

1. Análisis Pareto de las Causas Principales

Ranking	Causa	Defectos Asociados	% Individual	% Acumulado	Fase
1	DL (Duplicación lógica)	100	43.48%	43.48%	Codificación
2	MD (Errores modelo datos)	80	34.78%	78.26%	Diseño
3	RA (Requisitos ambiguos)	50	21.74%	100.00%	Requisitos

#1: Duplicación de Lógica (DL)

- 43.48% de defectos introducidos. Genera dosis duplicadas y tratamientos redundantes. Puede causar sobredosis medicamentosa = amenaza vital directa

#2: Errores de Modelo de Datos (MD)

- 34.78% de defectos introducidos. Compromete integridad de historias clínicas. Causa pérdida de información médica crítica

Justificación:

DL + MD = 78.26% de los defectos y siguiendo Pareto, 2 causas (67% de categorías) generan 78% de problemas.

En el contexto hospitalario Ambas causas tienen impacto directo en seguridad del paciente, justificando máxima prioridad.

#1: Duplicación de Lógica (DL)

- 43.48% de defectos introducidos. Genera dosis duplicadas y tratamientos redundantes. Puede causar sobredosis medicamentosa = amenaza vital directa

#2: Errores de Modelo de Datos (MD)

- 34.78% de defectos introducidos. Compromete integridad de historias clínicas. Causa pérdida de información médica crítica

Justificación:

DL + MD = 78.26% de los defectos y siguiendo Pareto, 2 causas (67% de categorías) generan 78% de problemas.

En el contexto hospitalario Ambas causas tienen impacto directo en seguridad del paciente, justificando máxima prioridad.

2. Cálculo de Densidades

Módulo	Defectos	LOC	Densidad (def/LOC)	Ranking Riesgo
Interfaz Prescripción	9	200	0.045	CRÍTICO
Validación	12	300	0.040	ALTO
Base de Datos	3	100	0.030	MEDIO

Análisis de Criticidad

Módulo de Mayor Riesgo: Interfaz de Prescripción

- Densidad más alta: 0.045 defectos/LOC
- Impacto crítico: Interfaz directa con médicos → errores en entrada de datos
- Consecuencia: Prescripciones incorrectas llegan directamente al paciente

Módulo Validación - Segundo en Prioridad:

- Densidad alta: 0.040 defectos/LOC
- Función crítica: Última barrera de seguridad antes de dispensar medicamento
- Consecuencia: Fallas aquí permiten que errores lleguen al paciente

Recomendación:

Atención URGENTE requerida en Interfaz de Prescripción, seguida por módulo de Validación.

3. Efectividad de Revisiones por Fase

Cálculo de Efectividad

Fase	Defectos Introducidos	Defectos Eliminados	Efectividad	Evaluación
Requisitos	50	20	40.0%	Deficiente
Diseño	80	50	62.5%	Regular
Codificación	100	60	60.0%	Regular

Interpretación de Efectividad

Fase Crítica: Requisitos (40% efectividad)

- Muy por debajo del objetivo mínimo (>70%)
- Impacto: 30 defectos de requisitos pasan a diseño
- Causa raíz: Requisitos médicos mal especificados

Fases Diseño y Codificación (60-62.5%)

- Marginalmente aceptable pero mejorable
- Oportunidad: Aumentar a >75% mediante inspecciones formales

Efectividad Global del Proceso:

- Total eliminados: $130/230 = 56.5\%$
- Resultado: 100 defectos llegaron a producción
- Evaluación: Proceso de revisión INSUFICIENTE para contexto crítico hospitalario

4. Modelo de Amplificación de Defectos

Flujo de Defectos No Corregidos

Fase requisitos:

- Introducidos: 50 (RA)
- Eliminados: 20 (40% efectividad)
- Pasan a Diseño: 30 → se amplifican $1.5x = 45$

Fase diseño:

- Heredados: 45 (de requisitos)
- Nuevos: 80 (MD)
- Total presentes: 125
- Eliminados: 50
- Pasan a Codificación: 75 → se amplifican $1.3x = 98$

Fase codificación:

- Heredados: 98 (acumulados)
- Nuevos: 100 (DL)
- Total presentes: 198
- Eliminados: 60
- Llegan a Producción: 138.

