Estándares (resolución 680/2018).....	56
3.3. Tecnología Blockchain.....	57
3.3.1. Fundamentos de la tecnología.....	57
3.3.2. Comparación de Redes.....	58
3.3.3. Redes de Prueba (Testnets).....	60

3.3.3.1. Sepolia.....	60
3.3.4. Lenguajes para Contratos Inteligentes (Smart Contracts).....	61
3.3.4.1. Solidity.....	64
3.3.5. Herramientas de Desarrollo para entornos Blockchain.....	65
3.3.6. Estrategias de Prueba y Validación.....	66
4. Diagnóstico del Sistema actual.....	67
4.1. Metodología utilizada para el diagnóstico.....	67
4.2. Fortalezas destacadas.....	68
4.3. Problemas detectados.....	68
4.3.1. Utilización de recetas físicas.....	68
4.3.2. Variedad de plataformas utilizadas.....	69
4.3.3. Recepción de las recetas electrónicas.....	69
4.3.4. Vulnerabilidad de los datos.....	70
4.3.5. Uso excesivo de papel.....	70
5. Solución propuesta.....	71
5.1. Tecnología a utilizar.....	71
5.1.1. Blockchain.....	71
5.1.1.1. Prototipo: Ethereum Testnet (Sepolia).....	72
5.1.1.2. Smart Contracts con Solidity.....	72
5.1.2. Herramientas para el desarrollo.....	73
5.1.2.1. Ganache.....	73
5.1.2.2. Postman.....	73
5.2. Alcance.....	73
5.2.1. Módulos.....	73
5.2.2. Requerimientos.....	76
5.2.2.1. Requerimientos funcionales.....	76
5.2.2.2. Requerimientos no funcionales.....	77
Disponibilidad.....	77
Seguridad.....	78
Usabilidad.....	78
Performance.....	78
5.2.2.3. Requerimientos de integración.....	78
5.2.3. Casos de Uso.....	80
5.2.3.1. Especificación de Casos de Uso.....	81
5.2.4. Historias de Usuario.....	84
5.3. Diseño del sistema.....	89
5.3.1. Pantallas.....	89
5.3.2. Arquitectura del sistema.....	94
5.3.3. Patrones de diseño.....	97
5.3.3.1. Patrón MVC (Model-View-Controller).....	97
5.3.3.2. Patrón Repositorio (Repository).....	98
5.3.3.3. Patrón Singleton.....	99
5.3.3.4. Patrón Strategy.....	100
5.3.3.5. Patrón Proxy / Decorator (Middleware).....	100

5.3.3.6. Patrón Chain of Responsibility (Cadena de Responsabilidad).....	100
5.3.4. Modelo de datos.....	101
5.3.4.1. Diagrama de Clases.....	101
6. Implementación de la solución.....	103
6.1. Flujo General de una Receta.....	103
6.2. Componentes.....	105
6.3. Controladores (Capa API REST).....	107
6.4. Servicios (Services).....	109
6.5. Middleware.....	110
6.6. Utilitarios (Utils).....	111
6.7. Microservicios Mock y Futuro de Integración con Servicios Reales.....	111
6.7.1. Microservicios Implementados.....	111
6.7.2. Rol de los Microservicios Mock.....	113
6.7.3. Migración a Servicios Reales.....	114
7. Pruebas.....	114
7.1. Plan de Pruebas.....	115
7.2. Infraestructura de Testing.....	116
7.3. Ejecución de las Pruebas.....	117
7.4. Resultados y Cobertura.....	117
8. Impacto Económico.....	118
8.1. Identificación de Costos del Sistema Tradicional.....	118
8.1.1. Costos para la Farmacia.....	118
8.1.2. Mantenimiento y Soporte.....	120
8.1.3. Costos totales aproximados.....	121
8.2. Identificación de Costos del Sistema Propuesto.....	121
8.2.1. Adopción del Sistema.....	121
8.2.2. Costos para la Farmacia.....	127
Implementación Blockchain.....	127
Validación de recetas.....	129
Mantenimiento y Soporte.....	130
Costos iniciales.....	130
Instalación y suscripción al Sistema.....	130
Capacitación.....	131
Costos totales aproximados.....	132
8.3. Comparación entre Sistemas.....	133
9. Impacto Social.....	134
10. Impacto Medioambiental.....	136
10.1. Reducción del uso de papel y materiales físicos.....	137
10.2. Digitalización y trazabilidad eficiente.....	137
10.3. Consumo energético y consideraciones de sostenibilidad tecnológica.....	138
11. Conclusiones.....	139
12. Bibliografía.....	141
13. Anexos.....	144

Resumen

En un contexto donde las recetas electrónicas ya son obligatorias en Argentina, el sistema actual continúa presentando múltiples deficiencias: coexistencia de formatos físicos y digitales, fragmentación de plataformas, vulnerabilidades de seguridad y una excesiva dependencia del papel. Prescription propone una solución innovadora basada en tecnología blockchain para garantizar la trazabilidad, integridad y confidencialidad de las recetas médicas a lo largo de todo su ciclo de vida.

A través de registros descentralizados, contratos inteligentes y un sistema de autenticación robusto, se busca mejorar la interoperabilidad entre actores del sistema de salud, reducir el riesgo de falsificación y simplificar la auditoría por parte de obras sociales. Este enfoque no solo moderniza la infraestructura tecnológica, sino que también eleva el estándar de seguridad, eficiencia y transparencia en la gestión de prescripciones médicas.

Abstract

Despite the mandatory implementation of electronic prescriptions in Argentina, the current system still faces critical challenges: paper-based prescriptions are still used, platforms remain fragmented, data security incidents are frequent, and inefficient paper workflows persist. Prescription introduces a blockchain-based solution to address these issues by ensuring secure, traceable, and tamper-proof medical prescriptions across their entire lifecycle.

By leveraging decentralized records, smart contracts, and a role-based authentication system, Prescription improves interoperability, prevents fraud, and streamlines interactions between healthcare professionals, patients, pharmacies, and health insurance providers. The proposed model enhances efficiency, transparency, and trust in a highly regulated domain, paving the way for a modern, secure prescription ecosystem.

Palabras clave

Salud, Blockchain, Prescripciones médicas, Farmacias, Criptografía, Trazabilidad

Presentación del tema

Las prescripciones médicas son órdenes emitidas por un profesional de la salud, para autorizar el suministro de un medicamento específico a un paciente. Resultan de suma importancia para garantizar que los pacientes reciban el tratamiento adecuado según sus condiciones médicas, además de servir como documentos de respaldo para obtener reembolsos por parte de las obras sociales y, en algunos casos, como herramientas para el rastreo de stock de medicamentos.

Estas prescripciones manejan información sensible del paciente, y dan acceso a su poseedor a fármacos que pueden ir desde drogas de venta libre hasta opioides. Por estos motivos, es necesario que el manejo de las recetas médicas sea seguro y confidencial, evitando la falsificación, la duplicación indebida, su extravío y protegiendo los datos sensibles de los pacientes.

En Argentina, la implementación de la receta electrónica como formato obligatorio a partir de 2025 busca mejorar la trazabilidad, seguridad y eficiencia del proceso. No obstante, su aplicación práctica aún presenta dificultades que limitan el alcance de estos objetivos.

Actualmente, subsisten problemas como la coexistencia de recetas físicas y digitales, la multiplicidad de plataformas utilizadas por las distintas obras sociales y prepagas, la falta de interoperabilidad entre sistemas, la exposición a vulnerabilidades de seguridad informática, y una persistente dependencia del papel para auditorías y control administrativo. Estos factores generan ineficiencias tanto para los profesionales de la salud como para los farmacéuticos, los pacientes y las entidades de cobertura.

En este contexto, se considera la aplicación de tecnología blockchain como alternativa para abordar parte de estas problemáticas. Si bien inicialmente desarrollada para soportar transacciones de criptomonedas como Bitcoin o Ethereum, la blockchain ha comenzado a implementarse en otros ámbitos, como la trazabilidad de bienes, la ejecución automatizada de contratos y la votación electrónica (entre otros), debido a su capacidad de garantizar integridad, transparencia y descentralización en el manejo de datos.

Este proyecto se propone diseñar e implementar un sistema de gestión de prescripciones médicas basado en blockchain. Su objetivo principal es permitir que la información médica asociada a una receta esté disponible únicamente para los actores autorizados, con mecanismos que aseguren la integridad de los datos, su inmutabilidad y la posibilidad de auditar cada paso del proceso. La utilización de registros distribuidos, contratos inteligentes y validaciones criptográficas apunta a mejorar la seguridad, trazabilidad y eficiencia del sistema en su conjunto.

Glosario

- **Blockchain (Cadena de Bloques):** Libro de contabilidad digital distribuido y descentralizado que almacena datos de forma segura, inmutable y verificable a través de una red. Cada bloque contiene un conjunto de transacciones y está criptográficamente vinculado al bloque anterior, formando una cadena.
- **Cobertura:** Porcentaje del valor de un medicamento o prestación médica que es financiado por una entidad (obra social o prepaga).
- **Criptografía:** Práctica que consiste en proteger información mediante el uso de algoritmos codificados, hashes y firmas.
- **Encriptación:** Técnica de seguridad informática que transforma los datos en una forma ilegible para terceros no autorizados.
- **Gas Fee:** Costo en tokens requerido para ejecutar una transacción o contrato inteligente en una red blockchain.

- **Hash:** Código alfanumérico único e irrepetible de extensión fija, que representa un bloque de datos o archivos en específico, generado a partir de ese mismo conjunto de datos mediante una función criptográfica.
- **Mainnet:** Red principal de una blockchain, es la versión operativa y funcional de una cadena de bloques donde las transacciones tienen valor real y son registradas permanentemente.
- **Matrícula profesional:** Número único que identifica a un profesional habilitado en el sistema de salud argentino.
- **Receta:** Documento emitido por un profesional de la salud autorizado, mediante el cual se indica a un paciente el tratamiento a seguir, incluyendo la medicación, dosis, frecuencia y duración. Puede presentarse en formato manuscrito o electrónico, y debe cumplir con la normativa vigente para su validez.
- **Smart Contract (Contrato Inteligente):** Programa autoejecutable que se almacena en la blockchain y se activa automáticamente al cumplirse determinadas condiciones.
- **Testnet:** Red de prueba que replica una red principal (mainnet) utilizada para desarrollar y probar aplicaciones blockchain sin costo económico, usando tokens sin valor real.
- **Token:** Unidad digital que representa un activo o permiso dentro de una blockchain, sirve para validar la identidad de una persona de forma segura ante, por ejemplo, un banco, una compra por Internet o la firma de un contrato electrónico.
- **Transacción:** Registro individual de una acción en la blockchain, como emitir o validar una receta. Cada transacción es única, tiene un identificador propio y puede ser auditada públicamente.
- **Troquel:** Fragmento del envase del medicamento que se extrae en la farmacia y se adhiere a la receta como comprobante de la dispensación. Utilizado para auditorías y reembolsos.

- **Wallet (Billetera digital):** Aplicación que permite a los usuarios almacenar, gestionar y realizar transacciones con criptomonedas y otros activos digitales en la blockchain.

Siglas y Abreviaturas

Sigla / Abreviatura	Significado
API	Application Programming Interface (Interfaz de Programación de Aplicaciones)
CFC	Colegio de Farmacéuticos de la Provincia de Córdoba
COFA	Confederación Farmacéutica Argentina
CUIR	Clave Única de Identificación de Recetas
CUIT	Clave Única de Identificación Tributaria
DNI/NID	Documento Nacional de Identidad
EHR	Electronic Health Record (Historia Clínica Electrónica)
ETH	Ethereum (plataforma blockchain y su criptomoneda nativa)
FHIR	Fast Healthcare Interoperability Resources (estándar de interoperabilidad)
GEMA	Sistema de Gestión para Farmacias (software argentino)
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure (Protocolo seguro de transferencia web)
IHE	Integrating the Healthcare Enterprise (perfil de interoperabilidad)
JWT	JSON Web Token (Token Web en formato JSON)
MPN	Medicamentos de Primer Nivel
OSS	Obra Social Sindical
PAMI	Programa de Atención Médica Integral
PoS	Proof of Stake (Prueba de Participación)
ReNaPDiS	Registro Nacional de Plataformas Digitales Sanitarias
REST	Representational State Transfer (modelo arquitectónico de APIs web)
SISA	Sistema Integrado de Información Sanitaria Argentina

UI/UX	User Interface / User Experience (Interfaz y Experiencia de Usuario)
-------	--

1. Introducción

Las prescripciones médicas contienen datos personales de los pacientes, lo que genera la necesidad de un manejo cuidadoso de las mismas, teniendo en cuenta la importancia de la transparencia de su gestión, por ser un elemento altamente regulado. A su vez, para crear un sistema que agregue valor, es decir, que aporte una mejora significativa a las propuestas actualmente implementadas, es necesario que este sea eficiente, minimizando los errores y disminuyendo tiempos de ejecución.

En la era digital existe una amplia variedad de soluciones a la búsqueda de eficiencia y seguridad en la transmisión de información. Durante los siguientes capítulos, se pretende justificar la elección de la tecnología Blockchain como base de este proyecto, analizando sus fundamentos, ventajas y limitaciones, y comparando las distintas herramientas y enfoques ofrecidos para abordar la selección de las características principales del sistema a desarrollar.

2. Objetivo

2.1. Objetivo general

Garantizar la disponibilidad segura de la información médica de cada paciente solo para los actores autorizados, mediante el uso de tecnología blockchain y registros descentralizados inmutables que aseguren la integridad y confidencialidad de los datos.

2.2. Objetivos específicos

- Desarrollar un modelo de plataforma Blockchain que permita el registro de las recetas médicas, asegurando, a través de un sistema descentralizado, la integridad y confidencialidad de los datos.

- Plantear un sistema de autenticación y autorización seguro que permita únicamente a profesionales de la salud autorizados emitir las recetas médicas.
- Definir protocolos para la transferencia rápida y segura de las recetas entre los actores involucrados, para reducir al máximo la vulnerabilidad de los datos.
- Aplicar mecanismos de trazabilidad de movimientos de las recetas médicas durante todo el proceso, para garantizar su autenticidad y evitar duplicados indebidos.

3. Marco teórico

El presente apartado constituye el marco teórico del proyecto, en el cual se describen los antecedentes, actores, normativas y componentes que conforman el sistema actual de prescripción de medicamentos en Argentina. Esta revisión permite comprender el contexto en el que se inserta la propuesta de solución y fundamenta las decisiones tecnológicas adoptadas posteriormente.

3.1. Estado del Arte (Sistema Actual)

Una prescripción médica es una instrucción escrita por un médico u otro profesional de la salud autorizado que indica el tratamiento médico que debe seguir un paciente. Se trata de documentos legales, que generalmente incluyen datos del paciente, del médico, el medicamento prescrito, la dosis, y la fecha de prescripción.

Tradicionalmente, desde que comenzó a aplicarse la regulación de medicamentos en 1964 con la Ley N° 16.463 (que establece el control estatal y la autorización previa para la comercialización de medicamentos), las recetas se han formalizado de manera escrita, para permitir controlar la distribución de medicamentos.

En las últimas dos décadas, con el avance de las tecnologías de la información y la comunicación, han surgido distintos sistemas de recetas electrónicas, buscando mejorar la eficiencia y reducir errores al dispensar medicamentos.

En su esencia, la receta electrónica representa la sustitución de la receta en papel por una emitida por el médico en computadora, y la posibilidad de que pueda ser transmitida también de forma digital. Existen variaciones de este sistema, algunos procedimientos consisten en el envío de la receta directamente a una farmacia que el paciente frecuenta, y de esta forma este solo debe ir a retirar los medicamentos. Otros, dan posesión de la receta al paciente y este se acerca a alguna farmacia que reciba este tipo de recetas, la transfiere y recibe su medicación.

Se experimentó un auge en la adopción de este método durante la pandemia de Covid-19, como una solución para garantizar la continuidad de los tratamientos médicos sin necesidad de comprometer la seguridad sanitaria, junto a otras alternativas provisionales, como el envío de fotografías de recetas, que luego quedaron obsoletas por ser fáciles de vulnerar, pero que demostraron la necesidad de explotar la tecnología para superar nuevos obstáculos.

En Argentina, a partir del 1° de julio de 2024, debía entrar en vigencia la nueva reglamentación de la Ley Nacional de Receta Electrónica. A través del Decreto 345/2024, la normativa estableció la necesidad de cambiar la modalidad de las prescripciones, antes indicadas en papel, a recetarios de plataformas digitales. Sin embargo, este cambio no se llevó a cabo oficialmente hasta principios del año 2025.

El funcionamiento de este nuevo sistema consiste, en primera instancia, en la adhesión de las plataformas de recetarios electrónicos al Registro Nacional de Plataformas Digitales Sanitarias (ReNaPDiS), que unifica el registro de todas las plataformas existentes con el objetivo de mejorar los procesos de modernización e interoperabilidad entre sistemas de información sanitaria.

Además, entra en vigencia la Clave Única de Identificación de Recetas (CUIR), un método para identificar recetas de forma unívoca.

De esta manera, los profesionales de la salud que tienen acceso al recetario electrónico, pueden confeccionar recetas y entregarlas a sus pacientes o a las farmacias. Si la entrega se hace a los pacientes, estos se acercan a la farmacia de su preferencia y el personal farmacéutico toma el número de CUIR, verifica mediante su sistema que la receta sea válida y pide (en caso de que el paciente esté afiliado) la autorización a la Obra Social, para dispensar el medicamento y realizar el descuento correspondiente, que luego será reembolsado al establecimiento.

Actualmente, en Argentina, no existe un circuito unificado general para la entrega de medicamentos, sino que los requisitos y los procedimientos tienden a variar según la obra social. A fines de comprender en detalle el proceso y los sistemas utilizados actualmente, se realizó una observación directa de estos procesos y una serie de relevamientos de información al respecto, a la propietaria de una farmacia (quien cumple el rol clave de gestión integral de la institución y además es un usuario validador del sistema actual), y a los encargados de las auditorías de recetas de una red de farmacias, ambos ubicados en Córdoba, Argentina.

Para ilustrar el circuito, se incluyen capturas de pantalla y fotografías aportadas por una farmacia colaboradora de Córdoba; toda la información sensible fue anonimizada.

A continuación, se exponen los componentes, los organismos involucrados y el funcionamiento del circuito actual.

3.1.1. Organismos

3.1.1.1. Obras Sociales

Las Obras Sociales en Argentina son entidades de previsión social que brindan cobertura médica y servicios de salud a los trabajadores y sus familias. Son administradas generalmente por sindicatos y financiadas a través de aportes obligatorios que realizan tanto los empleadores como los empleados.

Su actividad se encuentra regulada, principalmente, por la Ley Nacional de Obras Sociales 23.660, que establece los principios generales que rigen su funcionamiento, obligaciones, derechos y relación con los afiliados.

También existen otros organismos de control y supervisión, como la Superintendencia de Servicios de Salud, encargada de velar por el cumplimiento de la normativa y garantizar la calidad de las prestaciones ofrecidas.

3.1.1.2. Prepagas

Tanto las Obras Sociales como las Prepagas son entidades que brindan cobertura médica, pero la diferencia principal es que las Prepagas son empresas privadas que funcionan bajo el sistema de cuota mensual. Los afiliados pagan una cuota fija cada mes para acceder a los servicios médicos. Generalmente, estas ofrecen una mayor variedad de planes y coberturas, pero a un costo mayor.

A los fines de simplificar el entendimiento del sistema y facilitar la lectura del presente libro, se utilizarán los términos “Obra Social” y “Prepaga” indistintamente, considerándolos como un actor que brinda distintos niveles de cobertura a medicamentos y que realiza auditorías de las dispensaciones.

3.1.1.3. COFA: Confederación Farmacéutica Argentina

La Confederación Farmacéutica Argentina (COFA) es la principal entidad que representa a los farmacéuticos en Argentina. Como una organización de segundo grado, reúne a diversos colegios, círculos, federaciones y asociaciones de farmacéuticos de todas las provincias del país. Su misión se centra en representar a la profesión farmacéutica ante el gobierno, las obras sociales, los laboratorios y la sociedad, además de defender los intereses laborales y profesionales de los farmacéuticos.

Una entidad miembro de COFA es el Colegio de Farmacéuticos de la Provincia de Córdoba, Colfacor.

3.1.1.4. Colfacor: Colegio de Farmacéuticos Córdoba

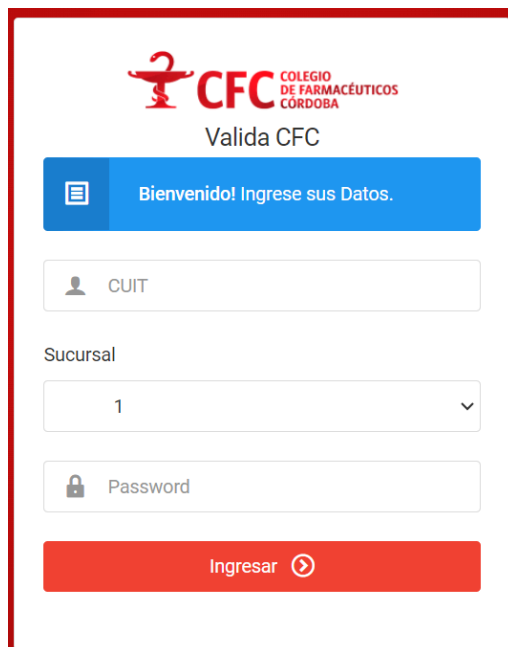
El Colegio de Farmacéuticos, creado el 8 de octubre de 1964, es la Entidad Deontológica que agrupa a todos los farmacéuticos que ejercen su profesión en la Provincia de Córdoba, en las distintas áreas que requieran el conocimiento científico o técnico que emana de la posesión de su título universitario.

El Colegio de Farmacéuticos de Córdoba posee, desde octubre de 2006, un área exclusiva y dedicada a todos los farmacéuticos y farmacias que se encuentren adheridos a la Red Colfacor. Se creó para dar cobertura de todos los servicios que una farmacia necesita para funcionar.

Con el abono de una cuota mensual, se accede a este programa que incluye el seguro de mala praxis, exigido por las obras sociales, la adhesión, la gestión y la liquidación mediante el colegio de todas las Obras Sociales, un sistema de facturación exclusivo (CFC Farma), recolección de residuos patógenos y peligrosos.

Figura 1.

Interfaz de inicio de sesión del sistema utilizado por el Colegio de Farmacéuticos de Córdoba para la autenticación de usuarios.



Nota. Captura de pantalla obtenida de la plataforma oficial. Colegio de Farmaceúticos de Córdoba (s.f.).

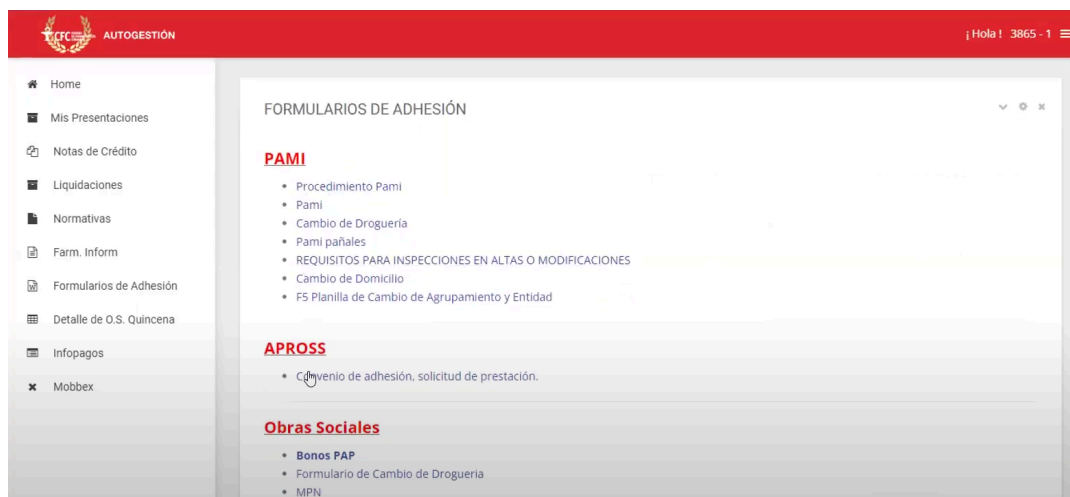
Las farmacias relevadas se encuentran adheridas a Colfacor, que funciona como un nexo entre las obras sociales y estos establecimientos:

Adhesión de obras sociales

Para que una farmacia pueda recibir y gestionar recetas de una determinada obra social, debe adherir a la misma. Esto se hace, mediante Colfacor, completando un formulario, cuyo formato y datos requeridos dependen de la obra social. Este formulario es recibido por Colfacor, que tramita la autorización de la prepaga y luego notifica a la farmacia del estado de su solicitud. Una vez aceptada, el establecimiento puede comenzar a recibir recetas de esa obra social.

Figura 2.

Interfaz del sistema de Autogestión del Colegio de Farmacéuticos de Córdoba donde se muestran los formularios de adhesión para obras sociales y programas como PAMI y APROSS.



Nota. Captura de pantalla obtenida de la plataforma oficial. Colegio de Farmaceúticos de Córdoba (s.f.).

Estos son algunos ejemplos de formularios:

Figura 3.

Formulario oficial del Confederación Farmacéutica Argentina (COFA) para la inscripción de farmacias en el padrón de atención de obras sociales que no tienen su formulario, excepto PAMI.

AL PADRON DE COFA PARA LA ATENCION DE OBRAS SOCIALES (Excepto PAMI)		
FECHA / /		
NOMBRE FARMACIA		
RAZON SOCIAL		
DOMICILIO: Calle	Nº	CP
Localidad	Provincia	
Teléfono	Correo Electrónico	
CUIT	Condición IVA	
Código PAMI	Código Interno del Colegio	
Droguería única Asignada p/Notas de Crédito		Cód. Droguería
Nombre de Farmacéutico/a Director/a Técnico/a		
Nº de Matrícula Profesional	Nº de Matrícula Nacional	
FIRMA Y SELLO DE LA FARMACIA		FIRMA Y ACLARACION FARMACEUTICO/A

Nota. Documento institucional. Confederación Farmaceútica Argentina (s.f.).

Figura 4.

Formulario oficial de adhesión de farmacias a la obra social Medifé.

ADHESIÓN A MEDIFÉ

NOMBRE DE LA FARMACIA.....

DOMICILIO.....

LOCALIDAD..... TELEFONO.....

CUIT..... E-mail:

CÓDIGO (Colegio)..... CÓDIGO (PAMI).....

NOMBRE DE LA DROGUERÍA DESIGNADA.....

CÓDIGO DE LA DROGUERÍA.....

.....

SELLO DE LA FARMACIA Y FIRMA DEL RESPONSABLE

Nota. Documento institucional. Colegio Farmacéutico de Tucumán (s.f.).

Figura 5.

Formulario oficial de adhesión de farmacias a la obra social Swiss Medical.

FORMULARIO DE ALTAS, BAJAS Y MODIFICACIONES DE FARMACIAS A TRAVES DE COLEGIOS O CAMARAS FARMACÉUTICAS	
ABM	
Alta	<input type="checkbox"/>
Baja	<input type="checkbox"/>
Modif. Droguería	<input type="checkbox"/>
Modif. Domicilio	<input type="checkbox"/>
Otras Modifs.	<input type="checkbox"/>
COLEGIO: Código Farmalink del Colegio:	
<u>DATOS DE LA FARMACIA</u>	Fecha de vigencia de alta: / /
Nombre de Fantasía:	
Código de Farmalink:	
Razón Social:	
Domicilio:	
Localidad:	
C.P:	
Provincia:	
Teléfonos:	Fax:
Horario de atención:	
E-mail:	
Numero de CUIT:	Nº Ingresos Brutos:
Condición de IVA:	
Droguería para recibir la nota de crédito:	
Firma del responsable	Sello de la Farmacia:
Aclaración:	

Nota. Documento institucional. Colegio Farmacéutico de Tucumán (s.f.).

Pueden notarse algunos campos en común, como el Código PAMI o Farmalink, obtenidos al adherirse a alguna de estas plataformas, y que permiten a la obra social identificar la farmacia dentro del sistema que utilizan para la validación de recetas (véanse Figuras 3, 4 y 5).

Cierre de lotes y presentaciones

La presentación de lotes de recetas es un requisito establecido con el objetivo de garantizar la transparencia, el control y la correcta gestión de la dispensación de medicamentos.

Se trata de un procedimiento administrativo que permite la correcta facturación y la presentación de las ventas de medicamentos y otros productos a las obras sociales.

Consiste en el armado de “paquetes” o lotes de recetas recibidas por la farmacia en un periodo determinado de tiempo. Estos lotes se presentan con una carátula identificatoria. Generalmente, y de acuerdo a lo que se relevó con los grupos de auditores de las farmacias, los lotes se agrupan por obra social.

En el caso de las farmacias adheridas a Colfacor o a cualquier Colegio de Farmacéuticos del país, las presentaciones se pueden hacer únicamente a esta institución, que luego remite la información a quien sea necesario. Aquellas farmacias que no forman parte del Colegio, presentan cada lote a la obra social correspondiente, gestionando de manera directa las liquidaciones.

Las carátulas de los lotes a presentar poseen información que permite identificar la farmacia, el periodo de ejercicio, la cantidad de recetas incluidas, etc., y varían según la obra social.

Figura 6.

Carátula de presentación de lote de medicamentos de primer nivel (particulares).

MPN Carátula Presentación de Lote Medicamentos Primer Nivel

Plan: PLAN MPN
 Farmacia: [REDACTED]
 Razon Social: [REDACTED] CUIT: [REDACTED]
 [REDACTED] CORDOBA
 Fecha de Cierre Lote: 2024-07-25 12:47:48
 Periodo: 2024-0030
 Codigo Lote: [REDACTED]
 Drogueria para la Presentación: [REDACTED]

Total Recetas: 4
 Total Productos: 6
 Total PVP: \$99.784,12
 Total a Cargo del Sistema: \$29.935,24

[Barcode]
 146830014113463


Nota. Documento interno provisto por la farmacia colaboradora de Córdoba (documento interno, 2024); datos anonimizados.

Figura 7.

Carátula LOTE PAMI.

CARÁTULA LOTE

Convenio:	Pami 01/11/2018 FarmaPami (N17)
Farmacia:	[REDACTED]
Código de Farmacia:	[REDACTED]
Fecha proceso:	14/11/2018



Lote
148 [REDACTED]

[Barcode]
148 LOTE

Recetas	Total PVP Pami	A cargo convenio
100	\$ 81.467,01	\$ 69.118,42

Nota. Documento provisto por la Farmacia (datos anonimizados, 2024).

Las plataformas de algunas obras sociales, como PAMI, ofrecen la funcionalidad del armado de lotes de manera digital, pero su confección en soporte papel es obligatoria en la mayoría de los casos (véase Figura 7).

En algunas plataformas, pueden consultarse los cierres presentados y su estado:

Figura 8.

Interfaz de DocuFlex dentro de la plataforma Farmalink para la gestión de cierres de presentaciones de recetas.



Nota. Captura de pantalla de plataforma de acceso institucional; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).


Liquidación de medicamentos dispensados

Las farmacias informan al Colegio los montos de los medicamentos dispensados en ciertos periodos de tiempo, junto con los montos de cobertura correspondientes a cada obra social. Colfacor gestiona la liquidación con las obras sociales, y notifica a los establecimientos de los reembolsos realizados mensualmente, que pueden corresponder al pago completo de la deuda o pueden ser cancelados en cuotas.

Este procedimiento se realiza de manera virtual a través de la página del Colegio, donde el establecimiento farmacéutico debe completar un registro de las ventas realizadas, y Colfacor le devuelve un recibo donde figuran los pagos realizados, que debe firmarse digitalmente.

Figura 9.

Planilla de presentación de obras sociales emitida por la farmacia.



PLANILLA DE PRESENTACION OBRAS SOCIALES

Farmacia: _____
 Localidad: _____
 Matricula: I65 - Sucursal: 1
 Email: farmacia @hotmail.com
 Presentacion: I27 - Fecha: 2024-07-25 09:48:24
 Precinto: 1
 Observacion: _____
 Camioneta: 4- Hector

Firma y Sello

Nota. Captura de pantalla de Planilla de Presentación de Obras Sociales; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

Figura 10.


Registro de presentación de recetas y lotes discriminados por obra social que son completados por la farmacia.

OBRA SOCIAL	CODIGO	TOTALF	TOTALOS	RECETAS	LOTES
APROSS AMBULATORIOS	371-01	1129175.77	533428.67	42	
PAMI	011-01	3422623.77	2691700.71	141	2
OSADEF AMB 50%	398-01	207489.85	92217.71	8	
OSADEF ANT. 100%	398-05	55797.39	55797.39	3	
OSDOP AMBULATORIO 40%	409-01	25434.47	10173.79	2	










Nota. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

Figura 11.

Interfaz de autogestión con historial de liquidaciones y pagos de la farmacia.



The screenshot shows a web application titled 'AUTOGESTIÓN'. On the left is a sidebar menu with options: Home, Mis Presentaciones, Notas de Crédito, Liquidaciones (highlighted), Normativas, Farm. Inform, Formularios de Adhesión, Detalle de O.S. Quincena, Infopagos, and Mobbex. The main area displays 'MIS PAGOS' with a table of payment history.

Fecha	Saldo	Recibo	Opciones
2/08/2024	\$1292422.53	2532852	 
26/07/2024	\$3239942.15	2529716	 
25/07/2024	\$33699.46	2528161	 
23/07/2024	\$700012.36	2525303	 
19/07/2024	\$540112.48	2523137	 

Nota. Captura de pantalla obtenida de la plataforma oficial. Colegio de Farmaceúticos de Córdoba (s.f.).

Figura 12.

Detalle de liquidación de obras sociales correspondiente al 2 de agosto de 2024.



The screenshot shows a payment receipt from the 'COLEGIO FARMACEUTICOS DE CORDOBA'. It includes the college's address, CUIT, and agent information. The receipt is dated 2082024. Below the header is a table detailing the liquidation of social works.

CONCEPTO	OBRA SOCIAL	PERIODO	%LIQ	TF*	DEBE	HABER
FACTURACIÓN	GALENO VALIDADAS ON LINE	2024/5/1	100.00	113947.85		56040.70
Nota Crédito	GALENO VALIDADAS ON LINE	2024/5/1	100.00	11394.80	11394.80	
Bonific. Obra Social	GALENO VALIDADAS ON LINE	2024/5/1	100.00	11394.79	11394.79	
FACTURACIÓN	UP + UPCN 20% + NO VAL + REF	2024/5/2	100.00	89530.62		35812.25
Bonific. Obra Social	UP + UPCN 20% + NO VAL + REF	2024/5/2	100.00	8953.06	8953.06	
FACTURACIÓN	PAMI VAC. CIERRE I	2024/5/1	100.00	121900.00		121900.00
FACTURACIÓN	PAMI VAC. CIERRE I	2024/6/1	100.00	82800.00		82800.00
FACTURACIÓN	CPCE RECETAS VALIDADAS	2024/5/2	100.00	37190.24		18595.12
Nota Crédito	CPCE RECETAS VALIDADAS	2024/5/2	100.00	3719.02	3719.02	
Bonific. Obra Social	CPCE RECETAS VALIDADAS	2024/5/2	100.00	4090.93	4090.93	
Debito O.Social	PAMI	2024/3/1	100.00	2933.32	2933.32	
Debito O.Social	PAMI	2024/3/2	100.00	1981.27	1981.27	
FACTURACIÓN	PAMI	2024/6/1	30.00	1291141.17		1089664.62
Bonific. O.Sociales	PAMI	2024/6/1	30.00	31363.17	31363.17	
FACTURACIÓN	PAMI INSULINAS	2024/6/1	30.00	17654.17		17654.18
Bonific. O.Sociales	PAMI INSULINAS	2024/6/1	30.00	1368.19	1368.20	

Nota. Fotografía; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

3.1.2. Componentes

3.1.2.1. Recetas

Formalmente, se definió que a partir del 1° de enero de 2025, la receta electrónica es la única modalidad vigente para la prescripción de medicamentos, quedando la receta manuscrita como alternativa bajo condición de excepción en zonas de difícil acceso, sin conectividad o en caso de interrupciones eventuales del sistema.

A pesar de lo antes mencionado, en la actualidad se siguen utilizando las recetas manuscritas en distintos establecimientos farmacéuticos, y ambos tipos de recetas conviven en los sistemas de validación.

A continuación, se muestran ejemplos de ambos formatos y se destacan algunas características importantes:

Receta manuscrita

Las recetas médicas deben incluir en sus datos el nombre del paciente, la fecha de prescripción, el nombre y la firma del médico, su matrícula profesional, y la prescripción detallada del medicamento (nombre comercial o genérico, dosis, frecuencia).

Para medicamentos controlados, se requiere un recetario oficial autorizado por las autoridades sanitarias (Ministerio de Salud). La normativa sobre la dispensación de medicamentos controlados en Argentina se encuentra principalmente en la Ley Nacional 19.303 y sus reglamentaciones complementarias, que regulan la producción, comercialización y uso de sustancias psicotrópicas y estupefacientes.

Las autoridades sanitarias y los colegios de farmacéuticos supervisan el uso de recetarios, especialmente en el caso de medicamentos controlados. Las irregularidades en el manejo de estos pueden dar lugar a sanciones para el profesional o la farmacia.

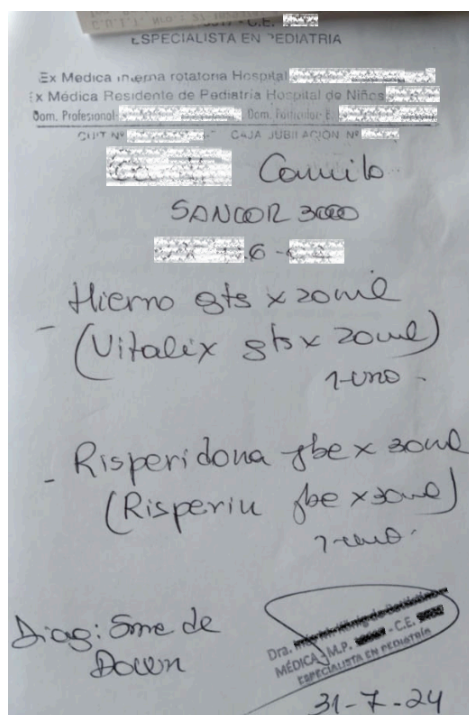
Para la prescripción de medicamentos controlados, es común que el paciente reciba dos recetas:

- Receta Archivada: Esta receta queda en la farmacia al momento de la dispensación del medicamento y es archivada durante un período determinado (generalmente dos años), según la normativa vigente. Debe ser firmada por el farmacéutico y conservarse para posibles auditorías.
- Receta Repetida: La otra copia de una de las recetas, generalmente, es entregada al paciente como comprobante de la compra. Sin embargo, esto puede variar según la farmacia y la normativa local.

Ambas recetas suelen ser idénticas en cuanto a la información contenida.

Figura 13.

Ejemplo de receta médica manuscrita.



Nota. Fotografía; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

En el ejemplo se observa que el recetario posee los datos del médico (nombre y apellido, matrícula, CUIT, especialidad, etc.). Luego, completados a mano, los datos del paciente (nombre y apellido, obra social, número de afiliado), seguido, el detalle de los medicamentos recetados (nombre genérico, nombre comercial, presentación, dosis, cantidad), por último, el diagnóstico, firma y sello del médico y fecha de emisión (véase Figura 13).

Figura 14.

Recetario numerado del plan Recetario Solidario.

NOMBRE DEL BENEFICIARIO		EDAD	TIPO Y N° DE DOCUMENTO
RUTH			2002
PROVINCIA Y LOCALIDAD		FECHA EMISIÓN	FECHA DE VENTA
CORDOBA - OENOC		220721	3062114

RP/1	CANTIDAD RECETADA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
DCI: tramadol + aser	1	75468,14	75468,14
Marca Sugerida: CAMUSAN PLUS 30			
RP/2	CANTIDAD RECETADA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
DCI: Ox-BUTIRINA	1	75263,02	75263,02
Marca Sugerida: DIZOPAN 5x20			
RP/3	CANTIDAD RECETADA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
DCI: VIT A + ASU	1	13662,38	13662,38
Marca Sugerida: HIPROLOS 10000			

TOTAL RECETA	A CARGO BENEFICIARIO	A CARGO RECETARIO
69895,55	55414,82	13479,72

SELO DEL PROFESIONAL
ESP. EN MEDICINA GENERAL
SELO Y FIRMA FARMACIA

Importante:
 Con esta receta usted se beneficia con un **descuento** sobre el precio de venta del medicamento prescripto que se le indicará en la farmacia. Este descuento **no puede ser sumado** a otros que recibe por Obras Sociales y/o Medicinas prepagas. Para acceder al descuento la DCI y marca sugerida del producto dispensado debe coincidir con los prescriptos por el profesional. Vigencia: 30 días a partir de la fecha de emisión de esta receta.

Indicaciones o Duplicados

Nota. Fotografía; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

En el ejemplo se observa que la receta se completa a mano dentro de un formulario que corresponde a un recetario numerado, en este caso, del plan Recetario Solidario (véase Figura 14).

Receta electrónica

Las recetas electrónicas requieren los mismos datos que las manuscritas, pero el paciente no necesita llevar físicamente la receta, sino que puede acudir a cualquier farmacia que opere con las plataformas de recetas electrónicas para obtener sus medicamentos.

Esta modalidad facilita el seguimiento del tratamiento prescrito y ayuda a evitar errores en la dispensación de medicamentos, además de permitir a las entidades de salud monitorear el cumplimiento de las normativas.

Cada obra social tiene requisitos distintos para la validación de estas recetas, lo que implica que las recetas tienen distintos formatos. Además, todas las recetas electrónicas deben emitirse a través de una de las plataformas aprobadas por el Ministerio de Salud de la Nación, para garantizar su validez y autenticidad (véase Figura15).


Figura 15.

Ejemplo de receta electrónica emitida por la obra social SanCor Salud.


SanCor Salud
Grupo de Medicina Privada

Fecha Receta: 31/07/2024

Recetario:


16576042

Nro Afiliado:


174931100

OS: Sancor Salud
Afiliado: [REDACTED]
D.N.I.: [REDACTED]
Diagnóstico: ANTICONCEPCIÓN.
Plan: S1000


RP/


• ALELI, Laboratorios Be
etinilestradiol+gestodeno, comp.rec.x 28 - (15/60 mcg)
Cantidad: 1

Firmado electrónicamente por:
Dr/a: [REDACTED] ARIEL [REDACTED]
Matrícula: MPS [REDACTED]
Especialidad: CLINICA MEDICA

Esta receta debe validarse en línea ingresando el n.º [REDACTED]

ALELI
28 Comp. Rec. Gestodeno
4 Comp. Rec. Ethinilestradiol
541600-1


7 792175 008204

Firma Electrónica: 

MRx
DIGITAL

Nota. Fotografía; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

Figura 16.*Ejemplo de receta electrónica emitida por la obra social PAMI.*

PAMI
OBRA SOCIAL: 5-0080

UNIDAD OPERATIVA > Unidad De Traslados | 96

APELLIDO Y NOMBRES DEL AFILIADO: [Redacted]

NUMERO DE BENEFICIARIO: [Redacted] GP: 00 FECHA DE EMISIÓN: 06/08/2024

CÓDIGO DE FARMACIA: [Redacted] FECHA DE VENCIMIENTO: 05/09/2024

MEDICAMENTOS

Rp./1	TRASTUZUMAB (600 ml/5 ml)	600 mg/5 ml vial x 1	1
Rp./2			

FIRMA Y SELLO ACLARATORIO PROFESIONAL

Medica
Esp. en Oncología Clínica
M.P. [Redacted] M.E. 17/05/05
Dr. [Redacted]
Mat. Prov. [Redacted] - CORDOBA

DIAGNÓSTICO Rp./1: C50

DIAGNÓSTICO Rp./2:

TROQUEL 1

TROQUEL 2

TROQUEL 3

Nota. Fotografía; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

Se observa que los datos incluidos en ambas recetas son similares (véase Figura 15 y Figura 16), con la diferencia de que en la de PAMI, como ocurre con algunas otras obras sociales, la receta es opcionalmente entregada de forma física al paciente, por lo que el médico tiene la posibilidad de sellarla y firmarla de forma manuscrita, aunque esta ya disponga de una firma electrónica en QR.

3.1.2.2. Troqueles

El "troquel" es un componente del envase de un medicamento, que generalmente se presenta en forma de un fragmento de cartón en las cajas o una etiqueta en otros tipos de envases. Este es extraído al momento de la compra del medicamento cuando el paciente cuenta con cobertura de una obra social. Posteriormente, el troquel se adjunta a la receta médica con el fin de solicitar el reembolso correspondiente. El sistema de la obra social

utiliza el número y el código de barras del troquel para verificar que se trata del medicamento correcto y para validar la transacción.

El número y el código de barras del troquel identifican una presentación específica de un medicamento (por ejemplo, una caja de 20 comprimidos de 500 mg de un fármaco particular). Por lo tanto, todas las cajas del mismo medicamento, en la misma presentación, tendrán el mismo número y código de barras en sus troqueles.

Los troqueles no son únicos para cada lote ni para cada caja individual. Todas las unidades de la misma presentación de un medicamento comparten el mismo troquel, independientemente del lote de producción.

3.1.2.3. Validadores

Los validadores de recetas médicas son ofrecidos por distintas plataformas, a las que se encuentran adheridas las obras sociales.

El farmacéutico que recibe una receta, debe ingresar al validador correspondiente a la obra social a la cual el paciente esté afiliado. Esta debe corresponderse con la obra social para la que se emitió la receta.

Colfacor lista en su página web las plataformas existentes y a qué obra social corresponden:

Figura 17.

Listado de plataformas y su correspondencia con las obras sociales según COLFACOR.

FARMAPAMI (Pami)
 Instructivo General Validacion y Cierre  Instructivo Cierre Lote a Demanda  Instructivo Cierre Pami Suplementos Nutricionales
NEO CFC (Ampara Salud - Bienestar Salud - Centro Asistencial - Córdoba con ellas - Coseguro CPSPS Amprosa - Mutual Lugones - Ospes - Ospl - Uniqa)
Servicios COFA (Experta ART - Jerárquicos Salud - Ospf - Osyc - Recetario Solidario - Servicio Penitenciario - SMG ART - Victoria ART - Asociart ART - Galeno ART)
SIAFAR (Alto Costo - Glucemia - Hemofilia - MPN - Pañales-Vacunas, Hipertensión Arterial)
Página CFC - AMD (Asociación Mutualista del Docente)
Farmalive - Aprox Tratamientos Especiales
Imed (Aprox - Aprox Insulinas y Tiras - CPCE - Galeno - Hospital Privado - Medife - Obsba - Omint - Opdea - Osdipp - Osim - Poder Judicial - Scis - Swiss Medical Group - William Hope - Provincia ART)

Nota. Captura de pantalla obtenida de la plataforma oficial. Colegio de Farmaceúticos de Córdoba (s.f.).

Figura 18.

Listado complementario de plataformas de validación y las obras sociales correspondientes.

Farmalink (Apross Insulinas y Tiras - subir imágenes en DOCUFLEX)
Mis Validaciones (Amsterdam Salud – Imp Plus Salud – Life Seguros – Osce - Osdop – Oseiv – Osjpvfra – Oslyf Cba - Osmata – Ospec – Ospm – Prosalud – Recetario Solidario Plan 02 – Sipssa – Unimed – Vale Salud - Caja Notarial - Ospevic - Mutual Medica - Iosfa - PAP Descuento, OSPJTAP, OSCPTAC CBA)
Valios - Osprera
GECROS - APM (Agentes de Propaganda Médica)
Observer (Alianza Médica - Andar – Dasuten – Iapos – Osfatlyf – Ospepri – Ospil Ampil – Previnca Seguros – Sanatorio Plaza – Unión Personal)
Bonos PAP
PLATAFORMA CSF-Federada Salud
VALIDA CFC (Programa Municipalidad Psicotrópicos)

Nota. Captura de pantalla obtenida de la plataforma oficial. Colegio de Farmaceúticos de Córdoba (s.f.).

FARMAPAMI - PAMI

Cada plataforma tiene sus particularidades, especialmente la que utiliza la obra social PAMI: cuando el médico emite una receta a un afiliado PAMI, esta se envía a todas las farmacias adheridas, por lo que, al hacer una búsqueda por plan y afiliado, pueden obtenerse todas las recetas pertenecientes a ese paciente.

La plataforma de PAMI también permite a los médicos hacer entrega de la receta al paciente vía correo electrónico, pero es opcional y por preferencia del paciente (véase Figura 19).

Figura 19.

Interfaz de la plataforma de Autorización online de PAMI para recetas electrónicas.

The screenshot shows the 'Autorización online' interface of the PAMI system. The top navigation bar includes the PAMI logo, 'Prestadores', and 'Autorización online'. The main form is divided into two sections: 'Principal' and 'Productos'.

Principal Section:

- Convenio/Plan:** Pami 01/11/2018 FarmaPami (N17) - Ambulatorio
- Nº de afiliado:** Ingrese nº de afiliado (with a search icon)
- Nº de receta:** (with a search icon)
- Médico:** Nombre / Matrícula / CUIT (with a search icon)
- Tipo de matrícula:** Nacional (dropdown menu)
- Provincia:** (dropdown menu)
- Afiliado:** (text field)
- Fecha prescripción:** dd/mm/aaaa (with a calendar icon)
- Matrícula:** (text field)
- Odontólogo?:** (checkbox)

Productos Section:

Producto	Cantidad	Precio
(Haga click para agregar rengiones)		

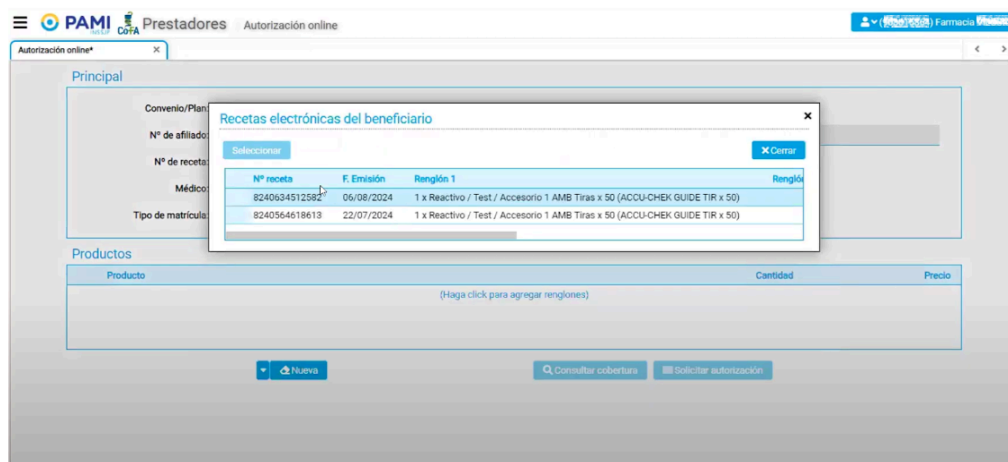
At the bottom of the interface, there are three buttons: 'Nuevo', 'Consultar cobertura', and 'Solicitar autorización'.

Nota. Con el número de afiliado se autocompletan los campos de datos personales del paciente. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

En caso de que el paciente tenga recetas disponibles (véase Figura 20), se muestran en un listado que contiene el número de receta, la fecha de emisión y el detalle (droga, dosis, cantidad, etc.).

Figura 20.

Interfaz de la plataforma de Autorización online de PAMI para recetas electrónicas.

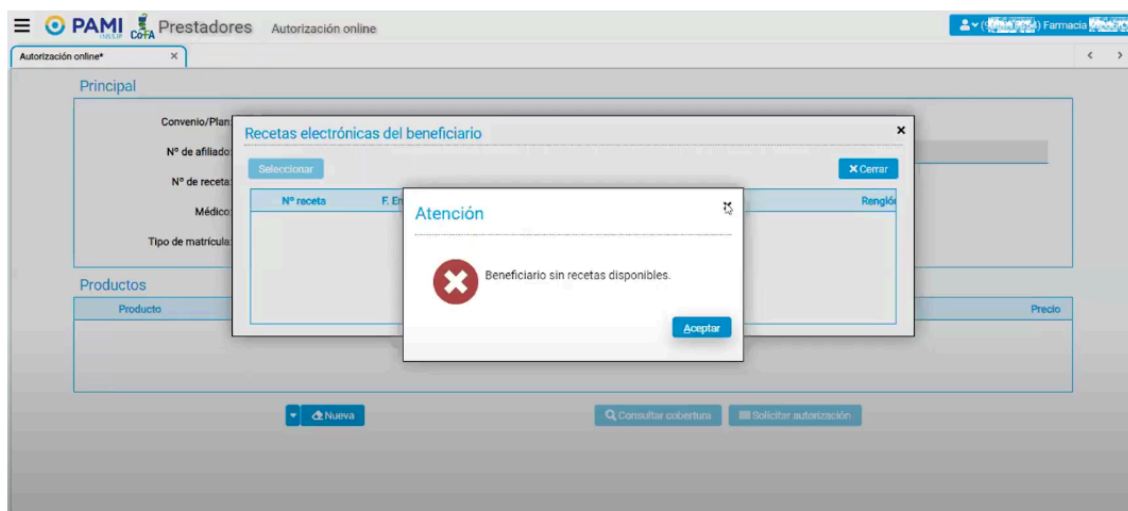


Nota. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

Caso contrario, obtiene un error como el siguiente (véase Figura 21):

Figura 21.