Análisis del Efecto Cascada

Requisitos Ambiguos → Mayor Amplificación

- 30 defectos no corregidos se convierten en 45 en diseño
- Factor amplificación: 1.5x
- Impacto: Requisitos médicos mal definidos generan múltiples interpretaciones erróneas

Errores de Modelo de Datos → Propagación Sistemica

- Defectos estructurales se propagan a toda la aplicación
- Resultado: Inconsistencias en almacenamiento de prescripciones

Duplicación de Lógica → Explosión en Producción

- 100 nuevos defectos en codificación
- Causa: Múltiples implementaciones del mismo algoritmo de validación
- Consecuencia: Comportamientos inconsistentes entre módulos

Análisis de Costos de Corrección.

Fase Detección	Costo Unitario	Defectos	Costo Total
Requisitos	\$200	30 no detectados	\$6,000
Diseño	\$800	75 no detectados	\$60,000
Codificación	\$2,500	138 no detectados	\$345,000
Producción	\$15,000	138 defectos	\$2,070,000

Costo de no detectar en requisitos: $2,070,000 \text{ vs } 2,070,000 \text{ vs } 6,000 = 345x$ más caro

Acciones Correctivas y Preventivas

Acción #1: Programa de Revisiones Médico-Técnicas (Urgente)

Objetivo: Eliminar requisitos ambiguos (RA)

Implementación:

- Semana 1-2: Formar equipos mixtos médico-ingeniería
- Semana 3-4: Re-validar 100% de requisitos de prescripción con médicos especialistas
- Ongoing: Sesiones semanales de clarificación con farmacología clínica

Métricas de Éxito:

- Efectividad de revisión de requisitos: 40% → 75%
- Reducción de defectos RA: 70%

ROI Esperado:

- Inversión: \$25,000 (consultoría médica)
- Ahorro: \$1,400,000 (evitar 70% de defectos en producción)
- ROI: 5,500%

Acción #2: Refactorización del Modelo de Datos (Crítica)

Objetivo: Eliminar errores de modelo de datos (MD)

Implementación:

- Semana 1: Auditoría completa del esquema de BD con DBA senior
- Semana 2-4: Rediseño normalizado de tablas de medicamentos/prescripciones
- Semana 5-6: Migración de datos con validación médica

Métricas de Éxito:

- Integridad referencial: 100%
- Reducción defectos MD: 80%
- Performance consultas: mejora 50%

Justificación:

- Modelo mal diseñado es causa raíz sistémica que amplifica errores en todas las capas.

Acción #3: Implementación de Librería Central de Validación (Estratégica)

Objetivo: Eliminar duplicación de lógica (DL)

Implementación:

- Semana 1-2: Diseñar API centralizada de validación farmacológica
- Semana 3-6: Desarrollar librería con validación de interacciones/dosis
- Semana 7-8: Refactorizar módulos para usar librería única

Métricas de Éxito:

- Una sola implementación de cada regla de validación
- Reducción defectos DL: 90%
- Tiempo de validación: mejora 60%

Beneficios Adicionales:

- Mantenibilidad: Cambios en una sola ubicación
- Consistencia: Comportamiento uniforme
- Escalabilidad: Fácil adición de nuevas validaciones

Plan de Implementación Integrado: Cronograma de Ejecución (12 semanas)

Semana	Acción #1 (RA)	Acción #2 (MD)	Acción #3 (DL)
1-2	Equipos médico-técnicos	Auditoría BD	Diseño API validación
3-4	Re-validación requisitos	Rediseño esquema	Desarrollo librería
5-6	Sesiones clarificación	Migración datos	Desarrollo librería
7-8	Monitoreo efectividad	Testing post-migración	Refactorización módulos
9-12	Proceso continuo	Optimización	Testing integración

Indicadores de Impacto

KPI	Baseline	Objetivo 3 meses	Método Medición
Efectividad Global	56.5%	>80%	Defectos eliminados/introducidos
Defectos en Producción	138	<30	Reportes post-deployment
Tiempo Validación	[actual]	-60%	Métricas performance
Satisfacción Médicos	[baseline]	>8.5/10	Encuestas mensuales