Interfaz de la plataforma de Autorización online de PAMI mostrando el mensaje de error por ausencia de recetas electrónicas disponibles.



Nota. El sistema notifica con una ventana emergente cuando el beneficiario no posee recetas cargadas. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

Se selecciona la receta a autorizar, o se completa el número de receta manualmente. En ambos casos, si el número de receta es válido, se autocompletarán los campos con datos del médico y la fecha de prescripción.

Figura 22.

Interfaz de la plataforma PAMI mostrando la sección de productos a autorizar.

Productos

Tipo prescripción	Genérico	Producto	Cantidad	Precio
Marca comercial	Reactivo / Test / Accesorio 1 AMB Tiras x 50	ACCU-CHEK GUIDE TIR x 50	1	108.605,00

[Nueva](#) [Consultar cobertura](#) [Solicitar autorización](#)

Nota. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

Una vez obtenidos estos datos, se solicita la autorización.

Según lo relevado, algunos de los aspectos que se validan son:

- Fecha de emisión de la receta.
- Cobertura del medicamento recetado.
- Medicamento dentro del límite de cobertura (se establece una dosis máxima de una determinada droga para la cual el afiliado puede obtener cobertura en un periodo de tiempo).

Si la validación resulta exitosa, se obtendrá el porcentaje de cobertura y el farmacéutico verá la opción de proceder con la facturación.

En caso de ser rechazada, se obtiene un mensaje con el motivo y el porcentaje de cobertura permitido (véase Figura 23):

Ejemplo de rechazo de validación en la plataforma de PAMI por exceder el límite de consumo.

Nota. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

Dentro de la plataforma, la farmacia puede consultar todas las recetas autorizadas:

Listado de autorizaciones recientes en la plataforma online de PAMI.

Nota. La consulta de autorizaciones permite visualizar las recetas, el afiliado correspondiente, el producto prescrito y el estado de validación. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

Además, puede ingresar a cada receta para consultar los detalles, sin permiso de modificar:

Detalle de una autorización en la plataforma online de PAMI.

En ella figuran los datos de la farmacia, fecha y hora de la autorización, número y plan de afiliado, número de receta, detalle y costo de la medicación, descuento autorizado por la obra social, y el monto a pagar por el afiliado.

MPN - Medicamentos Primer Nivel

MPN es un plan destinado a las personas que no tienen obra social o prepaga, para que puedan acceder a descuentos del 30% en medicamentos.


El sistema de validación funciona distinto, al no tener número de afiliado, se identifica al paciente con su DNI.

Las recetas se validan con la plataforma Mis Validaciones.

En el caso relevado, la receta es física, porque el médico no posee una plataforma para cargar este tipo de plan. El número de receta se completa con el número de DNI, lo cual puede generar problemas para la trazabilidad de las prescripciones. Además, los datos del médico deben completarse manualmente.

Figura 27.

Interfaz de la plataforma de validación de recetas

	DNI	Apellido y Nombre	Sexo	Fec.Nacimiento
 Seleccione	10336029	CORDOBA NESTOR RE...		01/01/1990

Nota. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

Figura 28.

Interfaz de la plataforma de validación de recetas: detalle de la receta seleccionada y carga de productos.

Receta a validar

Afiliado: RENE Fecha Nacimiento: 1990-01-01
Documento:

Datos de la Receta

N° receta: 13 Fecha receta: 07/08/2024

Médico Prescriptor

Tipo matricula: Cordoba (MPX) N° matricula:
Nombre del médico:

Productos

Buscar producto Cód.barras/Troquel: Cód.barras o troquel Cantidad: 1 Agregar

Descripción	Laboratorio	Cant	PVP	PVP Total	% Cober	Cobertura	A Cargo
Totales		0		\$0,00		\$0,00	\$0,00

Validar Cancelar/Limpiar

Nota. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

Algunos médicos poseen la plataforma necesaria para confeccionar recetas digitales para el plan MPN:

Figura 29.

Ejemplo de comprobante impreso de validación de receta, con detalle de medicamentos, cobertura y costos asociados.

JF: 401411
 Convenio: Medicamentos Primer Nivel
 Plan: PLAN MPN
 Código de validación: 2419446800
 Fecha Validación: 2024-07-12 18:53:40

Barcode: 24194468

Paciente: NESTOR
 Edad: 13
 Fecha Nacimiento: 1990-01-01
 Sexo: Masculino
 Documento: 10000000

Medicario: 003 Fecha receta: 2024-07-12
 Médico: MARCELO Matricula: MPX

Producto	Presentacion	Laboratorio	Cantidad	Pr.unitario	Importe	% Cob.	Imp.Cob.	A Cargo pa
4 MONTPELLIER 75	75 mcg comp.x 50	Montpellier	1	\$11.559,00	\$11.559,00	30.00%	\$3.467,70	\$8.091,3
PROPOST-Q	0.4 mg caps.x 30	Ariston	1	\$31.757,65	\$31.757,65	30.00%	\$9.527,30	\$22.230,3
			2		\$43.316,65		\$12.995,00	\$30.321,6

Handwritten signature and stamp at the bottom.

Nota. Fotografía; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

La página del MPN detalla los siguientes requisitos para la validación:

Figura 30.

Requisitos de la receta establecidos por MPN: incluye condiciones de validez (para la venta, presentación y refacturación), cantidad máxima de medicamentos y envases permitidos, particularidades para antibióticos inyectables y psicofármacos.

3 REQUISITOS DE LA RECETA		
Validez:		
a PARA LA VENTA 30 (treinta) días a partir de la fecha de emisión e incluyendo la misma.	b PARA LA PRESENTACIÓN Según cronograma de la entidad adherida.	c PARA LA REFACTURACIÓN 30 (treinta) días corridos a partir de haber recibido la liquidación.
Cantidad máx. de Medicamentos y de envases por receta:	Tratamiento Normal: Hasta 2 (dos) medicamentos distintos por receta y hasta 2 (dos) envases por renglón por mes.	
Antibióticos inyectables:	Monodosis: hasta 5 (cinco) ampollas individuales por receta.	
Psicofármacos <i>No se aceptan fotocopias de recetas.</i>	Lista II (receta oficial):	Receta de Salud Pública Receta adjunta de la institución.
	Lista III y IV (receta archivada):	Receta oficial por duplicado, con sello y firma del médico, aún estando el sello impreso.
4 REQUISITOS DEL BENEFICIARIO		
Deberá presentar: Documento de Identidad (DNI) y estar registrado en la aplicación "MPN medicamentos".		

Nota. Captura de pantalla obtenida de la plataforma oficial. Medicamentos de Primer Nivel (s.f.).

Otras alternativas para las personas sin obra social, son planes como el Recetario Solidario, que posee su propia plataforma de validación y también es compatible con la plataforma Mis Validaciones.

Otras Obras Sociales

- **Confección:** El médico emite la receta desde la plataforma correspondiente a la obra social del paciente. Puede enviarla al paciente o a su farmacia de preferencia.
- **Localización:** el farmacéutico recibe la receta por correo o Whatsapp. El hecho de no tener datos como el número de la receta o la identificación del paciente a simple vista, implica que debe abrir todos los correos/mensajes de su bandeja y los

archivos adjuntos hasta encontrar el indicado. Actualmente, se imprime el archivo de la receta para luego pegar los troqueles.

- Autorización: dependiendo de la plataforma, los datos que debe ingresar el farmacéutico y el orden en que son solicitados puede variar. Por ejemplo, APROSS pide ingresar únicamente el número de afiliado y un token de autenticación que se solicita al paciente:

Figura 31.

Interfaz de ingreso en la plataforma de APROSS, que solicita seleccionar las credenciales de la farmacia.



The screenshot shows a web form titled "Ingreso de beneficiario" (Beneficiary Login). It contains three input fields: a dropdown menu with "APROSS (EX IPAM)" selected, a text field labeled "Número de socio" (Member Number) with a group of people icon, and a text field labeled "Token" with a lock icon. A red "Continuar" (Continue) button is located at the bottom right of the form.

Nota. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

De esta forma, el farmacéutico puede ver las recetas que este paciente tiene disponibles.

En otros casos, debe ingresar directamente el número de receta y los datos del paciente para obtener los detalles de la medicación y luego solicitar autorización:

Figura 32.

Interfaz de la plataforma de Sancor Salud para la autorización de recetas electrónicas, donde el farmacéutico debe ingresar los datos del afiliado, obra social, prescripción y datos del profesional prescriptor.

The screenshot shows a web form titled 'Autorización General'. It contains the following fields and elements:

- Entidad:** A dropdown menu with 'SANCOR - 210' selected.
- Nro. de Afiliado:** A text input field.
- Receta Electronica:** A text input field.
- Formulario:** A text input field.
- Prescripción:** A date field showing '07/08/2024'.
- Dias de Validez:** A field showing '31'.
- Tratamiento Prolongado:** A checkbox.
- Tipo de Prestador:** A dropdown menu with 'Medico' selected.
- Tipo de Matrícula:** A dropdown menu with 'MP' selected.
- Provincia:** A dropdown menu with 'Cordoba' selected.
- Matrícula:** A text input field.
- Institución:** A text input field.
- Buttons:** 'Buscar Afiliado' (next to Nro. de Afiliado) and 'Limpiar' (bottom right).

Nota. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

Los aspectos a validar suelen ser los mismos detallados anteriormente en la autorización de PAMI.

Si la autorización es exitosa, se obtiene un documento con el detalle de la medicación y el porcentaje de cobertura, que también debe imprimirse.

- **Facturación:** la facturación es propia de la farmacia, por lo que se llevará a cabo en el sistema que utilicen regularmente, por ejemplo, el sistema de gestión para farmacias GEMA, que posee, entre otros, un módulo para esta tarea (véase Figura 33):

Figura 33.

Menú principal del Sistema GEMA, software de gestión para farmacias que integra funciones y otros módulos complementarios.



Nota. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

El mismo cuenta con una base de datos con los clientes de la farmacia y el tipo de factura que utilizan habitualmente, además de los precios actualizados de los medicamentos (véase Figura 34):

Figura 34.

Pantalla de facturación del Sistema GEMA, utilizada por la farmacia para registrar comprobantes, seleccionar obras sociales, aplicar coberturas, y generar los totales correspondientes tanto para el afiliado como para la obra social.

Facturación - Usuario: FARMACIA

Factura	Comprobante	Número	Fecha
Registra	FACTURA	B 0003 00022871	07/08/2024
Nota débito	NºCl.	Cliente (Ctrl+T)	Recibo corporativo
Nota crédito			
Devolución			
Recibo			
Ajuste saldo	Situación impositiva	Dto/Rgo	Forma de Pago
Presupuesto	CONSUMIDOR FINAL	0.00	CONTADO
Buscar			

Obras Sociales (F9) Receta Electrónica (Ctrl+E) Código OS

☐ Utilizar precios de la obra social

Rp. M. Coberturas (F7) Autorizar (F2) Norma (Ctrl+Q)

Rp. OS

Dispensación		Buscar Por:				Cobertura O.S.		Farmacia	
Nº OS	TP	VF	Cant.	Autocompletar	Busca desde Inicio	Ver c/Stock	Ver bajas	Precio	% Dto
01	NO	NO	NO	1				0.00	0.00

Ver Mensajes Ver Coberturas Detalle (F5) Buscar (F6) Reservar (F4) Pedir (F8)

Nº Obra Social Observación

One Transfer
OFERTAS ESPECIALES DE LABORATORIOS EN UNA PLATAFORMA CONECTADA A TODAS LAS DROGUERÍAS.
www.onetransfer.com.ar

Cant	Producto	Presentación	Precio	Subtotal	Obra Social	% Cob.	Importe	Saldo	Total OS	% Fcia	Afiliado

Totales para la receta de obra social			Totales del comprobante							Importe a cobrar	
O.Social	Afiliado	Tot.Receta	Gravado	Dto./Rec.	Total IVA	Perc.IVA	Exento	Dto./Rec.	Total	Contado	Cta.Cte
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

USUARIO: FARMACIA

☐ Envío Domicilio

Salir (ESC) Cancelar (F11) Aceptar (F12)

Nota. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

El sistema está integrado con una gran variedad de validadores, que le permiten al farmacéutico seleccionar la obra social del paciente y conectarse directamente con el validador, autorizar la receta y luego obtener los datos del medicamento y la cobertura automáticamente en GEMA, para facilitar la facturación. Luego, debe imprimirse la factura.

Figura 35.

Pantalla de facturación del Sistema GEMA con selección de obra social y carga de un medicamento.

Facturación - Usuario: FARMACIA

Factura	Comprobante	Número	Fecha
Registra	FACTURA	B 0003 00022871	07/08/2024
Nota crédito	Nº Cli	Cliente (Ctrl+T)	Recibo corporativo
Devolución	1367	CORDOBA NESTOR (0.00)	
Recibo	Situación impositiva	Dto/Rgo	Forma de Pago
Ajuste saldo	CONSUMIDOR FINAL	0.00	CONTADO
Presupuesto			
Buscar			

Obras Sociales (F9) Receta Electrónica (Ctrl+E) Código OS 2863

MEDICAMENTOS DE PRIMER NIVEL PLAN CB

☐ Utilizar precios de la obra social

Rp. M. Coberturas (F7) Autorizar (F2) Norma (Ctrl+Q)

Rp. OS

Dispensación	Buscar Por:	Druga (Ctrl+F6)	Laboratorio (Ctrl+F5)	Proveedor (Ctrl+F4)	Cobertura O.S.	Farmacia	P	d	n	o
Nº OS TP VF Cant.	Autocompletar	Busca desde Inicio	Ver c/Stock	Ver bajas	Precio	% Dto	Monto Dto	% Dto/Rgo		
02 SI NO NO 1					0.00	0.00	0.00	S/A	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>
01 SI NO NO 1	APASMO	GTS.X 20 ML	8308.70	30.00	2492.61	S/A	0.00			<input checked="" type="checkbox"/>

Ver Mensajes Ver Coberturas Detalle (F5) Buscar (F6) Reservar (F4) Pedir (F8)

Nº	Obra Social	Observación
01	MEDICAMENTOS DE PRIME	REQUIERE AUTORIZACION ON-LINE
		REQUIERE AUTORIZACION ON-LINE
		REQUIERE AUTORIZACION ON-LINE

Cant	Producto	Presentación	Precio	Subtotal	Obra Social	% Cob.	Importe	Saldo	Total OS	% Fcia	Afiliado
1	APASMO	GTS.X 20 ML	8308.70	8308.70	MEDICAMENTOS DE	30.00	2492.61	5816.09	2492.61	0.00	5816.09

Totales para la receta de obra social

O.Social	Afiliado	Tot.Receta
2492.61	5816.09	8308.70

Totales del comprobante

Gravado	Dto./Rec.	Total IVA	Perc.IVA	Exento	Dto./Rec.	Total
0.00	0.00	0.00	0.00	8308.70	0.00	8308.70

Importe a cobrar

Contado	Cta.Cte
5816.09	0.00

USUARIO: FARMACIA

☐ Envío Domicilio

Salir (ESC) Cancelar (F11) Aceptar (F12)

Nota. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

Figura 36.

Interfaz de auditoría online Preserfar, utilizada para validar recetas médicas mediante la carga de los datos del beneficiario, el prescriptor y el medicamento.

Datos Receta

DNI/Nro. Beneficiario: 11111111 Fecha Prescripción Receta: Número de Recetario: Tipo Matrícula del Prescriptor: MP: MEDICO PROVINCIAL

Nombre del Prescriptor: Número Matrícula Prescriptor:

☐ Recordar datos hasta la siguiente transacción.

Respuesta de la Transacción

Item	Cant.	Troquel	Código de Barras	Producto	Cobertura	P. Unitario	Resultado
1	1	1001653	7795356001308	APASMO GTS.X 20 ML	30.00	8308.70	

Configurar (F4) Autorizar (F2)
Anular (F6)
Salir (Esc)

Nota. Conexión con el validador Preserfar, que unifica las plataformas Mis Validaciones, MPN, Recetario Solidario, entre otras. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

Otras funcionalidades del sistema incluyen:

Un módulo de configuración de las Obras Sociales (véase Figura 37) a las que la farmacia está adherida, sus restricciones para las recetas, como el tiempo de validez, la cantidad de unidades, etc., y la plataforma de validación utilizada (tipo de auditoría on-line):

Figura 37.*Módulo de configuración de Obras Sociales*

Nota. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

Un vademécum de medicamentos con sus detalles y el historial de precios. Además, el sistema está integrado con la gestión del stock disponible en la farmacia y obtiene datos como la última venta de cada producto, el troquel y el código de barras del lote, su vigencia, etc.:

Figura 38.*Interfaz con el detalle de producto en el sistema GEMA*

Datos generales del producto		Evolución de PVP	
Nombre: APASMO		Fecha PVP	PVP
Presentación: GTS.X 20 ML		05/08/2024	- \$ 8308.70
Troquel: 1001653	Código de barras: 7795356001308	09/07/2024	- \$ 7989.14
Rubro: MEDICAMENTOS	Importado: NO	19/06/2024	- \$ 7756.45
Fecha de alta: 25/06/2014	De baja: NO	30/05/2024	- \$ 7458.12
Precio: 8308.70	Vigencia: 05/08/2024	13/05/2024	- \$ 7171.27
Tipo de venta: RECETA	Fecha de baja: SIN DATOS	14/03/2024	- \$ 6962.40
Tipo de control: NO CONTROLADO	IVA 1: 0.00	15/02/2024	- \$ 6568.30
Laboratorio: GRAMON	IVA 2: 0.00		
Acción: ANTIESPASMODICO	Clasificación: ETICO		
Droga: CAMILOFINA+DIPIRONA			
Forma: GOTAS ORALES			
Tamaño: MENOR			
Via: ORAL			
Unidades: 1	Tipo de unidad: 20 ML		
Potencia: 50/400 MG/ML	Conservar en frío: NO		
		Ult.Venta: 29/07/2024	
		Stock Mínimo: 0	

Nota. Captura de pantalla; datos anonimizados (acceso restringido, 2024).

- **Presentación:** para su posterior auditoría, todos los documentos impresos durante el proceso (receta, autorización, factura) y los troqueles de los medicamentos dispensados, deben adjuntarse y archivarlos siguiendo estrictas normas. Por ejemplo, existe un orden específico en el que deben juntarse los papeles y los troqueles no pueden abrocharse, sino que deben estar pegados con cola. Además, el farmacéutico debe firmar y sellar los documentos, y solicitar la firma y datos personales del paciente en los mismos.

3.2. Legislación vigente

3.2.1. Pacientes

3.2.1.1. Ley 26.529 - Derechos del Paciente en su Relación con los Profesionales e Instituciones de la Salud

Entre los derechos establecidos en el Art. N.º 2 se mencionan:

- Confidencialidad: derecho a que toda persona que participe en la elaboración o manipulación de la documentación clínica, o bien tenga acceso a su contenido, guarde la debida reserva, salvo expresa disposición en contrario emanada de autoridad judicial competente o autorización del propio paciente.
- Información Sanitaria: derecho a recibir la información sanitaria necesaria vinculada a su salud.

3.2.2. Recetas médicas

3.2.2.1. Ley 27.553 - Recetas electrónicas o digitales

- La prescripción de medicamentos solo puede ser redactada y firmada a través de plataformas electrónicas habilitadas.
- La autoridad de aplicación de esta norma es el Ministerio de Salud.
- Las recetas digitales y electrónicas se pueden usar en plataformas de teleasistencia de salud en todo el país.
- Las farmacias y servicios de farmacias en establecimientos de la salud deben suministrar los medicamentos prescritos en recetas electrónicas o digitales.

Requisitos de validez

La receta electrónica o digital debe cumplir los siguientes requisitos:

- Identificación del médico o profesional de la salud: nombre, matrícula, profesión, especialidad, domicilio.
- Código de barra.
- Identificación del paciente: nombre, obra social o prepaga, fecha de nacimiento, DNI, sexo.

- Medicamento: identificado por su nombre genérico o denominación común internacional. Debe indicar: presentación, forma farmacéutica y cantidad de unidades. Puede contener el nombre comercial del medicamento.
- Diagnóstico.
- Fecha de emisión.
- Firma digital profesional.

3.2.2.2. Decreto 98/2023 - Reglamentación de la Ley N° 27.553 (27/02/2023)

Se crea la "Licencia Sanitaria Federal", que incluirá todas las matrículas habilitantes de los profesionales de la salud registrados en la Red Federal de Registros de Profesionales de la Salud. Esta licencia asignará una Clave Única de Identificación de Profesional Sanitario para identificar de manera única a los profesionales y facilitar el acceso a sistemas interoperables en el Sistema Sanitario Argentino. El Ministerio de Salud definirá las normas y etapas para su implementación. Las recetas manuscritas deberán ser transcriptas, numeradas, selladas, firmadas y archivadas, mientras que las recetas electrónicas o digitales deberán registrarse digitalmente, firmadas por el farmacéutico que realizó la dispensa, según lo disponga el Ministerio de Salud.

Para que una receta electrónica o digital sea considerada válida según la reglamentación, debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Identificación: debe permitir identificar de manera inequívoca la receta, el paciente, el profesional firmante y los medicamentos prescritos. Es válida para una sola dispensa, en conformidad con la Ley N° 25.649 sobre el uso de medicamentos genéricos.

- Contenido: debe cumplir con las normas establecidas y facilitar la accesibilidad, equidad, y calidad de la atención sanitaria, siguiendo la estructura determinada por la autoridad competente.
- Vigencia: debe indicar una fecha de inicio de vigencia, y será válida por 30 días para medicamentos y 60 días para otras prescripciones, salvo excepciones legales.
- Integridad e Inalterabilidad: el documento debe ser íntegro e inalterable, garantizando que cada medicamento o prescripción se dispense una sola vez.
- Seguridad y Confidencialidad: debe cumplir con los estándares de seguridad y protección de datos personales.
- Interoperabilidad: debe ser compatible con sistemas que permiten el intercambio y uso de la información con fines sanitarios y epidemiológicos, utilizando estándares establecidos por la autoridad competente y la Red Nacional de Interoperabilidad en Salud.

3.2.2.3. Decreto 345/2024 - Modificación Decreto 98/2023 (19/04/2024)

La receta electrónica y/o digital es el medio obligatorio para la prescripción de medicamentos, órdenes de estudios, prácticas y cualquier otra indicación que los profesionales de la salud consideren pertinentes en todo el territorio de la República Argentina, a medida que las jurisdicciones locales se adhieran a esta modalidad.

Se establece el Registro de Recetarios Electrónicos, donde los responsables de las plataformas y sistemas habilitados para prescribir deberán registrar el formato y modelo de las recetas a emitir, definiendo los datos exigibles basados en los campos mínimos establecidos por la Reglamentación de la Ley N° 17.132 (Arte de Curar - Ejercicio de la Medicina, Odontología y Actividades de Colaboración) y sus modificatorias. Asimismo, deberán definir los requisitos y procedimientos y asegurar su cumplimiento mediante auditorías.

La venta y despacho de los medicamentos deben realizarse desde la farmacia, bajo la supervisión de un farmacéutico responsable (Director Técnico y/o farmacéutico auxiliar).

Cada farmacia deberá garantizar la existencia de libros digitales o electrónicos para el recetario, el control de estupefacientes, psicotrópicos y de inspecciones, de acuerdo con el cronograma que establezca la autoridad competente, contando con un respaldo sustituto hasta que el soporte digital o electrónico esté plenamente disponible.

3.2.2.4. Plataformas

El Ministerio de Salud ha establecido el Registro Nacional de Plataformas Digitales Sanitarias (ReNaPDiS) para unificar y registrar todas las plataformas de recetarios electrónicos, mejorando la modernización e interoperabilidad de los sistemas de información sanitaria.

Durante la implementación, las provincias se irán adhiriendo a la modalidad de receta electrónica, y las plataformas deberán registrarse en el ReNaPDiS, cumpliendo con las normativas establecidas. Una vez aprobadas, recibirán un identificador que formará parte de la Clave Única de Identificación de Recetas (CUIR), asegurando la unicidad de cada receta a nivel nacional. Su conformación será establecida por las definiciones operativas y técnicas que establezca la Dirección Nacional de Sistemas de Información Sanitaria (DNSISa).

3.2.2.5. Estándares (resolución 680/2018)

La Red de Salud Digital establece una infraestructura que facilita la comunicación entre diferentes nodos de salud, asegurando el intercambio privado y seguro de información sanitaria. Para participar en la Red, es obligatorio cumplir con un conjunto de estándares de datos y comunicación que garantizan la correcta interpretación y procesamiento de la información en el destino. El estándar de interoperabilidad FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) es utilizado para integrar sistemas clínicos de forma segura a

través de servicios web basados en tecnología REST, con especificaciones que definen recursos, interacciones, y requisitos para el intercambio de información según perfiles de Integrating Health Enterprise (IHE).

3.3. Tecnología Blockchain

3.3.1. Fundamentos de la tecnología

Se trata de una estructura de datos distribuida que permite registrar, verificar y almacenar información de manera segura, transparente e inmutable, sin depender de una autoridad central. Su arquitectura se fundamenta en una cadena de bloques enlazados criptográficamente, donde cada bloque contiene un conjunto de transacciones validadas por los participantes de la red (nodos) mediante mecanismos de consenso.

Cada bloque incluye un identificador único (hash), una marca temporal (timestamp), los datos de las transacciones y el hash del bloque anterior. Esta interconexión genera una trazabilidad completa de los registros, lo que impide su modificación sin alterar toda la cadena posterior.

El modelo descentralizado elimina la necesidad de intermediarios, ya que la validación de las transacciones se realiza colectivamente entre los nodos de la red. Cada participante mantiene una copia idéntica del libro contable digital (ledger), lo que otorga transparencia y disponibilidad permanente de la información. Además, mediante el uso de criptografía asimétrica, los usuarios pueden firmar digitalmente sus transacciones, asegurando autenticidad y confidencialidad.

Un componente clave de esta tecnología son los contratos inteligentes (smart contracts), programas que se ejecutan automáticamente en la blockchain cuando se cumplen determinadas condiciones preestablecidas. Estos contratos permiten automatizar procesos, reducir errores humanos y asegurar el cumplimiento de acuerdos de forma autónoma y verificable.

Otro aspecto relevante es el mecanismo de consenso, que define cómo los nodos acuerdan el estado actual de la red. Existen diversos modelos, entre ellos Proof of Work (PoW) y Proof of Stake (PoS). El primero, basado en la resolución de problemas computacionales complejos, ofrece alta seguridad pero un elevado consumo energético. En cambio, el segundo selecciona validadores en función de la cantidad de tokens en participación (stake), logrando eficiencia energética y escalabilidad, características adoptadas por las redes modernas como Ethereum y Polygon.

3.3.2. Comparación de Redes

La evolución de la tecnología blockchain ha dado lugar a múltiples redes con diferentes enfoques en términos de escalabilidad, seguridad, costos y compatibilidad. Cada una implementa mecanismos de consenso y arquitecturas específicas, orientadas a resolver las limitaciones presentes en los primeros sistemas descentralizados.

En esta sección se presentan las principales redes blockchain de uso general, con el objetivo de comparar sus características técnicas más relevantes y de establecer un marco conceptual que permita comprender las distintas alternativas disponibles dentro del ecosistema blockchain contemporáneo.

Tabla 1

Comparación de Blockchains.

Red Blockchain	Tipo de red	Costos (Gas)	Velocidad de transacción	Seguridad	Compatibilidad	Observaciones
Ethereum Mainnet	Capa 1 (L1)	Muy altos	Media (15–60 seg.)	Muy alta	Total	Máxima descentralización y seguridad. Ideal para entornos regulados pero costosa.
Polygon PoS	Capa 2 (Sidechain)	Muy bajos (≈ \$0.001)	Alta (2–3 seg.)	Media-alta	Total	Excelente para sistemas en producción con gran volumen. Compatible con herramientas Ethereum.
Arbitrum One	Capa 2 (Rollup)	Bajos	Alta (5–15 seg.)	Alta	Total	Solución de escalabilidad confiable, pero requiere puentes entre L2 y L1.
Optimism	Capa 2 (Rollup)	Bajos	Alta	Alta	Total	Similar a Arbitrum. Buen soporte comunitario y empresarial.

Binance Smart Chain (BSC)	Capa 1 alternativa	Bajos (≈ \$0.05)	Muy alta (≈ 3 seg.)	Media	Total	Muy usada, pero con menor descentralización. Adecuada para entornos privados.
Avalanche C-Chain	Capa 1 (EVM)	Bajos a medios	Alta	Alta	Total	Alta compatibilidad, buena escalabilidad, pero menor adopción institucional.

3.3.3. Redes de Prueba (Testnets)

Las redes de prueba o testnets cumplen un papel fundamental al permitir la experimentación, validación y depuración de contratos inteligentes sin utilizar criptomonedas reales ni comprometer activos en una red principal. Estas redes replican las condiciones técnicas de una blockchain de producción, incluyendo sus mecanismos de consenso, estructura de bloques y consumo de gas, pero utilizando tokens sin valor económico.

Las testnets constituyen un entorno seguro y público para desarrolladores, investigadores y auditores, ya que posibilitan ensayar implementaciones, verificar transacciones y evaluar el rendimiento de los contratos antes de su despliegue definitivo.

3.3.3.1. Sepolia

Sepolia es una de las principales testnets oficiales del ecosistema Ethereum. Fue diseñada para ofrecer un entorno de pruebas estable, seguro y representativo de la red principal (Ethereum Mainnet), pero con un consumo de recursos significativamente menor.

Esta red mantiene compatibilidad total con la Ethereum Virtual Machine (EVM), soporte para contratos inteligentes escritos en Solidity, y utiliza un mecanismo de consenso basado en Proof of Stake (PoS). Las transacciones requieren gas, aunque el token utilizado (SepoliaETH) no posee valor de mercado y puede obtenerse gratuitamente mediante faucets distribuidos en línea.

Sepolia se ejecuta de manera continua y descentralizada a través de múltiples nodos distribuidos, lo que la convierte en un entorno idóneo para pruebas colaborativas y verificaciones en tiempo real. Asimismo, permite el uso de herramientas comunes del ecosistema, como exploradores de bloques (Etherscan Sepolia) y monederos digitales (MetaMask), ofreciendo un contexto de experimentación muy próximo al funcionamiento de la red principal.

Actualmente, Sepolia es una de las redes de prueba recomendadas por la Fundación Ethereum, reemplazando a testnets históricas como Rinkeby, Ropsten y Kovan, las cuales han sido descontinuadas en favor de entornos más eficientes y sostenibles.

3.3.4. Lenguajes para Contratos Inteligentes (Smart Contracts)

Los contratos inteligentes (smart contracts) constituyen uno de los pilares fundamentales de la tecnología blockchain, al permitir la ejecución automática de acuerdos predefinidos sin necesidad de intermediarios. Para su desarrollo, se han diseñado diversos lenguajes de programación que difieren en su sintaxis, nivel de abstracción, compatibilidad con distintas plataformas y grado de seguridad.

Estos lenguajes permiten definir condiciones, estructuras de datos y reglas lógicas que se ejecutan de manera determinista en la blockchain. La elección de uno u otro depende de factores como el tipo de red, el rendimiento esperado, las herramientas de desarrollo disponibles y la comunidad de soporte. A continuación, se presenta una comparación de los principales lenguajes utilizados para la creación de contratos inteligentes, destacando sus características técnicas, ventajas y limitaciones.

Tabla 2
Comparación de lenguajes para Smart Contracts.

Lenguaje	Plataformas Soportadas	Ventajas	Desventajas	Nivel de Complejidad	Comunidad y Ecosistema
Solidity	Ethereum, Binance Smart Chain, Polygon, Avalanche, Fantom	Diseño específico para EVM. Amplia adopción. Buen soporte de herramientas (Truffle, Hardhat, Remix)	Curva de aprendizaje inicial	Moderado	Muy grande y activo
Vyper	Ethereum, Binance Smart Chain	Sintaxis simplificada. Mayor seguridad y facilidad para auditorías. Diseño para EVM	Menor soporte de herramientas. Menor adopción.	Moderado	Mediano, en crecimiento
Rust	Solana, Near, Polkadot, Elrond	Alto rendimiento y eficiencia. Mayor control sobre el hardware.	Complejidad sintáctica. Curva de aprendizaje pronunciada.	Alto	Mediano, pero creciendo rápidamente

		Seguridad de memoria.			
C++	EOS, Qtum, Cardano, Tron	<p>Alto rendimiento y eficiencia.</p> <p>Control detallado de la memoria.</p> <p>Amplia documentación disponible.</p>	<p>Mayor riesgo de errores de bajo nivel.</p> <p>Complejidad sintáctica alta.</p>	Alto	Mediano, más tradicional
Go	Hyperledger Fabric, Chainlink, Tendermint	<p>Sintaxis simple y eficiente.</p> <p>Excelente para desarrollo de backend.</p> <p>Concurrencia nativa.</p>	<p>Menor enfoque en smart contracts específicos.</p> <p>Ecosistema de contratos pequeños.</p>	Moderado	Mediano, enfocado en aplicaciones B2B
Python	Algorand, Hyperledger Fabric, Vyper (compilado)	<p>Fácil de aprender y usar.</p> <p>Gran cantidad de bibliotecas y herramientas.</p> <p>Ecosistema rico en IA y análisis de datos.</p>	<p>No es nativo para contratos inteligentes.</p> <p>Requiere compiladores para EVM.</p>	Bajo-moderado	Grande, muy activo en áreas fuera de blockchain

JavaScript	Lisk, Hyperledger Fabric, Neo, Truffle (Solidity)	Amplia adopción y uso. Gran cantidad de desarrolladores. Integración directa con aplicaciones web.	No es nativo para contratos inteligentes. Seguridad menor comparada con otros lenguajes.	Bajo-moderado	Muy grande, pero enfocado en web
------------	---	--	---	---------------	----------------------------------

3.3.4.1. Solidity

Solidity es un lenguaje de programación orientado a contratos inteligentes, diseñado específicamente para la creación de contratos en la blockchain de Ethereum. Es un lenguaje de alto nivel, estáticamente tipado, que permite definir estructuras complejas y relaciones entre datos.

Características:

- Inmutabilidad: Una vez desplegados, los contratos inteligentes no pueden ser modificados, lo que garantiza la seguridad e integridad de los datos.
- Transparencia: Todas las transacciones y ejecuciones de contratos son públicas y pueden ser auditadas en la blockchain.
- Interoperabilidad: Solidity es compatible con la mayoría de las herramientas del ecosistema Ethereum, facilitando su integración con otras plataformas y servicios.

Solidity representa la evolución de la programación orientada a objetos hacia un paradigma orientado a contratos autónomos, en el que las funciones y estructuras de datos se ejecutan bajo condiciones verificables en entornos distribuidos.

3.3.5. Herramientas de Desarrollo para entornos Blockchain

El desarrollo de aplicaciones basadas en blockchain requiere un conjunto de herramientas especializadas que facilitan la escritura, prueba, depuración e implementación de contratos inteligentes y servicios asociados. Estas herramientas conforman el entorno técnico que permite llevar a cabo las distintas fases del ciclo de vida de una aplicación descentralizada (dApp). En términos generales, las herramientas de desarrollo blockchain pueden agruparse en tres categorías principales:

- Entornos de ejecución y simulación: permiten crear blockchains locales o de prueba para ejecutar contratos inteligentes sin costos reales ni riesgos de seguridad. Facilitan la experimentación y el control total sobre los parámetros de la red, como el tiempo de bloque o el consumo de gas. Ejemplos de este tipo de entornos incluyen Ganache, Hardhat Network y Foundry Anvil.
- Frameworks de compilación y despliegue: ofrecen estructuras de trabajo que automatizan tareas como la compilación de contratos, su migración a distintas redes, la gestión de dependencias y la verificación de código. Entre los más utilizados se encuentran Truffle, Hardhat y Brownie, que permiten una integración fluida con la Ethereum Virtual Machine (EVM) y con lenguajes como Solidity o Vyper.
- Herramientas de prueba e interacción con APIs: permiten validar la comunicación entre contratos inteligentes y los servicios externos o interfaces de usuario. Plataformas como Postman o Insomnia permiten simular solicitudes HTTP, verificar la coherencia de las respuestas y automatizar pruebas de endpoints en arquitecturas basadas en APIs REST o GraphQL.

Estas herramientas contribuyen a mejorar la eficiencia del desarrollo, al reducir la complejidad técnica asociada a la interacción directa con la blockchain. Además, favorecen la reproducibilidad de pruebas, la automatización de procesos y la detección temprana de errores.

3.3.6. Estrategias de Prueba y Validación

En el desarrollo de sistemas basados en tecnología blockchain, las pruebas de software constituyen un componente esencial para garantizar la confiabilidad, la seguridad y la consistencia de las operaciones. Dado que los contratos inteligentes y las transacciones desplegadas en la blockchain poseen un carácter inmutable e irreversible, los errores en el código pueden derivar en fallos permanentes o pérdidas económicas. Por este motivo, las etapas de prueba adquieren una relevancia crítica dentro del ciclo de vida de desarrollo.

Las estrategias de prueba aplicadas en este tipo de sistemas se estructuran de manera similar a las empleadas en el desarrollo de software tradicional, aunque adaptadas a la lógica descentralizada y distribuida de la blockchain. En términos generales, pueden distinguirse tres niveles principales de verificación:

- Pruebas unitarias: orientadas a evaluar el comportamiento individual de funciones, módulos o servicios específicos. Permiten comprobar el correcto tratamiento de datos, la validez de algoritmos y la estabilidad de los mecanismos de cifrado o autenticación empleados. Su ejecución en entornos controlados garantiza la detección temprana de errores lógicos y facilita la depuración del código.
- Pruebas de integración: centradas en analizar la interacción entre los distintos componentes del sistema, como bases de datos, servicios de comunicación, APIs o módulos externos. Estas pruebas verifican que los datos intercambiados mantengan consistencia, que las dependencias estén correctamente gestionadas y que las operaciones encadenadas se desarrollen sin fallas de interoperabilidad.
- Pruebas end-to-end (E2E): reproducen el flujo completo de funcionamiento desde la perspectiva de un usuario o actor del sistema. Permiten validar la correcta ejecución de procesos que abarcan múltiples capas, garantizando que la secuencia de operaciones y la comunicación entre servicios respondan de forma coherente a las reglas de negocio.

4. Diagnóstico del Sistema actual

4.1. Metodología utilizada para el diagnóstico

Para la elaboración del diagnóstico del sistema actual se utilizaron principalmente técnicas de investigación cualitativa aplicadas a estudios de procesos organizacionales.

Entre ellas:

- Observación directa: se llevaron a cabo visitas a farmacias adheridas a Colfacor en Córdoba, observando in situ los procesos de validación, dispensación y auditoría de recetas médicas.
- Entrevistas semiestructuradas: se realizaron reuniones con la propietaria de una farmacia y con auditores de recetas, para relevar información sobre el circuito actual, las plataformas utilizadas y los principales problemas detectados.
- Recopilación y análisis documental: se revisaron normativas vigentes, manuales de plataformas de validación, y documentos emitidos por organismos oficiales.
- Análisis comparativo: se contrastaron las fortalezas y debilidades detectadas en el sistema actual con estándares internacionales de interoperabilidad y con las funcionalidades que ofrecen las plataformas ya implementadas en Argentina.

4.2. Fortalezas destacadas

Aunque presenta limitaciones, el sistema actual de recetas digitales ofrece varias ventajas, entre ellas:

- Accesibilidad: facilita la atención médica a distancia (telemedicina), sobre todo en zonas rurales o aisladas.
- Trazabilidad parcial: muchas plataformas conservan un historial digital que permite verificar si la receta fue emitida, modificada o utilizada.
- Reducción de errores: evita errores de lectura en recetas manuscritas, mejora la claridad del medicamento, dosis e indicaciones.

Estas características positivas, combinadas con las oportunidades de mejora detectadas, sustentan este proyecto.

4.3. Problemas detectados

4.3.1. Utilización de recetas físicas

Debido a la dificultad de los actores y organismos para migrar completamente al sistema de recetas electrónicas obligatorias, las modalidades de receta electrónica y física todavía coexisten, es decir, que los problemas con las recetas físicas, que llevaron a la implementación de la nueva modalidad, siguen existiendo, y se combinan con las nuevas dificultades que trae el nuevo método.

Desventajas de las recetas físicas:

- Riesgo de pérdida o deterioro.
- Susceptibilidad a fraudes y falsificaciones (fáciles de replicar o modificar)
- Necesidad de transcripción completa de los datos a los sistemas de validación (ineficiente y da lugar a errores)

- Impedimento de seguimiento en tiempo real del estado de la prescripción.
- Almacenamiento físico.
- Presentación del documento en persona.
- Imposibilidad de integrarse automáticamente con sistemas de gestión y validación.
- Dificultad de lectura.
- Posibilidad de datos incompletos o incorrectos (no existe un control sistematizado antes de la dispensa).

4.3.2. Variedad de plataformas utilizadas

El hecho de que las obras sociales no utilicen una única plataforma para la emisión y la validación de recetas, complica y ralentiza el trabajo que realizan los farmacéuticos, debido a que los establecimientos farmacéuticos deben ser usuarios de todas las plataformas de las obras sociales a las que están adheridos, deben iniciar sesión en las mismas diariamente para poder utilizarlas, capacitar al personal en el funcionamiento de cada una, y alternar las plataformas que utilizan constantemente.

4.3.3. Recepción de las recetas electrónicas

La farmacia puede recibir las recetas por distintas vías de comunicación como WhatsApp y correo electrónico, o pueden encontrarse directamente dentro de la plataforma. El no tener un lugar de recepción centralizado para todas las recetas, genera una ineficiencia en la atención al público al tener que alternar entre los canales de recepción, a lo que se suma el hecho de que no existe una identificación fácil del paciente o la receta, por lo que debe ingresar a todos los mensajes recibidos en su bandeja de entrada para seleccionar el correspondiente al cliente. Además, el tener las recetas esparcidas en distintos medios, es ineficiente para encontrar la fuente de la receta en caso de necesitarla posteriormente.

4.3.4. Vulnerabilidad de los datos

En el caso de las recetas electrónicas, si bien las plataformas existentes toman medidas en materia de ciberseguridad, los ataques informáticos son siempre un riesgo inminente.

Algunos de los motivos de vulnerabilidad pueden ser el uso de software obsoleto, la falta de capacitación del personal, o simplemente fallas en la seguridad.

En el año 2023, una de las plataformas más grandes, la de la obra social PAMI, fue víctima de un hackeo que, según lo que informó el grupo responsable del ataque, resultó en la pérdida de alrededor de 800 GB de información de afiliados y proveedores. Los datos fueron liberados para su descarga gratuita, dejándolos al alcance de otros ciberdelincuentes y estafadores.

Además, el ataque complicó en gran medida las transacciones relacionadas con la dispensa de medicamentos, demorando la entrega de medicación a un sector demográfico con una gran demanda, y generando incertidumbre y una sensación de inseguridad que agravó la reticencia de los pacientes en el uso de las recetas electrónicas.

4.3.5. Uso excesivo de papel

Como se ha descrito en la sección de validadores, se observa que todos los documentos utilizados en el proceso de la dispensa de los medicamentos recetados deben imprimirse para archivar y luego presentar a las obras sociales para auditorías.

Al realizarse todo el proceso de forma digital, la impresión de papeles resulta contraproducente, ya que se retorna al medio que se está tratando de abandonar. Algunas obras sociales permiten el envío de los lotes de presentaciones digitalmente, pero en la gran mayoría de los casos, estas entregas deben ser físicas.

El resultado es un gran gasto de recursos materiales, llegando a veces a imprimirse cuatro papeles distintos para la dispensa de un único medicamento, y también recursos intangibles como el tiempo que demanda la impresión, el cortado y pegado de troqueles, la firma y el sellado, y la preparación del conjunto de documentos.

5. Solución propuesta

5.1. Tecnología a utilizar

5.1.1. Blockchain

Para la implementación del sistema Prescription, se ha optado por utilizar tecnología Blockchain como núcleo estructural para el registro, trazabilidad y validación de las recetas médicas digitales. Esta elección responde a la necesidad de garantizar integridad, transparencia, disponibilidad y seguridad en un entorno donde la falsificación, extravío o mal uso de datos son frecuentes.

En particular, se plantea el desarrollo de un contrato inteligente escrito en Solidity y desplegable sobre la red Ethereum, con la posibilidad de utilizar entornos locales de desarrollo y redes de prueba. El despliegue del sistema no se limita exclusivamente a la red principal de Ethereum, ya que Solidity es un lenguaje de programación compatible con todas las blockchains que utilicen la Ethereum Virtual Machine (EVM). Esto permite la adaptación a diferentes entornos técnicos y regulatorios, eligiendo la red más adecuada según criterios de seguridad, escalabilidad, costo y adopción.

Ethereum Mainnet es la opción más segura y descentralizada, adecuada para jurisdicciones con regulación estricta. Sin embargo, sus altos costos de transacción la vuelven poco práctica para casos de uso como recetas médicas, que requieren volumen alto y microtransacciones.

Polygon PoS surge como la alternativa más equilibrada, que combina muy bajos costos, buena velocidad y una adopción significativa en el ecosistema. Resulta ideal para un sistema como Prescription, que requiere escalabilidad, interoperabilidad con herramientas Ethereum, y accesibilidad económica.

5.1.1.1. Prototipo: Ethereum Testnet (Sepolia)

Se utilizará una testnet para demostrar el funcionamiento del prototipo del sistema, ya que esta permitirá validar la funcionalidad y la seguridad en un entorno que replica fielmente las condiciones de la mainnet, pero sin recurrir en costos operativos gracias al uso de tokens de prueba.

Además, con su uso, la transición a la mainnet se simplifica, ya que el proceso de despliegue en la testnet proporciona una experiencia práctica que reduce los riesgos asociados con la migración de contratos inteligentes a un entorno de producción.

En el desarrollo de Prescription, la elección de Sepolia como red de pruebas responde a la necesidad de simular fielmente el comportamiento del sistema en condiciones similares a las de la red principal de Ethereum, pero sin exponer fondos reales ni comprometer información sensible.

5.1.1.2. Smart Contracts con Solidity

Se eligió el lenguaje Solidity debido a que se trata del estándar para escribir contratos inteligentes en plataformas EVM, lo que permite desplegar el contrato en múltiples redes sin tener que reescribirlo. Además, cuenta con una documentación oficial extensa, múltiples recursos educativos, foros comunitarios y soporte por parte de desarrolladores y plataformas, reduciendo la curva de aprendizaje y facilitando el mantenimiento del contrato a largo plazo.

5.1.2. Herramientas para el desarrollo

5.1.2.1. Ganache

Se utiliza Ganache para disponer de una blockchain local que permite probar y depurar los contratos inteligentes sin depender de una red pública ni generar costos de gas. Esto facilita el desarrollo iterativo de Prescription, ya que posibilita simular transacciones reales entre médicos, pacientes y farmacias en un entorno controlado. Su interfaz gráfica simplifica el seguimiento de bloques y eventos, y su configuración flexible permite ajustar parámetros según las necesidades del proyecto antes de migrar a la testnet Sepolia.

5.1.2.2. Postman

Se emplea Postman para probar y validar los endpoints del backend, asegurando que las distintas operaciones del sistema funcionen correctamente antes de su integración con la blockchain. La herramienta permite simular solicitudes de los diferentes roles, verificar respuestas, autenticación y manejo de errores, agilizando la detección de fallos y la optimización de la API. Además, las colecciones de Postman facilitan automatizar pruebas y documentar los flujos de interacción.

5.2. Alcance

5.2.1. Módulos

Para el Proyecto Final, se desarrollarán los siguientes módulos:

- Módulo de Registro y Autenticación: este módulo dependerá del tipo de usuario que desee ingresar al sistema. Tendrá distintos permisos y restricciones para cinco tipos de usuarios: médicos, pacientes, farmacéuticos, obras sociales y administrador del sistema. Además, podrá recuperar la contraseña al sistema y ver sus datos personales registrados y editar algunos campos desde su perfil.
- Módulo de visualización de recetas: cada usuario podrá consultar las recetas de la blockchain según los permisos que le correspondan. Por ejemplo, el médico podrá

ver todas sus recetas emitidas y el paciente podrá ver las recetas que le fueron prescriptas. Además, podrán filtrar las recetas para mejor visualización.

- Médico - Módulo de Emisión de recetas: los usuarios médicos podrán emitir recetas a los pacientes que tengan una cuenta en el sistema, obteniendo automáticamente sus datos personales y registrando la receta en la blockchain.
- Paciente - Módulo de Transferencia de recetas: los usuarios pacientes podrán seleccionar las recetas disponibles y enviarlas a la farmacia adherida de su elección.
- Farmacia - Módulo de Validación de recetas: los usuarios de la farmacia podrán ver las recetas enviadas a la institución y validar su información y cobertura con la obra social correspondiente a través de una API. Además, obtendrán los precios de las medicaciones automáticamente.
- Farmacia - Módulo de Facturación: al obtener confirmación de los pacientes, los usuarios de farmacia podrán conectarse con una API para realizar la facturación de los medicamentos e imprimir la información relevante.
- Obra social - Módulo de Reportaje: los usuarios de la obra social podrán filtrar, ordenar y seleccionar las recetas que correspondan a su prepaga y exportar los datos en formato Excel, CSV y PDF para realizar auditorías y conciliar con la información brindada por las farmacias.

Además, se plantean las siguientes funcionalidades como futuras mejoras que no se desarrollarán en la versión actual del sistema:

- Farmacia - Módulo de Confección de Informes: módulo que permita a los usuarios de farmacia seleccionar las recetas y facturas aprobadas en determinados períodos, crear carátulas y reportes contables para enviar a las obras sociales como parte de las auditorías. Este módulo reemplazaría las carpetas que actualmente se confeccionan manualmente, se imprimen y se envían por mensajería.

- Farmacia - Módulo de Gestión de Stock: módulo que, al validar la receta, muestre la cantidad de stock disponible del medicamento seleccionado y lo actualice automáticamente, mostrando advertencias cuando se llegue a un umbral de stock determinado.
- Paciente - Validación segregada de recetas: Mejora del módulo de validación de recetas, que permita al paciente que posee una receta con dos medicaciones, seleccionar una sola medicación para validar, y reutilizar la receta para validar la segunda medicación en otro momento.
- Farmacia - Reportaje de ventas: integrar en el sistema una funcionalidad de reportaje y confección de gráficos para toma de decisiones con BI, permitiendo controlar los niveles de ventas, la gestión del stock, etc.
- Paciente - Avisos vía e-mail / WhatsApp: avisos al paciente cuando tenga recetas disponibles, cuando una receta esté próxima a vencerse, cuando una receta sea aprobada, etc.
- Médico - Archivo en Historia Clínica: incorporación de un smart contract para el almacenamiento de historias clínicas de los pacientes, donde se relacione cada receta dispensada con la historia clínica correspondiente, pudiendo ingresar detalles del diagnóstico, duración del tratamiento, seguimiento, etc. Con la autorización del paciente, cada establecimiento de salud en el que se atienda y que se encuentre adherido a este módulo, puede consultar la historia clínica para obtener información previa relevante. Manteniendo los principios de seguridad de la blockchain, la información continúa siendo privada, trazable e inmutable.
- Médico - Automatización del diagnóstico: incorporación de un vademécum de diagnósticos que permita realizar una búsqueda y obtener los diagnósticos oficiales específicos con sus respectivos códigos, similar al funcionamiento del vademécum de medicamentos ya incorporado.

- Médico – Módulo de Pedidos de Estudios: incorporación de un módulo que permita al médico confeccionar y emitir pedidos de estudios complementarios (laboratorio, imágenes, etc.) de manera digital, vinculados al diagnóstico y a la historia clínica del paciente.

5.2.2. Requerimientos

5.2.2.1. Requerimientos funcionales

RF01 - El sistema debe permitir al usuario ingresar a su cuenta seleccionando su rol (Paciente, Médica/o, Farmacéutica/o, Obra Social) y completando el formulario con las credenciales (DNI y contraseña).

RF02 - El sistema debe permitir al usuario registrar una nueva cuenta seleccionando su rol “Paciente” y completando el formulario con las credenciales (nombre, apellido, dni, sexo, fecha_nacimiento, obra Social, plan_OS, num_afiliado, contraseña, mail).

RF03 - El sistema debe permitir al usuario registrar una nueva cuenta seleccionando su rol “Médica/o” y completando el formulario con las credenciales (nombre, apellido, dni, matrícula, contraseña, mail, institución).

RF04 - El sistema debe permitir al usuario registrar una nueva cuenta seleccionando su rol “Farmacéutica/o” y completando el formulario con las credenciales (nombre, apellido, dni, matrícula, contraseña, mail, farmacia).

RF05 - El sistema debe permitir al usuario recuperar su contraseña mediante el ingreso de su correo electrónico.

RF06 - El sistema debe permitir a la médica/o emitir una receta electrónica a través de un formulario con los datos obtenidos del paciente (nombre, apellido, DNI, número de afiliado, obra social, plan de obra social) y completando los campos de medicamento, cantidad, diagnóstico y observaciones.

RF07 - El sistema debe permitir a la/el farmacéutica/o validar la cobertura de una receta electrónica para poder dispensar los medicamentos.

RF09 - El sistema debe permitir a la/el farmacéutica/o seleccionar que obra social va a validar la receta médica.

RF10 - El sistema debe permitir a la/el farmacéutica/o visualizar el porcentaje de cobertura que le hace la obra social a cada uno de los medicamentos de la receta médica.

RF11 - El sistema debe permitir al paciente acceder a toda la información de sus recetas vigentes a la fecha.

RF12 - El sistema debe permitir al paciente consultar el historial de sus recetas electrónicas.

RF13 - El sistema debe permitir a la/el farmacéutica/o acceder a las recetas recibidas por el paciente para hacer uso de ellas.

RF14 - El sistema debe registrar un historial de todas las recetas emitidas para que el médico pueda llevar un registro para cada paciente.

RF15 - El sistema debe permitir a la/el farmacéutica/o generar una factura completando un formulario con los datos de la persona a la cual se le realizará la factura.

RF16 - El sistema debe permitirle a la Obra Social consultar el historial de recetas de todos sus pacientes, ya sea que autorizaron o rechazaron, hasta la fecha.

5.2.2.2. Requerimientos no funcionales

Disponibilidad

RNF01 - El sistema debe estar disponible para los usuarios las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

RNF02 - El sistema debe ser compatible con las versiones actuales de navegadores web (Chrome, Firefox, Safari, Edge).

Seguridad

RNF03 - El sistema debe encriptar las contraseñas de los usuarios antes de almacenarlas.

RNF04 - El sistema debe utilizar permisos y roles para garantizar que solo los usuarios autorizados puedan realizar ciertas acciones en la Blockchain.

RNF05 - El sistema debe proteger los datos personales de los usuarios según las regulaciones de protección de datos, asegurando que estos no se compartirán con terceros sin el consentimiento explícito del usuario.

RNF06 - El sistema debe cumplir con las normativas y regulaciones vigentes en Argentina relacionadas con la privacidad y seguridad de los datos de salud.

RNF07 - El sistema debe mantener una documentación completa y clara de todas las transacciones registradas en la Blockchain, accesible para auditorías.

Usabilidad

RNF08 - El sistema debe tener una interfaz accesible y usable por personas sin conocimientos técnicos avanzados.

RNF09 - El sistema debe permitirle a los usuarios realizar transacciones en la Blockchain sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados.

Performance

RNF10 - Las funcionalidades del sistema deben tener un tiempo de respuesta promedio inferior a 10 segundos para las solicitudes de usuario.

5.2.2.3. Requerimientos de integración

RI01 - El sistema debe integrarse con el Sistema Integrado de Información Sanitaria Argentina (SISA) o los sistemas de Colegios de Farmacéuticos para verificar la validez del

número de matrícula ingresado por los usuarios que se registran como médicos o farmacéuticos.

RI02 - El sistema debe estar preparado para integrarse con los sistemas de las Obras Sociales registradas para acceder a la información de sus afiliados.

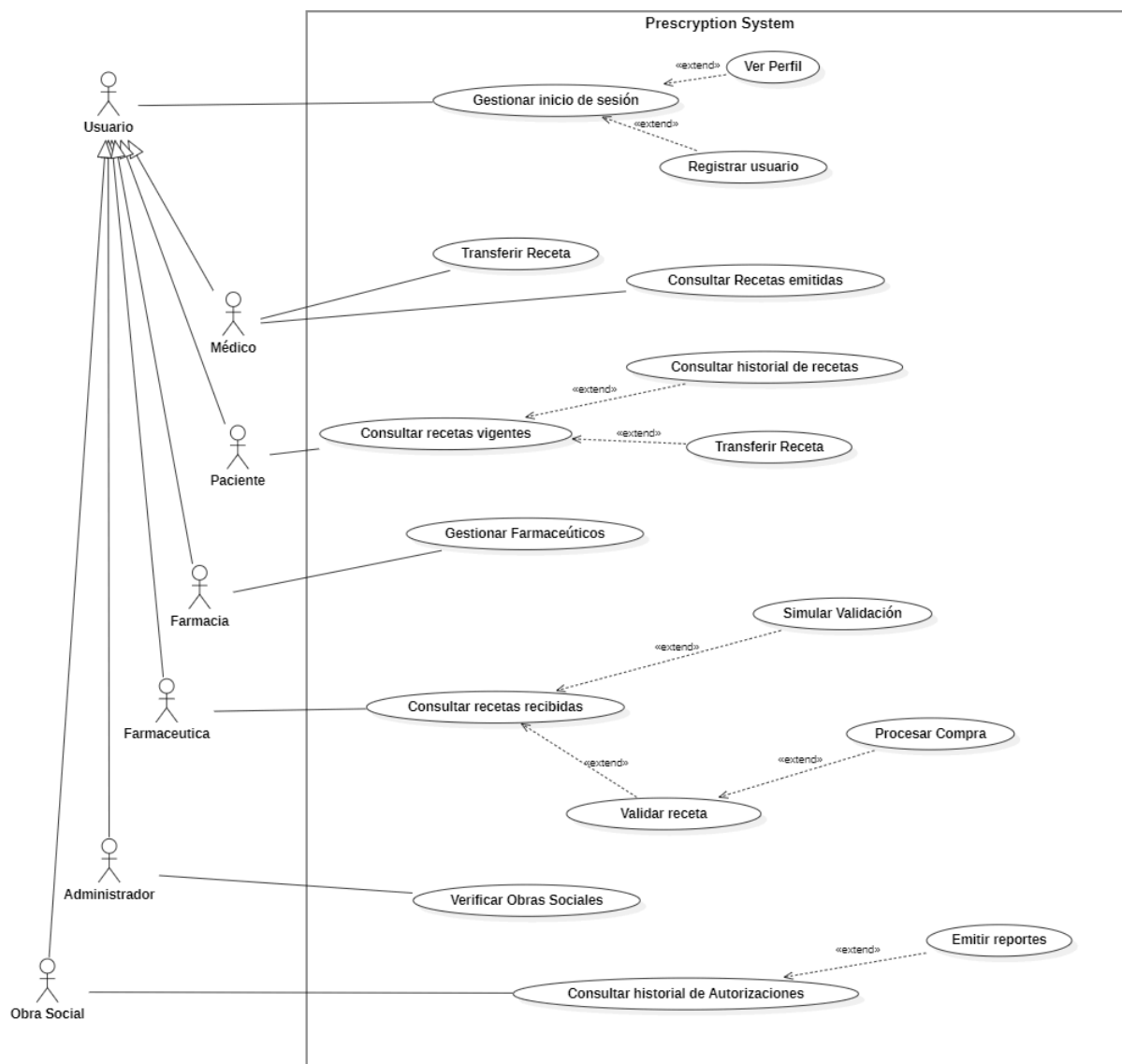
RI03 - El sistema debe estar preparado para integrarse con el sistema vigente de la Agencia de Recaudación y Control Aduanero (ARCA) para la emisión de facturas por la compra de los medicamentos prescritos.

RI04 - El sistema debe integrarse con el vademécum de precios disponibilizado por el Gobierno Nacional para la consulta de precios oficiales actualizados para cada medicamento.

5.2.3. Casos de Uso

Figura 38.

Diagrama de Casos de Uso del sistema Prescription que representa los actores principales (paciente, médico, farmacia, obra social y administrador) y sus interacciones con el sistema.



5.2.3.1. Especificación de Casos de Uso

A continuación, se describe el trazo fino de los casos de uso más relevantes.

Tabla 3

Trazo fino del caso de uso “Registrar Usuario”.

Nombre del CU: Registrar Usuario Actores: Usuario - Médica/o Tipo: Primario Descripción: Un usuario puede registrar una nueva cuenta Propósito: Permitir el acceso a las funcionalidades del sistema Precondición: El usuario ha elegido su tipo de usuario y se encuentra en la página de inicio de sesión del sistema.		
Acciones del Actor	Respuestas del Sistema	Alternativas
1. Selecciona la opción “¿No tenés una cuenta? Registrate”	2. Muestra un formulario con los siguientes datos a completar: - nombre - apellido - dni - matrícula - especialidad - mail - contraseña	
3. Completa el formulario con los datos que corresponden y selecciona la opción “Registrarme”	4. Verifica que no queden campos vacíos, y que los tipos de datos sean los que corresponden en cada uno de los campos.	5. Existen error en algún/todos los campos. Vacía el campo con error y se muestra mensaje “Error en el registro. Verificá los datos ingresados.” en el campo/s según corresponda. Vuelve al punto 3. 6. Selecciona la opción “¿Ya tenés una cuenta? Ingresar”. Fin CU.
	7. No hay errores. Muestra mensaje “Registro exitoso. Presioná la X para continuar”	
	8. Fin CU.	

Nota. Este caso sigue los mismos pasos con todos los usuarios, pero los datos a ingresar varían según el tipo.

Tabla 4

Trazo fino del caso de uso “Emitir Receta”.

<p>Nombre del CU: Emitir receta Actores: Médico Tipo: primario Descripción: El médico ya ha iniciado sesión y puede ver las recetas emitidas previamente. Propósito: Permitir generar una nueva receta. Precondición: El usuario se encuentra registrado y ha iniciado sesión.</p>		
Acciones del Actor	Respuestas del Sistema	Alternativas
1. Selecciona el botón <i>“Emitir receta”</i>	2. Muestra un formulario vacío con campos editables para ingresar la información solicitada.	3. Selecciona el botón <i>“Volver”</i> . Fin CU
4. Ingresa el DNI del paciente	5. Muestra la información personal del paciente asociada a ese DNI registrado.	6. No devuelve la información al no encontrar coincidencias.
7. Selecciona el botón <i>“Buscar medicamento”</i>	8. Muestra una pantalla con un campo de búsqueda.	9. Selecciona el botón <i>“Volver”</i> . Vuelve al punto 2.
10. Escribe el nombre (o parte del nombre) del medicamento en el campo de búsqueda	11. Muestra las opciones de presentación disponibles para ese medicamento, incluye la siguiente información: - Nombre comercial - Componentes activos - Tipo de venta	12. No devuelve la información al no encontrar coincidencias.
13. Completa los campos restantes: - Cantidad - Diagnóstico - Observaciones		14. Selecciona un segundo medicamento. Vuelve a punto 7. 15. Devuelve alerta para completar campos obligatorios.
16. Selecciona el botón <i>“Generar Receta”</i>	17. Muestra mensaje de éxito: <i>“Receta registrada exitosamente”</i>	18. Muestra mensaje de error.
	19. Fin CU	

Tabla 5

Trazo fino del caso de uso “Validar Receta”.

Nombre del CU: Validar Receta Actores: Farmacéutica/o Tipo: Primario Descripción: La/el farmacéutica/o ya ha iniciado sesión, puede ver la información de la receta transferida por el paciente Propósito: Validar la cobertura que ofrece una obra social. Precondición: El usuario se encuentra registrado y ha iniciado sesión.		
Acciones del Actor	Respuestas del Sistema	Alternativas
1. Selecciona la receta y presiona el botón “Validar con Obra Social”	2. Muestra en pantalla la información del medicamento con los datos económicos correspondientes: <ul style="list-style-type: none"> - Medicamento - Presentación - Laboratorio - Precio Unitario - Precio Total - Cobertura Obra Social - Descuento - Precio Final (a pagar) 	3. Selecciona la “X” en la esquina de la ventana. Fin CU.
4. Fin CU.		

5.2.4. Historias de Usuario

HU01 - Como usuario, quiero poder seleccionar mi rol y completar el formulario con mis credenciales (DNI y contraseña) para tener acceso a mi cuenta en el sistema.

Criterios de Aceptación:

- El sistema debe mostrar opciones de rol.
- El usuario debe estar previamente registrado.
- El usuario debe ingresar su DNI y contraseña.
- El sistema debe autenticar las credenciales y permitir el acceso.

HU02 - Como paciente, quiero registrar una nueva cuenta completando un formulario con mis datos personales para poder utilizar el sistema.

Criterios de Aceptación:

- El sistema debe mostrar un formulario específico para pacientes.
- El usuario debe completar todos los campos requeridos.
- El sistema debe validar y almacenar los datos para crear la cuenta.

HU03 - Como médica/o, quiero registrar una nueva cuenta completando un formulario con mis datos personales para poder emitir recetas electrónicas.

- El sistema debe mostrar un formulario específico para médicas/os.
- El usuario debe completar todos los campos requeridos.
- El sistema debe validar la matrícula médica
- El sistema debe validar y almacenar los datos para crear la cuenta.

HU04 - Como farmacia, quiero registrar una nueva cuenta completando un formulario con los datos de la empresa para poder gestionar los farmacéuticos de la empresa.

Criterios de Aceptación:

- El sistema debe mostrar un formulario específico para farmacias.
- El usuario debe completar todos los campos requeridos.
- El sistema debe validar y almacenar los datos para crear la cuenta.
- El sistema debe mostrar un código de verificación para que se puedan registrar a futuro los farmacéuticos.

HU05 - Como farmacéutica/o, quiero registrar una nueva cuenta completando un formulario con mis datos personales para poder dispensar los medicamentos prescritos en las recetas.

Criterios de Aceptación:

- El sistema debe mostrar un formulario específico para farmacéuticas/os.
- La farmacia debe estar previamente registrada.
- El usuario debe completar todos los campos requeridos.
- El sistema debe validar el código de verificación asociado a la farmacia que pertenece.
- El sistema debe validar y almacenar los datos para crear la cuenta.

HU06 - Como Obra social, quiero registrar una nueva cuenta completando un formulario con los datos de la institución para poder validar recetas electrónicas.

Criterios de Aceptación:

- El sistema debe mostrar un formulario específico para la Obra social.

- El usuario debe completar todos los campos requeridos.
- El sistema debe validar y almacenar los datos para crear la cuenta.

HU07 - Como usuario, quiero que el sistema valide las credenciales de ingreso para asegurar que solo las personas autorizadas puedan acceder a las cuentas correspondientes.

Criterios de Aceptación:

- El sistema debe verificar que el DNI y la contraseña coincidan con los registros almacenados.
- El sistema debe dar acceso al menú de inicio del usuario después de ingresar las credenciales correctamente.
- El sistema debe mostrar un mensaje de error después de ingresar las credenciales incorrectamente.

HU08 - Como usuario, quiero poder recordar mi contraseña para recuperar el acceso a mi cuenta en caso de ser necesario.

Criterios de Aceptación:

- El sistema debe mostrar la opción de “Recordar contraseña” en pantalla.
- El sistema debe enviar un enlace o código al mail registrado para restablecer la contraseña.

HU09 - Como médica/o, quiero emitir una receta electrónica completando un formulario con los datos del paciente y los medicamentos prescritos para que la/el paciente tenga una prescripción formal.

Criterios de Aceptación:

- El sistema debe mostrar la información del paciente asociada al DNI.
- El sistema debe permitir la búsqueda de medicamentos disponibles en el Vademécum.
- El sistema debe permitir ingresar las cantidades correspondientes a cada medicamento, ingresar diagnóstico y las observaciones.
- El sistema debe permitir generar la receta una vez los datos son completados

HU10 - Como farmacéutica/o, quiero consultar y validar la cobertura asociada a una receta electrónica, para conocer el porcentaje de cobertura que aplica la obra social sobre los medicamentos prescritos antes de efectuar la dispensa.

Criterios de Aceptación:

- El sistema debe mostrar un formulario específico para validar la obra social seleccionada.
- El sistema debe mostrar el porcentaje de cobertura para cada medicamento.

HU11 - Como paciente, quiero acceder a las recetas para poder gestionar el uso de las mismas.

Criterios de Aceptación:

- El sistema debe mostrar una lista de recetas con el estado en el que se encuentra cada una (dispensada, válida, expirada, pendiente).
- El paciente debe poder seleccionar cada receta para ver los detalles.
- El paciente debe poder transferir las recetas con el estado "válida".
- El paciente debe poder filtrar las recetas por: especialidad, estado, fecha de emisión (ascendente/descendente).

HU12 - Como farmacéutica/o, quiero acceder a las recetas transferidas por el paciente para dispensar los medicamentos.

Criterios de Aceptación:

- La/el farmacéutica/o debe poder seleccionar y ver los detalles de cada receta.
- La/el farmacéutica/o debe poder buscar medicamentos escritos en la receta.
- El sistema debe mostrar las coincidencias de medicamentos disponibles según receta.
- El sistema debe permitir validar la receta con la obra social del paciente.
- El sistema debe mostrar el porcentaje de cobertura a aplicar sobre la receta.

HU13 - Como médica/o, quiero visualizar un historial de todas las recetas emitidas para llevar un control de las prescripciones realizadas para cada paciente.

Criterios de Aceptación:

- El sistema debe almacenar todas las recetas emitidas.
- El médico debe poder visualizar el historial de prescripciones para cada paciente.
- El médico debe poder filtrar las recetas por: DNI o nombre del paciente y fecha de emisión (ascendente/descendente)

HU14 - Como obra social, quiero consultar el historial de recetas de todos los pacientes afiliados para verificar las autorizaciones y rechazos hasta la fecha.

Criterios de Aceptación:

- El sistema debe mostrar todas las recetas que solicitaron validación.
- La obra social debe poder visualizar el detalle de cada receta seleccionada.

- El sistema debe permitir filtrar las recetas por: DNI o nombre del paciente y fecha de emisión (ascendente/descendente)

5.3. Diseño del sistema

5.3.1. Pantallas

Inicialmente, se trabajó con prototipos en Figma, que sirvieron como guía de diseño de interfaz. Posteriormente, estas pantallas fueron implementadas en el sistema real, conservando la lógica funcional y propuesta estética. A continuación se muestra la evolución de algunas funcionalidades y casos de uso.

Figura 39.

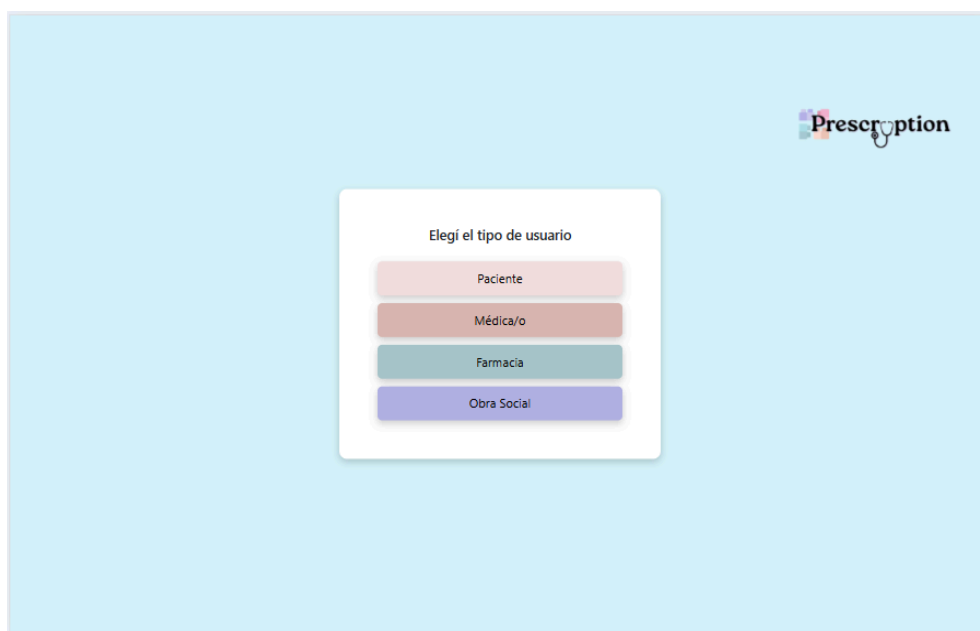
Diseño realizado en Figma de la pantalla de inicio donde la persona elige el tipo de usuario.



Nota. Captura de la aplicación Prescription en funcionamiento (2025).

Figura 40.

Pantalla de inicio implementada en el sistema, donde la persona usuaria selecciona su rol.



Nota. Captura de la aplicación Prescription en funcionamiento (2025).

Figura 41.

Diseño realizado en Figma de la interfaz de emisión de una receta con los campos a completar para el usuario Médico.

Nota. Captura de la aplicación Prescription en funcionamiento (2025).

Figura 42.

Implementación real de la interfaz de emisión de recetas en el sistema Prescription.

← Volver

Prescription

DNI del paciente
DNI (sin puntos)

Nombre(s)

Apellido(s)

Número de Afiliado

Obra Social

Plan de Obra Social

Medicamento 1
Buscar Medicamento
Cantidad

Medicamento 2
Buscar Medicamento
Cantidad

Diagnóstico
Ingresar diagnóstico

Observaciones
Ingresar observaciones (opcional)

Generar Receta

Nota. En la implementación final se incorporó la funcionalidad de búsqueda de medicamentos dentro del vademécum y la posibilidad de autocompletar datos del paciente mediante DNI, que no estaban contempladas en el prototipo inicial de Figma. Captura de la aplicación Prescription en funcionamiento desde el usuario médico (2025).

Figura 43.

Diseño realizado en Figma de la visualización de recetas desde el usuario farmacéutico.

← Volver

Prescription

Prescription

Nombre(s) y Apellido(s) del Paciente
Pedro Pascal
DNI
12345678
Número de Afiliado
111222333
Obra Social
OSDE
Plan Obra Social
ABC1

Rp:
SESAREN XR - venlafaxina - 225mg caps. x 30
1 (uno)
VIGICER - modafinilo - 200 mg comp. x 30
2 (dos)
Diagnóstico:
Migraña

Médico: Julia Blunt
MP: 1234E
Médica - Gastroenteróloga

Fecha de Emisión: 13/04/2024
Fecha de Vencimiento: 13/05/2024
Córdoba - Argentina

Generar Factura

Validar Receta

Nota. En esta versión era necesario ingresar a cada receta para poder validarla o facturarla.

Figura 44.

Implementación real de la vista de recetas asignadas en el dashboard para el usuario farmacéutico.

The screenshot shows a web dashboard for a pharmacist user named Daniel. At the top, there is a greeting '¡Hola, Daniel!' and two buttons: 'Ver Perfil' and 'Cerrar Sesión'. The main section is titled 'Recetas Asignadas'. Below the title, there are four filters: 'Buscar:' with a text input 'Ingrese NID del paciente'; 'Filtrar por Estado:' with a dropdown menu set to 'Todos'; 'Buscar por:' with a dropdown menu set to 'NID del Paciente'; and 'Ordenar por Fecha de Emisión:' with a dropdown menu set to 'Ascendente'. A card displays details for a patient: 'Paciente: Maria Doe', 'DNI: 23456789', 'Obra Social: SWISS MEDICAL', and 'Fecha de Emisión: 11/8/2025'. Below this, the medication is listed as 'Medicamento: AMOXICILINA SANT GALL FRIBURG + 250 mg susp.ext.x 90 ml + Sant Gall', with a quantity of 'Cantidad: 1', a diagnosis of 'Diagnóstico: fiebre', a status of 'Estado: Válida', and an expiration date of 'Fecha de Expiración: 10/9/2025'. At the bottom of the card, there is a purple button 'Buscar medicamentos' and four other buttons: 'Consultar precios', 'Descargar receta', 'Descargar comprobante', and 'Devolver al paciente'.

Nota. La mejora principal consistió en simplificar la interacción: en lugar de acceder a cada receta para operar sobre ella, el usuario ahora puede hacerlo desde el panel general, con más opciones disponibles. Captura de la aplicación Prescription en funcionamiento desde el usuario médico (2025).

Figura 45.

Diseño realizado en Figma de la pantalla de validación de recetas desde el perfil del usuario farmacéutico.

← [Volver](#) PresCryption

Validador OSDE

Número de Afiliado

Plan

Diagnóstico

Medicamento 1

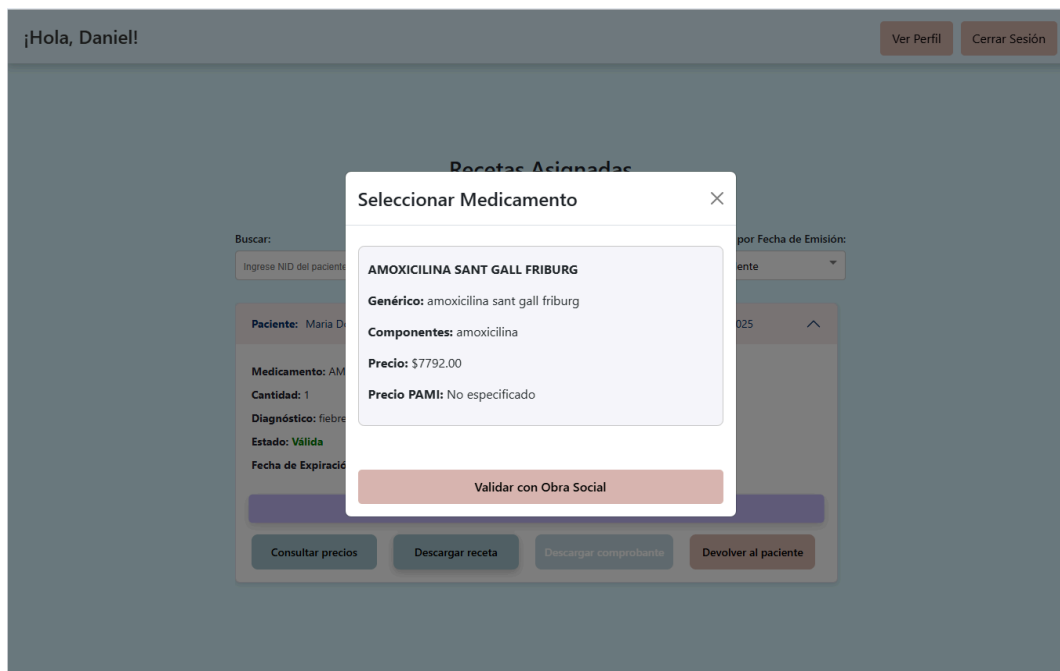
Medicamento 2

[Validar Cobertura](#)

Nota. En esta versión inicial era necesario ingresar manualmente los datos de la obra social para obtener la información sobre la cobertura correspondiente.

Figura 46.

Implementación real de la vista de la validación de una receta desde el perfil de un farmacéutico.



Nota. A diferencia del prototipo inicial en Figma (Figura 45), en la implementación final la validación de la receta se simplificó para el usuario farmacéutico. Ya no es necesario cargar manualmente los datos de la obra social, sino que el sistema permite seleccionar el medicamento directamente desde el dashboard y consultar automáticamente la cobertura de la obra social, mostrando la información relevante (genérico, componentes, precio y cobertura).

5.3.2. Arquitectura del sistema

El sistema de Prescription tiene una arquitectura híbrida y distribuida basada en microservicios y contratos inteligentes. Está compuesto por distintos módulos que funcionan como servicios independientes pero coordinados. Esto incluye:

- Backend principal en Node.js, que maneja la lógica de negocio, autenticación, registro de usuarios y emisión de recetas.
- Microservicios en Python para la conexión con validadores externos (por ejemplo, consultas al Colegio Médico de Córdoba con Puppeteer).

Los actores principales del sistema son médicos, pacientes, farmacias y obras sociales que interactúan a través de una aplicación web.

El sistema está adherido a una red blockchain, donde se registran todas las transacciones relacionadas con las recetas médicas. El contrato inteligente está desplegado en una red EVM (actualmente en testnet Sepolia), y actúa como repositorio de datos inmutable y punto de trazabilidad. El backend interactúa con la blockchain mediante servicios que encapsulan la lógica de lectura y escritura (por ejemplo, blockchainService), lo que permite desacoplar la lógica de aplicación del contrato.

Esto responde a un patrón de arquitectura conocido como Web3 híbrida, donde parte del estado del sistema (las recetas) vive en blockchain, pero la lógica compleja, validaciones, y controles de acceso residen en servidores centralizados.

Por ejemplo, cuando un médico emite una receta, se crea una transacción en la blockchain que incluye la información relevante. Cada transacción en la blockchain es inmutable y verificable, esto significa que una vez que la receta se registra, no puede ser alterada sin dejar un rastro, ya que tendrá un hash para representar de manera única la receta en la blockchain.

De forma similar, cuando una farmacia valida una receta y le entrega el medicamento al paciente, se crea una nueva transacción que actualiza el estado de la receta (por ejemplo, de "disponible" a "dispensada").

Lo que hace la blockchain es mantener un registro completo de todos los cambios de estado de la receta, permitiendo una trazabilidad completa de cada acción realizada sobre ella, proporcionando una evidencia pública e inmutable del estado de la receta en cada momento desde que es creada hasta que los medicamentos prescritos en ella son entregadas al destinatario final.

Para interactuar con las Obras Sociales y farmacias, el sistema emplea APIs que facilitan la comunicación y validación de los datos de afiliados y medicamentos, asegurando que cada receta se valide conforme al plan de salud correspondiente.

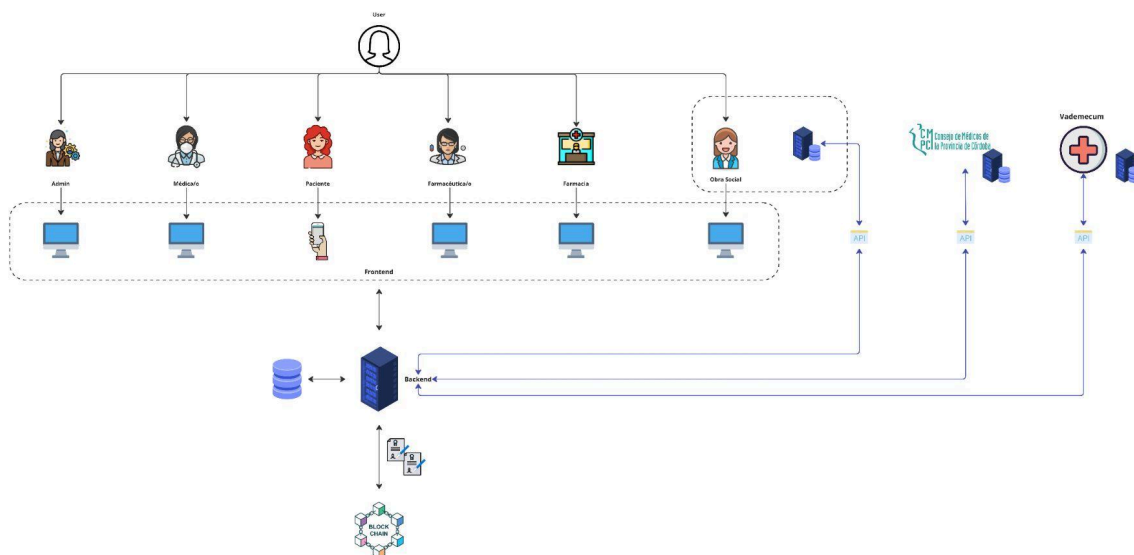
Para proteger la información sensible de los pacientes, el sistema incorpora diversas medidas de seguridad, como la encriptación de datos y un control de acceso basado en roles, cumpliendo así con las normativas argentinas de privacidad y seguridad de los datos de salud.

Los diferentes actores (pacientes, médicos, farmacias, obras sociales) se autentican mediante JSON Web Tokens (JWT). Esto permite mantener una arquitectura stateless en el backend y controlar el acceso a los recursos protegidos mediante middleware.

En la arquitectura actual, se utilizan mockups de APIs que permiten simular la interacción con las obras sociales, facilitando la realización de pruebas del flujo de trabajo y la validación de recetas sin necesidad de conectarse a sistemas reales. No obstante, la arquitectura está diseñada para soportar la integración con los sistemas reales de las obras sociales en una fase futura. Una vez que el sistema se implemente en un entorno de producción, estas simulaciones serán reemplazadas por conexiones reales a las APIs de las obras sociales, garantizando la validación y procesamiento correcto de las recetas en tiempo real.

Figura 47.

Diagrama de la arquitectura del sistema, donde se visualizan los principales actores interactuando con la aplicación web.



5.3.3. Patrones de diseño

El desarrollo del sistema Prescription es guiado por principios de arquitectura de software modular y reutilizable, empleando diversos patrones de diseño que permiten mantener la cohesión lógica, escalabilidad y facilidad de mantenimiento del proyecto. A continuación, se detallan los principales patrones aplicados en los distintos componentes del sistema:

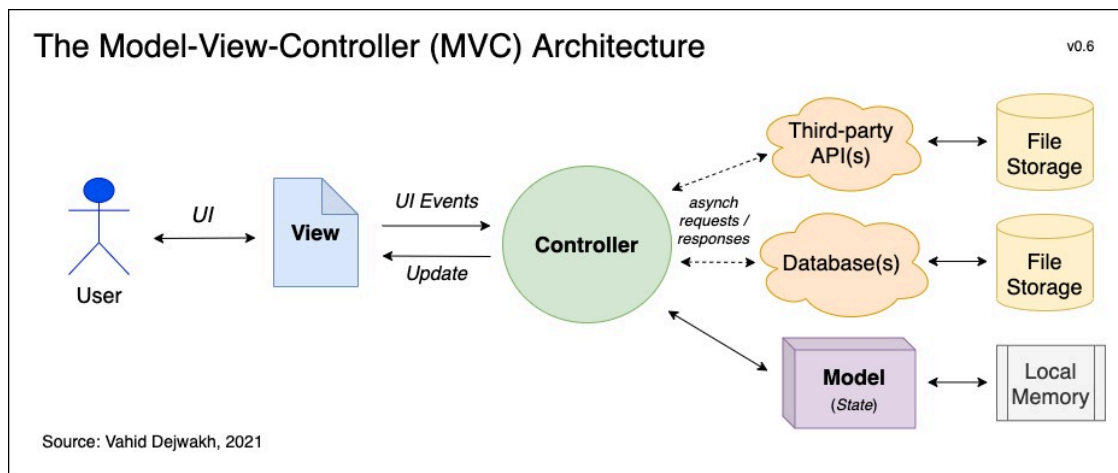
5.3.3.1. Patrón MVC (Model-View-Controller)

Este patrón se utiliza tanto en el backend desarrollado con Node.js como en el frontend implementado en React. Favorece la separación de responsabilidades y facilita la prueba e implementación de nuevos cambios. El patrón MVC permite dividir la aplicación en tres capas (véase Figura 47):

- Modelo (Model): representa las entidades del sistema como usuarios, recetas, farmacias y obras sociales. Encapsula la lógica de datos y las estructuras utilizadas para almacenar información.
- Vista (View): corresponde a la interfaz gráfica visible para el usuario. Desarrollado en React, se implementa mediante componentes reutilizables.
- Controlador (Controller): gestiona la lógica de interacción, las validaciones y las conexiones con los contratos inteligentes en la blockchain.

Figura 48.

Representación esquemática del patrón de diseño MVC.



Nota. Captura de Pantalla. [Medium](#).

5.3.3.2. Patrón Repositorio (Repository)

El patrón Repository se implementa en el sistema Prescription como una capa de abstracción entre la lógica de negocio del backend y la base de datos interna. Su función principal es desacoplar el acceso a los datos persistidos del resto del sistema, permitiendo así que los servicios y controladores interactúen con objetos del dominio sin preocuparse por los detalles técnicos del almacenamiento (consultas, índices, o formato específico de los datos).

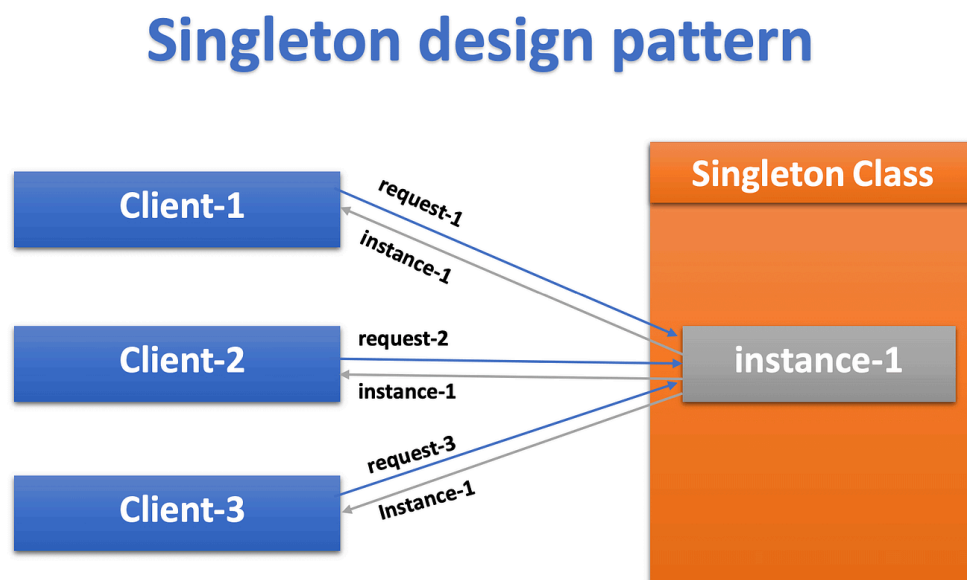
A diferencia de la información crítica registrada en la blockchain (como la dirección del paciente, la del médico, el hash de la receta, etc.), muchos otros datos necesarios para el funcionamiento del sistema no se almacenan en la cadena debido a motivos de costo, eficiencia y privacidad. Por ejemplo, datos personales como el nombre completo, DNI, email, matrícula profesional o historial de actividad no deben ser públicos ni inmutables, y por lo tanto se almacenan en una base de datos interna (como MongoDB).

5.3.3.3. Patrón Singleton

Para garantizar la eficiencia de recursos y evitar múltiples conexiones simultáneas, se utiliza el patrón Singleton en la gestión de conexiones a la blockchain (Web3) y a la base de datos. De esta forma, se asegura que exista una única instancia activa durante la ejecución del sistema, optimizando el uso de memoria y evitando redundancias.

Figura 49.

Representación gráfica del patrón de diseño Singleton.



Nota. Captura de pantalla. [Unveiling the singleton design pattern](#)

5.3.3.4. Patrón Strategy

El sistema admite múltiples tipos de usuarios: médicos, pacientes, farmacias y obras sociales. Cada uno posee una lógica de validación y autorización diferente. El patrón Strategy permite encapsular estas variantes en estrategias independientes que se pueden intercambiar dinámicamente según el tipo de usuario autenticado. Esto facilita la extensión del sistema ante la incorporación de nuevos roles.

5.3.3.5. Patrón Proxy / Decorator (Middleware)

En el backend, se emplea un middleware que actúa como Proxy para la autenticación y control de acceso. A través de tokens JWT, se interceptan las solicitudes entrantes y se valida que el usuario posea los permisos necesarios para acceder a cada recurso. Esto permite añadir funcionalidades de seguridad de forma desacoplada de la lógica principal de cada endpoint.

5.3.3.6. Patrón Chain of Responsibility (Cadena de Responsabilidad)

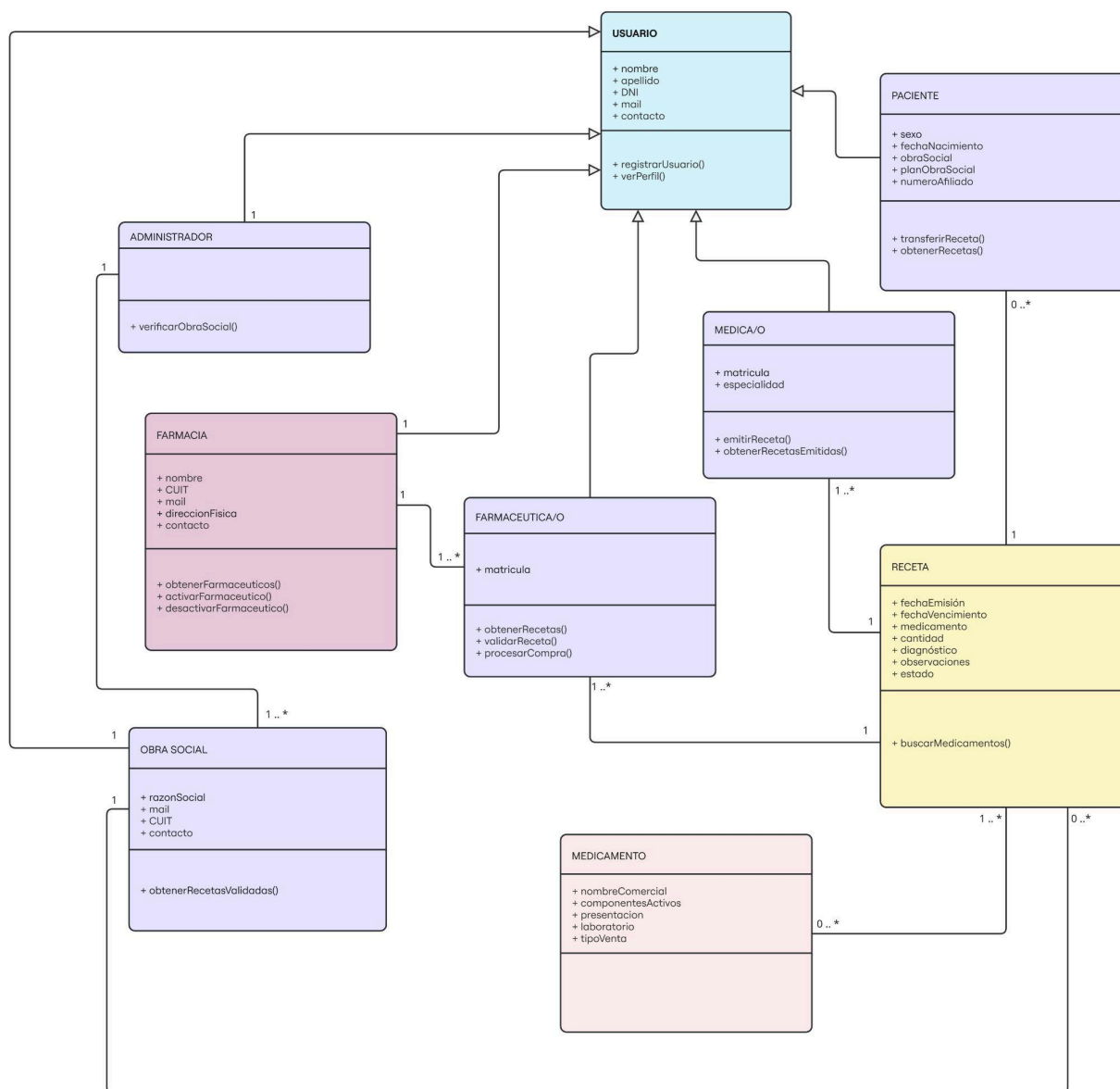
La lógica del flujo de receta sigue una secuencia estricta: emisión por el médico, aceptación por parte del paciente, validación en farmacia y auditoría por obra social. Este flujo se implementa mediante el patrón Cadena de Responsabilidad, donde cada etapa del proceso actúa como un “handler” que puede aprobar, modificar o pasar la receta al siguiente eslabón. Esto otorga flexibilidad y claridad en los procesos de auditoría y trazabilidad.

5.3.4. Modelo de datos

5.3.4.1. Diagrama de Clases

Figura 50.

Diagrama de clases del sistema Prescription.



- Relaciones de Herencia

Usuario: Paciente, Médico, Farmacéutico, Farmacia, Administrador y Obra Social

Tipo: Generalización (Herencia).

Descripción: Son tipos de Usuario y heredan sus atributos y métodos comunes.

- *Relaciones de Asociación*

Tabla 6

Relaciones de asociación en el Diagrama de Clases.

Origen	Relación	Destino	Multiplicidad	Descripción
Obra Social	audita	Receta	1 → 0..*	Una obra social puede auditar cero o muchas recetas.
Administrador	verifica	Obra Social	1 → 1..*	Un administrador verifica a una o muchas obras sociales.
Farmacia	tiene	Farmacéutico	1 → 1..*	Una farmacia tiene uno o muchos farmacéuticos.
Farmacéutico	valida	Receta	0..* → 1	Una farmacia puede validar cero o muchas recetas y receta es validada por un solo farmacéutico.
Médico	emite	Receta	1..* → 1	Un médico puede emitir cero o muchas recetas, y una receta es emitida por un médico.
Paciente	tiene	Receta	0..* → 1	Un paciente tiene cero o muchas recetas, y una receta pertenece a un solo paciente.
Farmacéutico	procesa	Receta	0..* → 1	Un farmacéutico procesa cero o muchas recetas, y una receta es procesada por un solo farmacéutico.
Receta	contiene	Medicamento	1..* → 0..*	Una receta contiene uno o muchos medicamentos, y un medicamento puede estar en cero o muchas recetas.

6. Implementación de la solución

6.1. Flujo General de una Receta

El flujo completo se compone de las siguientes etapas:

1. Registro y Autenticación

- Los distintos actores (pacientes, médicos, farmacias, usuarios de farmacia, obras sociales y administradores) se registran en la plataforma.
- Cada registro valida la identidad y datos clave del usuario:
 - Médicos y farmacéuticos: validación de matrícula profesional (en Córdoba contra el Colegio Médico, o mediante un servicio mock).
 - Pacientes: validación de afiliación a obra social mediante un microservicio de seguros.
 - Obras sociales: requieren aprobación por parte de un administrador.
- Cada entidad recibe una dirección blockchain única generada automáticamente. Las claves privadas asociadas se almacenan encriptadas y la cuenta se fondea automáticamente con gas para operar en la red.
- Una vez registrados, los usuarios se autentican con credenciales y reciben un token JWT válido por 1 hora.

2. Emisión de Receta (Doctor)

- El médico busca medicamentos en el Vademécum oficial del Ministerio de Salud a través del scraper integrado.
- Se ingresan los datos obligatorios: paciente, diagnóstico, cobertura, afiliado y uno o dos medicamentos seleccionados.

- La receta se firma con la clave privada del médico (descifrada al momento de uso) y se registra en la blockchain mediante el contrato inteligente PrescriptionContract.

3. Asignación a Farmacia (Paciente)

- El paciente visualiza sus recetas en su perfil (recuperadas desde blockchain por su dirección).
- Selecciona una farmacia habilitada.
- El sistema actualiza la receta en blockchain para asociarla a la dirección de esa farmacia.

4. Validación de Receta (Farmacia)

- El usuario de farmacia consulta las recetas asignadas a su establecimiento.
- Con el scraper obtiene las opciones de medicamentos disponibles en el mercado, filtrando por marca, presentación y laboratorio.
- Se consulta en tiempo real a la obra social el porcentaje de cobertura aplicable.
- Si la receta cumple los requisitos, se marca como validada en blockchain, quedando bloqueada temporalmente.

5. Compra y Facturación

- El farmacéutico procesa la compra y marca la receta como usada en blockchain.
- Se genera un número de factura único, que se concatena con el NID del farmacéutico para asegurar trazabilidad.

- Se envía la información al microservicio de facturación (invoiceService), que devuelve una factura electrónica.
- Se almacenan en MongoDB los datos de validación y la factura asociada.

6. Auditoría (Obras Sociales y Administradores)

- Las obras sociales pueden consultar exclusivamente las recetas usadas correspondientes a sus afiliados, enriquecidas con información del médico emisor.
- Los administradores pueden aprobar o rechazar registros de entidades y supervisar el sistema en general.

6.2. Componentes

El frontend del sistema se desarrolló en React, organizando la lógica con un enfoque basado en componentes y vistas específicas para cada tipo de usuario, de modo que cada parte de la interfaz (formularios, paneles, buscador de medicamentos, factura, etc.) se implementa como una unidad independiente, fácil de mantener y reutilizar.

La comunicación con el backend se realiza a través de la librería Axios, configurada en un módulo centralizado que añade automáticamente el token JWT en cada petición. Esto asegura la autenticación, la autorización por rol y la consistencia en el intercambio de datos.

Estos son algunos de los componentes principales del sistema:

Login.js

- Maneja la autenticación de los distintos roles.
- Envía credenciales al backend y almacena el token JWT.

Register.js

- Permite el registro de pacientes, médicos, farmacias, farmaceuticos y obras sociales.
- Valida campos y gestiona la integración con las APIs de verificación de datos.

Dashboard.js

- Centraliza la vista principal de cada rol tras la autenticación.
- Muestra accesos a las funcionalidades específicas según el tipo de usuario.

Doctor.js

- Permite al médico emitir recetas y consultar su historial.

Patient.js

- Muestra al paciente sus recetas activas.
- Habilita la transferencia de recetas a farmacias seleccionadas.

PharmacyUser.js

- Permite al farmacéutico consultar las recetas enviadas por el paciente.
- Valida cobertura de medicamentos.
- Dispensa la receta y genera factura PDF.

Insurance.js

- Brinda a las obras sociales acceso a consultas de recetas que fueron validadas por ellos.

MedicationSearcher.js

- Implementa un buscador de medicamentos con autocompletado.

- Permite seleccionar presentaciones específicas.

Prescription.js

- Renderiza el detalle de una receta médica.

PrescriptionPDF.js

- Genera la receta en formato PDF descargable.

PrintableInvoice.js

- Construye la información auditable en cuadrantes y habilita la descarga como PDF.

Perfil.js

- Muestra los datos del perfil de cada usuario según su rol.

6.3. Controladores (Capa API REST)

Estos son los Controladores (Controllers) que orquestan la lógica de negocio:

authController.js

Maneja login de todos los roles. Genera tokens JWT con claims diferenciados y valida estados como isActive en usuarios de farmacia.

passwordController.js

Implementa recuperación de contraseñas:

- Genera tokens JWT temporales.
- Envía emails con enlace seguro usando nodemailer.
- Rehashea contraseñas al resetear.

adminController.js

- Login de administradores.
- Obtención de obras sociales pendientes.
- Verificación de registros de obras sociales.

doctorController.js

- Registro de médicos con validación de matrícula real o mock.
- Generación de cuenta blockchain con clave privada encriptada y fondeo automático.
- Consulta de pacientes y recetas emitidas.
- Acceso a perfil propio.

patientController.js

- Registro con validación de afiliación en obra social (o modo particular).
- Creación de cuenta blockchain.
- Visualización de recetas por dirección blockchain.
- Envío de recetas a farmacias.
- Listado de farmacias disponibles.

pharmacyController.js

- Registro de farmacias (con código de verificación único) y usuarios de farmacia.
- Validación de matrículas farmacéuticas en servicio mock.
- Activación y desactivación de usuarios.
- Consulta de recetas asignadas.

- Validación de recetas con verificación de cobertura.
- Procesamiento de compras y generación de facturas electrónicas.
- Cancelación de validaciones.
- Gestión de perfiles y usuarios asociados.

insuranceController.js

- Registro y login de obras sociales (requieren verificación del administrador).
- Consulta de recetas usadas filtradas por cobertura.
- Visualización de perfil institucional.

prescriptionController.js

- Búsqueda de medicamentos en el vademécum.
- Emisión de recetas con validación de datos obligatorios (presentación salvo venta libre).
- Consulta global de recetas en blockchain.

6.4. Servicios (Services)

Los Services más relevantes, que encapsulan la lógica que interactúa con blockchain y APIs externas, son los siguientes:

blockchainService.js

Conecta con el contrato inteligente PrescriptionContract:

- Emisión, consulta y actualización de recetas.
- Validación y cancelación en blockchain.
- Marcado de recetas como usadas con número de factura.

- Conversión segura de BigInt, formateo de fechas y manejo de revert reasons.
- Uso de fundIfLow() para asegurar fondos en cuentas emisoras.

medicationScraper.js

Se conecta al Vademécum oficial del Ministerio de Salud (cnpm.msal.gov.ar) para obtener datos de medicamentos:

- Nombre comercial, genérico, componentes activos.
- Presentación, laboratorio, vía, tipo de venta.
- Precios y descuentos PAMI.
- Se utiliza tanto en emisión como en validación de recetas.

invoiceService.js

Se encarga de la facturación electrónica:

- Recibe datos de receta y medicamentos validados.
- Calcula total bruto, cobertura y precio final.
- Envía los datos al microservicio de invoices.
- Devuelve la factura generada.

6.5. Middleware

authMiddleware.js

Middleware central para la seguridad:

- Verifica validez del JWT en cada request.
- Inserta datos del usuario en req.user.
- Restringe el acceso a roles específicos cuando se indica.

- Controla respuestas 401 (token inválido) y 403 (acceso denegado)

6.6. Utilitarios (Utils)

encryption.js

- Cifrado y descifrado de claves privadas usando AES-256-CBC con IV aleatorio.
- Protege las credenciales blockchain de médicos y farmacias en la base de datos.

fundAccount.js

- fundNewAccount(): fondea cuentas nuevas con 0.01 ETH.
- fundIfLow(): verifica saldo y recarga automáticamente si está por debajo del umbral.
- Mantiene autonomía de cuentas para firmar transacciones.

pharmacySigner.js

- Recupera clave privada encriptada de la farmacia.
- La descifra y la convierte en signer válido de Web3.
- Permite que farmacias firmen operaciones críticas (validación, uso de recetas).

6.7. Microservicios Mock y Futuro de Integración con Servicios Reales

Durante la etapa de desarrollo y pruebas del sistema Prescription, se implementó una serie de microservicios simulados (mock APIs) que reproducen el comportamiento esperado de servicios externos reales. Estos servicios permiten validar la lógica de negocio, probar la interoperabilidad y garantizar que los controladores y el blockchain interactúen correctamente sin depender aún de integraciones productivas.

6.7.1. Microservicios Implementados

verify_license.py

- Función: Validar matrículas profesionales de médicos y farmacéuticos.
- Lógica:
 - Lee un archivo JSON local (professionals_data.json) con DNIs y matrículas válidas.
 - Requiere autenticación por token.
 - Devuelve valid: true/false según coincidencia entre NID, matrícula y tipo de usuario.
- Uso en el sistema:
 - Utilizado por doctorController y pharmacyController en el registro.
 - Permite simular validaciones contra colegios profesionales.

verify_insurance.py

- Función: Validar la afiliación de pacientes en obras sociales.
- Lógica:
 - Implementa una base de datos simulada con afiliados ficticios.
 - Endpoint /get_affiliation recibe nid y insurance_name.
 - Devuelve número de afiliado y plan si la combinación existe.
- Uso en el sistema:
 - Invocado por patientController durante el registro.

- Permite asignar automáticamente número de afiliado y plan de cobertura.

verify_prescription.py

- Función: Calcular la cobertura de medicamentos según normativa y plan de obra social.

- Lógica:

Considera tres fuentes de cobertura:

- PMO (Programa Médico Obligatorio): medicamentos con cobertura 100%.
- Resolución 27/2022: cobertura del 70% para una lista definida de drogas.
- Planes específicos de obras sociales: porcentajes variables (40–60%).

Si el medicamento no está en ninguna categoría, retorna cobertura 0.

- Uso en el sistema:
 - Invocado por pharmacyController en el proceso de validación de recetas.
 - Permite calcular en tiempo real el precio final al paciente.

invoice_service.py

- Función: Generar facturas electrónicas simuladas.
- Lógica:
 - Endpoint /api/invoice/generate recibe datos de farmacia, paciente, médico, medicamentos y total.
- Uso en el sistema:
 - Integrado en pharmacyController en el método processPurchase.
 - Genera una factura única que se adjunta a la receta usada en blockchain.

6.7.2. Rol de los Microservicios Mock

El uso de estos microservicios permite:

- Desacoplar el desarrollo de Prescription de dependencias externas.
- Simular condiciones reales con datos ficticios pero estructurados.
- Probar escenarios de cobertura, validaciones y facturación sin exponer información sensible.
- Facilitar tests de integración y end-to-end en entorno controlado.

6.7.3. Migración a Servicios Reales

En un futuro, los endpoints de los microservicios podrán ser reemplazados por servicios oficiales:

- verify_license: Integración con bases de datos de colegios médicos y farmacéuticos.
- verify_insurance: Conexión con las APIs de obras sociales y prepagas para validar afiliaciones en tiempo real.
- verify_prescription: Integración con ANMAT, Ministerio de Salud y los planes específicos de cada obra social.
- invoice_service: Conexión directa con AFIP para facturación electrónica válida.

La arquitectura de Prescription está preparada para pasar de un entorno de pruebas con mocks controlados a un entorno de producción con servicios oficiales, sin necesidad de modificar la lógica central de los controladores ni de la blockchain.

La información completa de los endpoints se encuentra detallada en el Anexo A.

7. Pruebas

La verificación del sistema Prescription se llevó a cabo mediante un conjunto de pruebas automatizadas desarrolladas en entorno controlado, con el objetivo de evaluar la integridad de la lógica de negocio, garantizar la robustez funcional, la seguridad de datos sensibles y la trazabilidad de las operaciones críticas.

7.1. Plan de Pruebas

El plan contempla los siguientes niveles:

1. Pruebas unitarias

- Validan el correcto funcionamiento de piezas críticas como el cifrado AES de claves privadas, el scraper de medicamentos y las funciones de fondeo automático de cuentas blockchain.

2. Pruebas de integración

- Validan la interacción entre la base de datos MongoDB, la blockchain local (Ganache) y los controladores.
- Casos implementados:
 - `patientService.test.js`: comprueba el registro correcto de pacientes.
 - `pharmacyService.test.js`: valida el alta de farmacias y la encriptación de su clave privada.
 - `prescriptionService.test.js`: ejecuta el ciclo completo de emisión, asignación y validación de una receta en blockchain.

3. Pruebas end-to-end (E2E)

- Caso implementado: `prescription.e2e.test.js`

- Flujo validado:
 1. Emisión de receta por un médico (on-chain).
 2. Asignación de farmacia.
 3. Validación de receta por la farmacia.
 4. Consulta de recetas por el médico vía API REST.
- Se utilizan mocks para servicios externos como el faucet y el middleware.

7.2. Infraestructura de Testing

Para asegurar aislamiento y reproducibilidad, se utilizan las siguientes herramientas y configuraciones:

- MongoDB In-Memory (mongodb-memory-server): Permite ejecutar las pruebas sobre una base de datos temporal en memoria, evitando la contaminación de datos de producción o desarrollo.
- Ganache / Blockchain local: Se inicializa un entorno blockchain dedicado a pruebas, con un contrato PrescriptionContract desplegado específicamente para cada suite mediante ensureTestContract.js.
- Patch dinámico de contratos: Durante las pruebas, se redirigen las lecturas de contracts_data.json a una versión temporal de test, asegurando que se utilice siempre el contrato desplegado en el entorno de pruebas.
- Mocks en Jest:
 - Faucet (fundAccount.js): evita dependencias de recarga de gas real.
 - authMiddleware: reemplazado por una versión simplificada que acepta JWT válidos y simula roles.

- Test Utils personalizados:
 - `initBlockchainTestEnv.js`. inicializa web3, sistema y contrato.
 - `setupTestDB.js`: levanta y apaga instancias de Mongo in-memory.

7.3. Ejecución de las Pruebas

Las pruebas se ejecutan con Jest mediante el comando: `npm test -- --runInBand`

- La opción `--runInBand` fuerza la ejecución secuencial, importante dado que se manipula una misma blockchain local y base de datos en memoria.
- El tiempo promedio de ejecución es bajo (segundos), debido al uso de mocks y entornos en memoria.

7.4. Resultados y Cobertura

- Pacientes: Se valida la persistencia correcta de sus datos y su dirección blockchain.
- Farmacias: Se comprueba que sus claves privadas son encriptadas correctamente y se asocian con direcciones blockchain válidas.
- Recetas:
 - Emisión y almacenamiento en blockchain.
 - Reasignación de farmacia.
 - Validación por parte de la farmacia.
 - Consulta por médicos vía API.

La elección de priorizar integración y E2E sobre unitarias exhaustivas está justificada por la naturaleza del sistema, altamente acoplada a la blockchain y a contratos inteligentes,

donde el valor de las pruebas radica más en verificar la correcta orquestación de componentes que en aislar funciones puras.

8. Impacto Económico

8.1. Identificación de Costos del Sistema Tradicional

Con el objetivo de realizar un análisis en detalle de los costos más relevantes para el sistema tradicional y el sistema propuesto, se limita el alcance de los costos al actor principal, la Farmacia, que concentra la mayor cantidad de Casos de Uso, y, además, es el actor que participa en los procesos con más cuellos de botella.

8.1.1. Costos para la Farmacia

Se realizó un relevamiento sobre costos de insumos, tiempo y dinero en una farmacia pequeña (2 empleados tiempo completo en la localidad de Devoto, Córdoba). Con la información obtenida, se realizaron cálculos para obtener una aproximación del volumen de recetas diario y mensual para farmacias de distintos tamaños.

Tabla 7

Cálculo de cantidad de recetas por tipo de farmacia.

Cálculo de cantidad de recetas					
Tamaño	Diarias (cantidad de recetas por sucursal)	Población (habitantes)	%	Sucursales	Ubicación
Farmacia pequeña	30*	7.050	0,43%	1	Devoto
Farmacia grande	142	1.500.000		45	Ciudad de Córdoba
Farmacia mediana	86	Promedio		-	Promedio

Nota. La cantidad de recetas diarias para una farmacia pequeña es el dato relevado.

Tabla 8

Cálculo de volumen de validación por tipo de farmacia.

Volumen de validación							
Tamaño	Farmacéuticos validadores	Recetas diarias	Recetas mensuales	Tiempo de validación por receta (min.)	Validación mensual (min.)	Validación mensual (horas)	Validación mensual por empleado (horas)
Farmacia pequeña	2	30	900	5-8 minutos	7.200	120	60
Farmacia mediana	4	85	2.550	5-8 minutos	20.400	340	85
Farmacia grande	7	140	4.200	5-8 minutos	33.600	560	80

El tiempo de validación está conformado por las siguientes actividades:

- Obtención del número de receta (vía mail, dictado oral del paciente, Whatsapp, etc.).
- Búsqueda de la receta en el sistema de la obra social correspondiente.
- Carga de formulario con datos del paciente y medicamento.
- Validación por parte de la obra social.
- Impresión de receta, validación y factura (generalmente por separado).
- Firma del paciente.
- Cortado y pegado de troqueles.

Teniendo en cuenta **únicamente las horas de validación**, y tomando los salarios informados por el Colegio de Farmacéuticos de Córdoba, se obtienen los siguientes costos fijos correspondientes a sueldos:

Tabla 9

Cálculo de salarios por tipo de farmacia.

Salarios				
Tamaño	Horas mensuales	Importe bruto	Farmacéuticos validadores	Importe total
<i>Salario COLFACOR (x hora)</i>	240	\$12.378	1	\$2.970.752
Farmacia pequeña	60	\$742.688	2	\$1.485.376
Farmacia mediana	85	\$1.052.141	4	\$4.208.565
Farmacia grande	80	\$990.251	7	\$6.931.755

8.1.2. Mantenimiento y Soporte

Para estimar los costos asociados a la instalación, mantenimiento y soporte de los sistemas de validación de recetas, es importante considerar que el mercado del software farmacéutico en Argentina es altamente fragmentado. Existen múltiples soluciones disponibles, como GEMA, Farmalink, Mis Validaciones, Preserfar, etc.; y cada obra social opera con uno o varios de estos sistemas. En consecuencia, una misma farmacia puede verse obligada a utilizar más de un sistema en simultáneo, lo cual incrementa los costos de licencias o suscripciones y costos indirectos derivados del entrenamiento del personal, el mantenimiento de múltiples infraestructuras, la gestión de usuarios, y los errores operativos por la falta de estandarización.

Además, muchos de estos sistemas incluyen funcionalidades como control de stock, facturación, reportes contables, y gestión de troqueles, que suelen cobrarse como módulos adicionales. Por tanto, el costo total puede variar significativamente en función de la cantidad de terminales, el nivel de integración requerido y el volumen de operaciones de la farmacia.

La farmacia relevada utiliza el sistema GEMA, cuya suscripción para el volumen de validación de una farmacia pequeña tiene un valor de \$50000 mensuales. A fines de aproximar los costos fijos, se toma este precio como base, y se supone que una farmacia

grande cuenta con al menos dos sistemas pagos, cuyos precios varían según el volumen de recetas:

Tabla 10

Cálculo de costos de mantenimiento y soporte.

Mantenimiento y Soporte			
Tamaño	Recetas mensuales	Cantidad de sistemas	Costo total
Farmacia pequeña	900	1	\$50.000
Farmacia mediana	2.550	1	\$141.667
Farmacia grande	4.200	2	\$466.667

8.1.3. Costos totales aproximados

Tabla 11

Cálculo de costos totales por tipo de farmacia.

Tamaño	Costos totales (mensuales)	Costos totales (anuales)
Farmacia pequeña	\$1.535.376	\$18.424.512
Farmacia mediana	\$4.350.232	\$52.202.784
Farmacia grande	\$7.398.421	\$88.781.056

8.2. Identificación de Costos del Sistema Propuesto

8.2.1. Adopción del Sistema

Para realizar una aproximación de los costos del sistema, es necesario, en primer lugar, estimar el volumen de usuarios y requests, para calcular costos de infraestructura.

Se utilizará una metodología por etapas, utilizando datos públicos.

Recolección de datos base

Tabla 12

Cálculo de cantidad de médicos en Argentina.

Cantidad de médicos en Argentina	
Tasa	3,88 cada mil habitantes
Población	45,19 millones
Total aproximado	175.337

Nota. Elaboración propia a partir de *Ministerio de Salud de la Nación Argentina (2023)*.

Distribución de médicos/as especialistas en Argentina. Datos del año 2020.

Tabla 13

Cálculo de población con acceso a Salud en Argentina.

Población con acceso a Salud en Argentina	
%	60,9
Población	45.892.285
Total	27.948.402
% activo aprox.*	70
Total	19.563.881

Nota. Elaboración propia a partir de *Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) (2023)*. El 60,9% de la población tiene obra social, prepaga o cobertura de PAMI. Datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. *Se estima un porcentaje conservador de la población con acceso a la salud que recibe al menos una receta al año.

Tabla 14

Cálculo de cantidad de farmacias habilitadas en Argentina.

Cantidad de farmacias habilitadas en Argentina	
Establecimientos	13.500
% aprox. que reciben recetas electrónicas*	80
Total	10.800

Nota. Datos del año 2020. *Se estima un porcentaje alto de adopción de recetas electrónicas producto de los decretos de utilización obligatoria puestos en marcha en 2025.

Obras sociales: existen aproximadamente 300 obras sociales, de las cuales 17 cubren al 50% de la población.

Supuestos de Adopción

Tabla 15

Estimación de adopción del sistema por etapa.

Adopción por Etapa								
Escenario	% Médicos		% Pacientes		% Farmacias		% Obras sociales	
Piloto (año 1)	1%	1.753	0,50%	97.819	5%	540	10%	30
Expansión (año 2-3)	10%	17.534	5%	978.194	25%	2.700	50%	150
Escala nacional (año 4+)	50%	87.669	30%	5.869.164	60%	6.480	90%	270

Estimación de volumen de consultas (requests)

Tabla 16

Estimación de volumen de consultas por etapa.

Cantidad de Requests	
CU	Requests por receta
Inicio de sesión	4
Doctor	3
Paciente	3
Farmacia	5
Obra Social	1
Total	16

Tabla 17

Estimación del volumen de consultas por etapa.

Escenario	Cantidad de farmacias	Promedio de recetas diarias por farmacia	Cantidad de recetas diarias	Cantidad de requests diarias	Cantidad de requests mensuales
Piloto (año 1)	540	85	45.900	734.400	22.032.000
Expansión (año 2-3)	2.700		229.500	3.672.000	110.160.000
Escala nacional (año 4+)	6.480		550.800	8.812.800	264.384.000

Estimación de costos de Despliegue

Para los servicios contenedorizados (backend, frontend, microservicios python) se calculan los costos de despliegue con Google Cloud Run para cada etapa.

Tabla 18

Cálculo de cantidad de instancias necesarias.

Cantidad de Instancias necesarias				
$concurrentInstances = (requestsPorSegundo * duraciónPromedioRequestSegundos) / capacidadPorInstancia$				
Escenario	Requests por segundo	Duración promedio (segundos)	Capacidad por instancia (req x seg)	Total instancias
Piloto (año 1)	8,5	3	10	3
Expansión (año 2-3)	42,5	2	10	9
Escala nacional (año 4+)	102	1	10	10

Tabla 19

Requerimientos y costos de despliegue por etapa.

Parámetro	Piloto	Expansión / Escala Nacional	Observaciones
CPU por instancia	1 vCPU	1 vCPU	Full CPU asignado todo el tiempo
Costo mensual CPU	52,03 USD	85,15 USD	Calculado en región <i>southamerica-east1</i> , tráfico 12h activo / 12h idle
Memoria por instancia	512 MiB	512 MiB	Ideal para microservicios pequeños; Puppeteer podría requerir 1 GB
Costo mensual Memoria	2,89 USD	4,73 USD	Directamente proporcional a tiempo activo y cantidad de instancias
Casos de uso	Custom: User-defined	Custom: User-defined	Configuración a medida según necesidad del backend
Región	southamerica-east1 (São Paulo)	southamerica-east1 (São Paulo)	Región más cercana a Argentina y con menor latencia
Tipo de recurso	Service	Service	Servicio Cloud Run

Instancias simultáneas pico	5	10	Define la escalabilidad diaria
Forma de tráfico	Pico diario con bajada	Pico diario con bajada	Tráfico crece por 12h, luego se vuelve idle
Facturación	Instancia completa (full CPU)	Instancia completa (full CPU)	No se cobra por peticiones, sino por tiempo de vida de cada instancia
Descuentos por compromiso	No	No	Se pueden aplicar más adelante si se estima uso constante
Opciones avanzadas	No	No	No se utilizan configuraciones personalizadas adicionales
Cantidad de recursos	1	1	Un único servicio Cloud Run por entorno
Ajuste de tamaño de instancia	No	No	Instancia fija, sin escalado manual
GPUs	No	No	No es necesario, ya que no se procesan cargas gráficas o ML

Tabla 20

Cálculo de costos de despliegue por etapa.

Costos totales Cloud Run				
Escenario	Cantidad de contenedores	Costo por contenedor (USD)	Costo por contenedor (Pesos)	Total Mensual (Pesos)
Piloto (año 1)	6	\$52,03	\$65.558	\$393.347
Expansión (año 2-3)		\$85,15	\$107.289	\$643.734
Escala nacional (año 4+)				

MongoDB se despliega utilizando MongoDB Atlas, cuya suscripción más completa es de 30 dólares al mes (\$37.800).

Tabla 21

Costos totales de despliegue por etapa.

Costos totales Despliegue	
Escenario	Total Mensual (Pesos)
Piloto (año 1)	\$431.147
Expansión (año 2-3)	\$681.534
Escala nacional (año 4+)	\$681.534

8.2.2. Costos para la Farmacia

Implementación Blockchain

Para el cálculo, se utilizaron las transaction fees registradas en la testnet, teniendo en cuenta que:

- El consumo de gas depende del código ejecutado (funciones del smart contract, almacenamiento, lógica de negocio).
- Las testnets (como Sepolia) ejecutan el mismo EVM (Ethereum Virtual Machine) que la mainnet.

Se realiza la conversión del gas utilizado en la Testnet Sepolia a POL (Mainnet Polygon - EVM), y luego a USD y Pesos Argentinos.

Tabla 22

Conversiones de token a moneda.

Conversión	GAS	Polygon Gas Price (GWei)	POL	USD	PESOS
	1	30,00	0,00000003	\$0,0000000069	\$0,0000087

La creación del contrato debería realizarse una vez al configurar el sistema, y luego únicamente si se realizan cambios en la lógica del smart contract, por lo que se considera un costo inicial:

Tabla 23

Costo en blockchain de creación de contrato.

Concepto	GAS USED	GAS TOTAL (used*price)	POL	USD	PESOS
Creación de contrato	1.960.072	58.802.160	1,7640648	\$0,406	\$511,58

Las transacciones realizadas en la blockchain, que corresponden a emisión, transferencia y validación de las recetas, tienen todas un costo similar aproximado:

Tabla 24

Costo en blockchain por tipo de transacción.

Concepto	GAS USED	GAS TOTAL (used*price)	POL	USD	PESOS
Emisión de receta	536.605	16.098.150	0,48	\$0,11	\$140,05
Envío a la farmacia	536.605	16.098.150	0,48	\$0,11	\$140,05
Validación de receta	536.605	16.098.150	0,48	\$0,11	\$140,05
Total por receta				\$0,33	\$420,16

Validación de recetas

En base a las pruebas de casos de uso realizadas para Prescription, se calcula un total de 4 minutos para completar la Validación de una receta, lo que corresponde a una disminución del 50% en los tiempos de validación. A fines de la estimación, no se tienen en cuenta variaciones según la calidad del internet y el hardware disponible en cada establecimiento.

Tabla 25

Cálculo de tiempo de validación por tipo de farmacia.

Volumen de validación							
Tamaño	Farmacéuticos validadores	Recetas diarias	Recetas mensuales	Tiempo de validación por receta (min.)	Validación mensual (min.)	Validación mensual (horas)	Validación mensual por empleado (horas)
Farmacia pequeña	2	30	900	4 minutos	3.600	60	30
Farmacia mediana	4	85	2.550	4 minutos	10.200	170	42,5
Farmacia grande	7	140	4.200	4 minutos	16.800	280	40

Calculando nuevamente los salarios con el mismo criterio:

Tabla 26

Cálculo de salarios con los nuevos tiempos insumidos.

Salarios				
Tamaño	Horas mensuales	Importe bruto	Farmacéuticos validadores	Importe total
Salario COLFACOR	240	\$12.378	1	\$2.970.752
Farmacia pequeña	30	\$371.344	2	\$742.688
Farmacia mediana	42,5	\$526.071	4	\$2.104.283
Farmacia grande	40	\$495.125	7	\$3.465.877

Mantenimiento y Soporte

Los costos de mantenimiento y soporte calculados corresponden a los valores de hora por demanda recomendados por el Consejo Profesional de Ciencias Informáticas de Córdoba para el rol de **Soporte Técnico/Help Desk - Contact Center (IT - Infraestructura Tecnológica)**. Se estima la cantidad de horas diarias en base al volumen de clientes. Existe una oportunidad de reducción de costos para farmacias medianas y grandes al contratar un soporte mensual, cuyo valor es de \$1.008.130,02 según el CPCI, sin embargo, se desestima a fines de simplificar el cálculo.

Tabla 27

Cálculo de nuevos costos de mantenimiento y soporte.

Mantenimiento y Soporte				
Tamaño	Cantidad de horas diarias	Cantidad de horas mensuales	Costo por hora a demanda	Costo total
Farmacia pequeña	1	20	\$26.213,89	\$524.278
Farmacia mediana	4	80		\$2.097.111
Farmacia grande	8	160		\$4.194.222

Costos iniciales

Instalación y suscripción al Sistema

Aunque sujeto a definición final, se estima que el 50% de los costos de despliegue del sistema son asumidos por la farmacia, mientras que el porcentaje restante le corresponde a las obras sociales, dividido entre ellas según volumen de facturación.

Tabla 28

Costos iniciales por etapa (instalación).

Escenario	Cantidad de farmacias	Total Mensual (Pesos)	Total Anual (Pesos)	Total Mensual (por farmacia)	Total Anual (por farmacia)
Piloto (año 1)	540	\$215.573	\$2.586.881	\$399	\$4.791
Expansión (año 2-3)	2.700	\$340.767	\$4.089.204	\$126	\$1.515
Escala nacional (año 4+)	6.480	\$340.767	\$4.089.204	\$53	\$631

Para la instalación, se considera necesaria la participación de los siguientes perfiles:

Tabla 29

Honorarios profesionales para instalación.

Instalación			
Rol	Costo por hora	Cantidad de horas	Costo total
Soporte Técnico	\$25.659,20	4	\$102.636,80
Arquitecto de Infraestructura	\$63.990,19	2	\$127.980,38
Total			\$230.617,18

Capacitación

Se estiman 2 horas de capacitación por cada usuario que utilizará el sistema, tomando como base la hora por demanda sugerida por el CPCI para el rol de **Capacitador**.

Tabla 30

Costos iniciales por tipo de farmacia (capacitación).

Capacitación				
Tamaño	Cantidad de usuarios	Cantidad de horas	Costo por hora a demanda	Costo total
Farmacia pequeña	2	4	\$27.591,05	\$110.364
Farmacia mediana	4	8		\$220.728
Farmacia grande	7	14		\$386.275

Costos totales aproximados

Tabla 31

Cálculo de costos totales aproximados.

Tamaño	Farmacia pequeña	Farmacia mediana	Farmacia grande
Suscripción (Despliegue)	\$4.791	\$4.791	\$4.791
Instalación	\$230.617	\$230.617	\$230.617
Capacitación	\$110.364	\$220.728	\$386.275
Total Inicial	\$345.772	\$456.136	\$621.682
Mantenimiento y Soporte	\$524.278	\$1.008.130	\$1.008.130
Salarios (Validación)	\$742.688	\$2.104.283	\$3.465.877
Blockchain	\$378.146	\$1.071.412	\$1.764.679
Total Mensual	\$1.645.111	\$4.183.825	\$6.238.687

Nota. Totales de Etapa Piloto.

Consideraciones

- El costo de emisión de cada receta se asigna a la farmacia que realiza su validación, utilizando la trazabilidad de la blockchain para calcularlo mensualmente.
- Los médicos asumen el costo del soporte técnico.
- Los pacientes acceden al sistema de forma gratuita.
- Las obras sociales cubren el costo del soporte y un precio de adhesión, destinado al desarrollo de la API y la infraestructura de servidores.

8.3. Comparación entre Sistemas

Tabla 32

Comparación entre sistemas.

Variación sistema Actual vs. sistema Propuesto						
Tamaño	Validación mensual (horas)		Costo inicial		Costo mensual	
Farmacia pequeña	-60	-50%	\$345.772	100%	\$109.735	7%
Farmacia mediana	-170	-50%	\$456.136	100%	-\$166.407	-4%
Farmacia grande	-280	-50%	\$621.682	100%	-\$1.159.735	-16%

Reducción de carga operativa

Las horas mensuales dedicadas a validación se reducen en un 50% para todos los tamaños de farmacia.

Costo inicial

El sistema propuesto requiere una inversión inicial del 100% (comparada con el sistema actual, que no tiene ese desembolso).

Variación del costo mensual

- Farmacia pequeña: su costo mensual aumenta 7%, pese al ahorro en horas.
- Farmacia mediana: logra una reducción del 4% en el costo mensual.
- Farmacia grande: obtiene el mayor beneficio, con una disminución del 16% mensual.

Observaciones

- A pesar del costo inicial del sistema propuesto, las farmacias medianas y grandes se benefician con ahorros mensuales sostenidos, que amortizarían la inversión en pocos meses.
- Los costos iniciales de instalación y los costos de mantenimiento y soporte pueden reducirse si se necesitan menos horas ad hoc o si no es necesario el rol de Arquitecto de Infraestructura (especialmente para farmacias pequeñas).
- La reducción del 50% en tiempo de validación representa una mejora operativa significativa, especialmente en farmacias con alto volumen de recetas.
- **El sistema es más rentable cuanto mayor es la escala de operaciones de la farmacia.**

9. Impacto Social

El desarrollo del sistema Prescription parte de un diagnóstico profundo sobre las limitaciones actuales en el proceso de prescripción y validación de recetas médicas en Argentina, donde tareas cotidianas se ven afectadas por la fragmentación y falta de interoperabilidad entre plataformas.

El sistema propuesto responde a una necesidad concreta que afecta a diversos actores sociales, en este sentido, la propuesta se orienta no solo a resolver un problema

técnico, sino a generar transformaciones que promuevan el acceso justo y transparente a la salud mediante la digitalización y trazabilidad de las prescripciones médicas.

El diseño y desarrollo del sistema consideró activamente el impacto que puede tener sobre los distintos actores del sistema sanitario argentino, con especial atención a los grupos más vulnerables como ser: personas sin obra social o cobertura médica formal, adultos mayores, farmacias pequeñas, entre otros.

Prevención del fraude y mayor transparencia

La utilización de blockchain como base tecnológica garantiza la inmutabilidad y auditabilidad de cada receta, ya que permite registrar cada paso del proceso de forma inmutable, lo que disminuye la posibilidad de fraudes, duplicaciones indebidas y manipulaciones no autorizadas. Esto representa una mejora sustancial en términos de transparencia, tanto para pacientes como para médicos, farmacias y obras sociales, fortaleciendo la confianza en el sistema sanitario.

Reducción de barreras de acceso a la salud

Prescription contribuye a democratizar el acceso al sistema de prescripciones médicas, reduciendo la dependencia del soporte físico, las fallas de interoperabilidad y los tiempos administrativos que afectan limitando los servicios de salud. El sistema permite que los usuarios accedan de forma directa a sus recetas desde cualquier dispositivo con conexión a internet, evitando traslados innecesarios y demoras en trámites.

Al permitir que cada persona acceda, gestione y transfiera sus recetas, el sistema promueve la autonomía y el ejercicio efectivo del derecho a la salud, regulado por la Ley 26.529. A través de una interfaz sencilla y accesible, los pacientes pueden seleccionar la farmacia adherida de su preferencia, consultar el historial de recetas y verificar la cobertura disponible, ejerciendo un rol más activo y participativo en su propio tratamiento.

Optimización del trabajo de los profesionales de salud

El sistema también impacta positivamente en la labor cotidiana de médicos y farmacéuticos, al reducir errores por transcripción, mejorar la trazabilidad de recetas y estandarizar procesos de validación. Esto no solo agiliza la atención y disminuye la carga administrativa, sino que también mejora la calidad del servicio prestado.

Aporte al sistema público y a políticas sanitarias

Prescription se alinea con la legislación vigente sobre prescripciones electrónicas (Ley 27.553, Decreto 345/2024) y ofrece una herramienta concreta para su implementación efectiva, con posibilidad de integración a futuro con sistemas públicos como el ReNaPDiS y el SISA. De este modo, el proyecto contribuye a fortalecer las políticas públicas de salud digital en Argentina, promoviendo estándares más altos de seguridad, interoperabilidad y trazabilidad.

En síntesis, Prescription constituye una propuesta tecnológica con alto potencial de impacto social positivo, orientada a garantizar el acceso oportuno y equitativo a medicamentos, optimizar los recursos del sistema de salud y proteger los derechos de los pacientes en todo el territorio nacional.

10. Impacto Medioambiental

La implementación de Prescription conlleva un cambio estructural en los procesos administrativos y logísticos del sistema de salud. Este cambio tiene un impacto ambiental significativo, que puede evaluarse en términos de reducción de consumo de recursos físicos, digitalización de procesos, y externalidades tecnológicas asociadas a la infraestructura blockchain.

10.1. Reducción del uso de papel y materiales físicos

Una de las transformaciones más evidentes introducidas por Prescription es la eliminación total del uso de recetas físicas en papel, lo que impacta positivamente en el consumo de recursos:

Reducción directa del uso de papel

El sistema tradicional requiere que cada receta médica se imprima, en múltiples copias, tanto para el paciente como para la farmacia y la obra social. En Prescription, toda la receta existe exclusivamente como una transacción digital, lo que implica una reducción neta en el uso de papel, tinta y energía de impresión.

Menor logística física

En los sistemas tradicionales, muchas obras sociales o farmacias requieren el envío físico de recetas para validación o archivo. Prescription elimina esta necesidad, reduciendo el consumo de combustible y emisiones de carbono asociadas al transporte.

10.2. Digitalización y trazabilidad eficiente

La trazabilidad digital completa de las recetas permite automatizar procesos de auditoría, seguimiento y validación, reduciendo también el consumo de recursos indirectos:

Menor necesidad de almacenamiento físico

Archivos físicos (expedientes de farmacia, carpetas de auditoría) ocupan espacio, requieren mantenimiento y generan residuos al desecharse. Prescription digitaliza toda la información, eliminando este requerimiento.

Reducción del tiempo de procesamiento y errores

Menores errores implican menos reimpresiones, repeticiones y correcciones, lo que también se traduce en menos consumo indirecto de recursos.

10.3. Consumo energético y consideraciones de sostenibilidad tecnológica

Si bien el sistema introduce beneficios ecológicos al digitalizar completamente los procesos, es importante considerar el impacto ambiental indirecto de la infraestructura tecnológica, en particular:

Consumo energético de la blockchain

Prescription utiliza la red Polygon PoS testnet, una blockchain de bajo consumo energético en comparación con blockchains como Bitcoin o Ethereum en sus versiones de prueba de trabajo (Proof of Work). Polygon opera bajo un mecanismo Proof of Stake, que tiene una huella ambiental mucho menor (consumo energético 99% menor) Esto permite garantizar seguridad y descentralización sin comprometer la sostenibilidad.

La adopción de PoS, comparado con otros tipos de prueba, tiene importantes beneficios ambientales:

- Reducción de la huella de carbono: Al disminuir el consumo de energía, se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas.
- Menor generación de residuos electrónicos: PoS no requiere hardware especializado como ASICs, lo que disminuye la obsolescencia y el desecho de equipos.
- Accesibilidad y descentralización: Al no depender de equipos costosos, más participantes pueden contribuir a la red, promoviendo la descentralización.

Dependencia de infraestructura digital

Los servidores que alojan el backend, las bases de datos y los microservicios también generan un impacto ambiental en términos de energía eléctrica. Sin embargo, este impacto es comparable al de cualquier sistema web moderno y muy inferior al consumo de logística tradicional del sistema de salud.

Optimización de recursos computacionales

El diseño modular del sistema permite escalar de forma controlada, evitando sobrecargas innecesarias de procesamiento. Además, puede alojarse en infraestructura cloud con políticas de eficiencia energética.

11. Conclusiones

El desarrollo de Prescription permitió demostrar la viabilidad de un sistema de gestión de recetas médicas basado en la tecnología blockchain, ofreciendo soluciones a las principales deficiencias detectadas en los mecanismos actuales de validación y dispensación de medicamentos en Argentina. A lo largo del proyecto se logró diseñar e implementar una arquitectura modular que integra distintos roles, garantizando seguridad, transparencia e interoperabilidad en el manejo de la información sensible.

En este camino, uno de los aprendizajes más relevantes, fue comprender las limitaciones del sistema vigente y cómo la descentralización, combinada con mecanismos de autenticación seguros, puede reducir riesgos de falsificación y mejorar la trazabilidad de los procesos. Este entendimiento fue importante para definir los objetivos del proyecto, entre los cuales se cumplieron los inicialmente propuestos: la creación de un prototipo funcional en blockchain, la integración con bases de datos internas, el desarrollo de flujos completos de emisión, validación y auditoría de recetas, así como la migración a una red blockchain de pruebas para evaluar escenarios reales.

El proyecto también representó una instancia de formación y crecimiento personal y profesional, al permitir profundizar en conocimientos técnicos sobre blockchain, smart contracts y arquitectura de sistemas distribuidos, y reforzando la capacidad de análisis crítico y la resolución de problemas complejos.

Cabe destacar que esta propuesta no surgió de manera aislada, ya que su origen se remonta a la necesidad concreta de mejorar la seguridad y la eficiencia en los procesos

vinculados a la gestión de recetas médicas. Como muchos avances tecnológicos recientes, nació en el contexto de la pandemia de COVID-19, que evidenció la urgencia de contar con soluciones digitales confiables y escalables. Con el tiempo, y a partir del aprendizaje sobre las ventajas de la tecnología blockchain para garantizar seguridad y trazabilidad, la idea inicial fue tomando forma. Años más tarde, con un conjunto más amplio de herramientas y conocimientos adquiridos, se consolidó finalmente en Prescription.

Durante el desarrollo de este trabajo final, la propuesta fue evolucionando, y lo que en un principio parecía un sistema acotado, adquirió mayor complejidad y un mayor alcance. Se incorporaron casos de uso no contemplados inicialmente, pero que resultaron indispensables para garantizar el funcionamiento integral de todos los componentes del sistema. Este proceso permitió constatar la relevancia de la ingeniería como disciplina al servicio del bien común, capaz de generar propuestas que respondan a necesidades sociales concretas. En este sentido, Prescription no solo valida su potencial como solución técnica innovadora, sino que también abre un horizonte de crecimiento con múltiples posibilidades de mejora e implementación.

Las mejoras incluidas en este trabajo representan apenas una parte de lo que podría desarrollarse en el futuro: existen numerosas formas de aprovechar la tecnología y las herramientas empleadas para evolucionar los procesos actuales de prescripción y dispensación de medicamentos. El sistema podría contribuir a hacerlos más accesibles, transparentes y eficientes, logrando que la tecnología no solo modernice los procedimientos tradicionales, sino que transforme profundamente la manera en que se concibe el acceso a la salud.

12. Bibliografía

- Administración Nacional de la Seguridad Social (ANSES). (s.f.). *Consulta de obras sociales por DNI*. <https://servicioswww.anses.gob.ar/ooss2/ConsultaDoc.aspx>
- Antonopoulos, A. M., & Wood, G. (2018). *Mastering Ethereum: Building smart contracts and dApps*. O'Reilly Media. <https://github.com/ethereumbook/ethereumbook>
- Argentina.gob.ar. (2025, enero 13). *Receta electrónica*. <https://www.argentina.gob.ar/receta-electronica>
- Cámara de Instituciones de Diagnóstico Médico (CADIME). (2022, junio). *Informe sectorial CADIME N.º 19*. <https://www.cadime.com.ar/newsletter/Informe%20Sectorial%20CADIME%20N%2019%20-%20Junio%202022.pdf>
- Coinbase. (s.f.). *Conversor de Ethereum a Polygon*. <https://www.coinbase.com/es-ar/convert/eth/matic>
- Colegio de Farmacéuticos de la Provincia de Córdoba. (s.f.). *Búsqueda de matriculado*. https://www.colfacor.org.ar/busqueda_matriculado.php
- Colegio de Farmacéuticos de la Provincia de Córdoba. (s.f.). *Inicio de Sesión*. <https://www.colfacor.org.ar/autogestion>
- Colegio de Farmacéuticos de la Provincia de Córdoba. (s.f.). *Dirección de farmacias*. https://www.colfacor.org.ar/profesionales_direccion_farmacias.php
- Colegio de Farmacéuticos de la Provincia de Córdoba. (s.f.). *Validadores*. https://www.colfacor.org.ar/os_validadores.php
- Colegio de Farmacéuticos de la Provincia de Córdoba. (s.f.). *Escala salarial del personal farmacéutico*. https://www.colfacor.org.ar/sueldos_farm.php?tipo=ZmFybWFjZXV0aWNv
- Colegio Farmacéutico de Tucumán (COFATUC). (s.f.). *Recomendaciones para recetas médicas*. <https://cofatuc.org.ar/obrassociales/recetas-recomendaciones/>
- Colegio Farmacéutico de Tucumán (COFATUC). (s.f.). *Formulario de adhesión a Obras Sociales*. <https://cofatuc.org.ar/formularios-de-adhesion/>
- Colegio Farmacéutico de Tucumán (COFATUC). (s.f.). *Validación de recetas*. <https://cofatuc.org.ar/obrassociales/validacion-de-recetas/>
- Confederación Farmacéutica Argentina (COFA). (s.f.). *Portal de datos de obras sociales*. <https://datos.cofa.org.ar/os/ingreso/>
- Confederación Farmacéutica Argentina (COFA). (s.f.). *Sitio institucional*. <https://www.cofa.org.ar/>

- Consejo Profesional de Ciencias Informáticas de la Provincia de Córdoba. (s.f.). *Honorarios profesionales recomendados*.
<https://cpcipc.org.ar/honorarios-recomendados/>
- Ethereum Foundation. (s.f.). *Documentation*. <https://ethereum.org/en/developers/docs/>
- Ethereum Foundation. (s.f.). *Learning tools*.
<https://ethereum.org/en/developers/learning-tools/>
- Fluquez. (2023, julio 20). *PoW vs PoS: ventajas y desventajas*.
<https://fluquez.com/blog/pow-vs-pos-ventajas-y-desventajas/>
- Gobierno Argentino – Jefatura de Gabinete de Ministros. (2022, noviembre 22). *Lineamiento Nacional de Blockchain (Anexo de Resolución N.º ACTO-2022-125897672-APN-SIP#JGM)*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). (2023). *Datos definitivos – Total país*.
https://censo.gob.ar/index.php/datos_definitivos_total_pais/
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). (2023). *El 60,9% de la población tiene obra social, prepaga o cobertura de PAMI*.
<https://censo.gob.ar/index.php/el-609-de-la-poblacion-tiene-obra-social-prepaga-o-cobertura-de-pami/>
- Lalwani, D. (s. f.). *The matrix unveiled: An odyssey into software architecture*. Medium.
<https://medium.com/@divya.lalwani/the-matrix-unveiled-an-odyssey-into-software-architecture-58f78d700f94>
- La Nación. (2008, diciembre 6). *Las cadenas de farmacias ya ganaron el 30% del mercado*.
<https://www.lanacion.com.ar/economia/las-cadenas-de-farmacias-ya-ganaron-el-30-del-mercado-nid1061218/>
- La Voz del Interior. (2022, diciembre 3). *Farmacy cumplió 20 años en Córdoba y busca expandirse hacia la periferia y el interior*.
<https://www.lavoz.com.ar/negocios/farmacy-cumplio-20-anos-en-cordoba-y-busca-expandirse-hacia-la-periferia-y-el-interior/>
- Medicamentos de Primer Nivel. (s. f.). *Normas operativas*. Sitio de MPN.
<https://medicamentosdeprimernivel.com.ar/normas>
- Mercado. (2023, agosto 24). *Farmacy Connect: la nueva propuesta de Retail Media de Farmacity*.
<https://mercado.com.ar/marketing/farmacy-connect-la-nueva-propuesta-de-retail-media-de-farmacy/>
- Ministerio de Salud de la Nación Argentina. (2023). *Distribución de médicos/as especialistas en Argentina*.
<https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/24-distribucion-medicos-as-especialistas-argentina.pdf>

Ministerio de Salud de la Nación Argentina. (2023, diciembre 14). *Certificados de aprobación de actividades con blockchain*.
<https://www.argentina.gob.ar/noticias/certificados-de-aprobacion-de-actividades-con-blockchain>

Pharmabiz. (2023, noviembre 9). *RENAPDIS: Se crea en el Ministerio de Salud*.
<https://www.pharmabiz.net/renapdis-se-crea-en-el-minist-de-salud/>

Refactoring Guru. (s.f.). *Patrón de diseño: Chain of Responsibility*.
<https://refactoring.guru/es/design-patterns/chain-of-responsibility>

Secretaría de Gobierno de Innovación Pública (Argentina). (2024). *Decreto 345/2024*.
<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-345-2024-398297/texto>

Secretaría de Justicia de la Nación (Argentina). (s.f.). *Registro Nacional de Sociedades*.
<https://www.argentina.gob.ar/justicia/registro-nacional-sociedades>

Shaha, T. (s. f.). *Unveiling the singleton design pattern: A blueprint for efficient object creation*. Hashnode.
<https://tejasshaha.hashnode.dev/unveiling-the-singleton-design-pattern-a-blueprint-for-efficient-object-creation>

Traditum. (s.f.). *Sistema de Gestión de Prestaciones (SGP)*.
<https://institucional.traditum.com/sgp/>

Universidad Católica de Córdoba. (2022–2023). *Apuntes de la materia electiva Seminario de Blockchain, Facultad de Ingeniería*. Documento no publicado.

13. Anexos

Anexo A - Documentación Técnica de Endpoints

Ámbito: Backend (Express.js — Routers y Controllers)

Convenciones

- Autenticación: JWT en Authorization: Bearer <token> para endpoints no públicos.
- Formato: application/json salvo aclaración.
- Errores estándar: 400 datos faltantes/invalidos · 401 credenciales · 403 inactivo/sin verificar · 404 no encontrado · 409 conflicto · 500 error interno.
- Campos sensibles: Las respuestas de perfiles excluyen password.

1) Autenticación General

Router sugerido: /api/auth

POST /login

Auth: Público

Body:

```
{  "nid":      "string",    "password":  "string",    "userType":  
"patient|doctor|pharmacyUser|pharmacy|insurance|admin" }
```

200

```
{  
  "message": "✅ Login successful",  
  "token": "<jwt>",  
  "debug": { "nid": "string", "userType": "doctor", "pharmacyNid":  
"opcional", "insurance_nid": "opcional" }  
}
```

401 User not found o Invalid credentials

403 User is inactive (pharmacyUser).

2) Password Recovery


Router sugerido: /api/password

POST /forgot-password

Auth: Público

Body:

```
{
  "nid": "string",
  "userType": "patient|doctor|pharmacyUser|pharmacy|insurance|admin" }
```

200  Si el usuario existe, se envió el mail

Descripción: Envía email con link de reseteo (token 15 min).

POST /reset-password

Auth: Público

Body:

```
{ "token": "jwt-de-reset", "newPassword": "string" }
```

200  Contraseña actualizada correctamente

400 Token inválido o expirado

404 Usuario no encontrado.

3) Administración del sistema (Admin)

Routers sugeridos: /api/public/admin, /api/admin

POST /public/admin/login

Auth: Público

Body: { "nid": "string", "password": "string" }

200 { "message": " Login successful", "token": "<jwt>" }


GET /admin/insurances/pending

Auth: Admin

```
200 { "pending": [ { "insurance_nid": "string", "insurance_name": "string", ... } ] }
```

PATCH /admin/insurances/:insurance_nid/verify

Auth: Admin

200 { "message": " Insurance verified successfully" }

404 Insurance not found

400 Insurance already verified.

4) Registro y servicios públicos por rol


Doctores — /api/public/doctor

POST /register

Auth: Público

Body (requerido):

```
{
  "nid":"string",
  "license":"string",
  "name":"string",
  "surname":"string",
  "specialty":"string",
  "password":"string",
  "mail":"string" }
```

201  Doctor registered successfully.

Notas: Valida matrícula (Córdoba real + mock). Crea address web3 y fondea.

Pacientes — /api/public/patient


POST /register

Auth: Público

Body:

```
{
  "name":"string",
  "surname":"string",
  "nid":"string",
  "birth_date":"YYYY-MM-DD",
  "sex":"M|F|X",
  "insurance_name":"PARTICULAR|...",
  "password":"string",
  "mail":"string" }
```

201

```
{
  "message":" Patient registered successfully.",
  "affiliate_num":"string|N/A",
  "insurance_plan":"string|PARTICULAR",
  "insurance_name":"string",
  "nid":"string"
}
```

400 si la obra social no reconoce afiliación.

POST /insurance_preview

Auth: Público

Body: { "nid": "string", "insurance_name": "string" }

200 { "status": "ok", "affil_number": "string|null",
"insurance_plan": "string|null" }

404 { "status": "not_found" }.

Farmacias — /api/public/pharmacy

POST /register

Auth: Público

Body:

{ "nid": "string", "pharmacy_name": "string", "mail": "string",
"password": "string", "physicalAddress": "string",
"contactInfo": "string" }

201 { "message": "✅ Pharmacy registered successfully.",
"verificationCode": "hex" }

Notas: Genera cuenta web3, encripta PK, fondea, devuelve verificationCode.

POST /users/register

Auth: Público

Body:

{ "pharmacyNid": "string", "name": "string", "surname": "string",
"nid": "string", "license": "string", "email": "string",
"password": "string", "verificationCode": "hex" }

201 ✅ Pharmacy user registered successfully.

404 licencia/NID no encontrado (servicio verificador) · 400 Invalid verification code.

Obras Sociales — /api/public/insurance

POST /register

Auth: Público

Body: { "insurance_name": "string", "insurance_nid": "string",
"password": "string", "mail": "string" }

201 { "message": "✅ Registration submitted. Awaiting
verification." }

409 ya registrada.

POST /login

Auth: Público

Body: { "insurance_nid":"string", "password":"string" }

200 { "message":" Login successful", "token":"<jwt>" }

403 pending admin verification.

5) Doctores (privado)

Router sugerido: /api/doctor

GET /prescriptions

Auth: Doctor

200 Lista de recetas emitidas por el médico autenticado.

GET /patients/:nid

Auth: Doctor

200 { "profile": { ...paciente } }

404 Paciente no encontrado.

GET /profile

Auth: Doctor

200 Perfil del médico (sin contraseña).

6) Pacientes (privado)

Router sugerido: /api/patient

GET /prescriptions


Auth: Paciente

200 Lista enriquecida (datos del doctor) de recetas on-chain, según patient.address.

POST /send_prescription

Auth: Paciente

Body: { "prescriptionId":"string", "pharmacyNid":"string" }

200 { "message": " Prescription sent to pharmacy successfully",
"result": { "transactionHash": "...", ... } }

404 Pharmacy not found.

GET /profile

Auth: Paciente

200 Perfil del paciente (sin contraseña).

GET /available

Auth: Paciente

```
200 [{  "pharmacy_name":  "...",  "physicalAddress":  "...",
"contactInfo": "...", "nid": "..."}]
```

7) Farmacias (privado — operativo)

Router sugerido: /api/pharmacy

GET /prescriptions

Auth: PharmacyUser

```
200 {  "message":  "✅ Prescriptions retrieved successfully",
"prescriptions": [ ... ] } (enriquecidas con datos del médico).
```

POST /reset_address

Auth: PharmacyUser

Body: { "prescriptionId": "string" }

```
200 { "message": "Pharmacy address reset successfully." }
```

GET /available

Auth: PharmacyUser

200 igual a /patient/available.

GET /medications/search/:prescriptionId

Auth: PharmacyUser

```
200 { "fromCache": false, "results": [ { "_id": "...", "brandName":
 "...",  "genericName":  "...",  "price":  0,  "details":  {
"presentation": "...", "laboratory": "...", "saleType": "...",
"unitPrice": 0, ... }, "prescriptionId": "...", "used": false } ]
}
```

404 Prescription not found in blockchain o No medication options found.

Notas: Lee la receta on-chain, parsea med1/med2 ("brand + presentation + lab") y guarda opciones en MedicationCache.

POST /validate_prescription

Auth: PharmacyUser

Body:

```
{
    "prescriptionId":"string",
    "selectedMedicationIds":["<ObjectId>", "<ObjectId>"] }
```

200

```
{
  "message":"✅ Prescription validated.",
  "finalPrices":[
    {
      "medication": { "brandName":"...", "price":123.45,
"details":{ "presentation":"...", "laboratory":"..." } },
      "quantity": 2,
      "grossPrice": 246.9,
      "finalPrice": 148.14,
      "finalCoverage": 40
    }
  ]
}
```

400/404 según validaciones (expirada, usada, selección inválida).

Notas: Consulta cobertura a microservicio verifyPrescription y calcula grossPrice (unitario*qty) y finalPrice con % cobertura.

POST /process_purchase

Auth: PharmacyUser

Body (del front tras validar):

```
{
  "prescriptionId":"string",
  "selectedMedications":["<ObjectId>","<ObjectId>"] ,
  "finalPrices":[{"medication":{...}, "quantity":1,
"grossPrice":123, "finalPrice":100, "finalCoverage":20 }],
  "totalAmount": 200.50
}
```

200

```
{
  "message":"✅ Purchase completed.",
  "totalAmount": 200.5,
```

```

      "invoice": {
        "invoiceNumber": "FACT-YYYYMMDDhhmm-XXXXX|<pharmacistNid>", ... },
        "finalPrices": [ ... ]
      }

```


Flujo:

- 1) Marca receta como usada on-chain (markPrescriptionAsUsed) agregando <pharmacistNid> al número de factura.
- 2) Genera factura vía microservicio invoiceService y persiste PrescriptionValidation con validatedMeds + invoiceData.

POST /cancel_validation

Auth: PharmacyUser

Body: { "prescriptionId": "string" }

200  Prescription validation cancelled...

GET /profile

Auth: PharmacyUser

200 Perfil del usuario de farmacia (sin contraseña).

GET /users

Auth: Pharmacy (admin)

200 Lista de usuarios de la farmacia.

GET /pharmacy_profile

Auth: Pharmacy (admin)

200 Perfil de la farmacia (sin contraseña).

GET /pr_validation/:prescriptionId

Auth: PharmacyUser

200 Documento PrescriptionValidation (validación y factura) o 404 si no existe.

8) Obras Sociales (privado)

Router sugerido: /api/insurance

GET /prescriptions

Auth: Insurance

```
200 { "message": "✓ Used prescriptions fetched", "prescriptions": [
...enriquecidas con datos del médico... ] }
```

Notas: filtra recetas usadas (used) por insurance.insuranceName (case-insensitive).

GET /profile

Auth: Insurance

200 Perfil de la obra social (sin contraseña).

GET /pr_validation/:prescriptionId

Auth: Insurance

200 Igual a endpoint de farmacia (lectura de PrescriptionValidation).

9) Prescriptions (genérico)

Router sugerido: /api/prescription

GET /search-medications

Auth: Doctor/Farmacia

Query: ?query=<string>

```
200 { "results": [ { "brandName": "...", "genericName": "...",
"activeComponentsList":[...], "details": { "presentation": "...",
"laboratory": "...", "route": "...", "action": "...",
"saleType": "...", "origin": "..."} } ] }
```

400 falta query.

POST /issue

Auth: Doctor

Body (requerido exacto):

```
{
  "patientName": "string",
  "patientSurname": "string",
  "patientNid": "string",
  "affiliateNum": "string",
  "insuranceName": "string",
  "insurancePlan": "string",
  "med1": { "brandName": "string", "details": {
"presentation": "string", "saleType": "Venta Libre|...",
"laboratory": "string", "route": "string", "action": "string",
"origin": "string" } },
  "quantity1": 1,
```

```

      "med2": { "brandName": "string", "details": {
"presentation": "string", "saleType": "Venta Libre|...",
"laboratory": "string" } },
      "quantity2": 0,
      "diagnosis": "string",
      "observations": "string"
    }
  }

```

200

```

{
  "message": "Prescription issued and saved in blockchain",
  "prescriptionId": "string",
  "transactionHash": "0x...",
  "blockNumber": 123,
  "gasUsed": 123456
}

```

Validaciones clave: presentación obligatoria salvo saleType que incluya “Venta Libre”.

GET /all

Auth: Admin

200 Lista completa de recetas (on-chain) formateadas con fechas ISO/yyyy-MM-dd HH:mm:ss.

10) Objetos y estructuras relevantes

- Prescription (on-chain formateado):

```

{
  "id": "string",
  "patientName": "string",
  "patientSurname": "string",
  "patientNid": "string",
  "meds": { "med1": "brand + presentation + lab",
"quantity1": number, "med2": "string|N/A", "quantity2": number,
"diagnosis": "string", "observations": "string" },
  "insurance": { "affiliateNum": "string",
"insuranceName": "string", "insurancePlan": "string" },
  "doctorNid": "string",
  "patientAddress": "0x...",
  "pharmacyAddress": "0x...",
  "issueDate": "ISO",
  "expirationDate": "ISO",
  "used": true,
  "invoiceNumber": "FACT-...|<pharmacistNid>",
  "status": "Válida|Dispensada|Expirada" // calculado en

```

```
getPrescriptionsByPatient  
{
```

- PrescriptionValidation (DB):

```
{  
  "prescriptionId":"string",  
  "validatedMeds":[ { "medication":{...}, "quantity":number,  
"grossPrice":number, "finalPrice":number, "finalCoverage":number }  
],  
  "invoiceData": { "invoiceNumber":"FACT-...", "pharmacy":{...},  
"patient":{...}, "doctor":{...}, "medications":[...],  
"totalAmount": number }  
}
```