

# Aplicación de un Sistema de Información en N-Tier para el departamento de Farmacia del Hospital Regional Guillermo Díaz de la Vega Nivel II-2, 2019

Walter Jhon Huayllani Aguirre<sup>a</sup>, Hesmeralda Rojas Enriquez<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, marianhre@gmail.com, Abancay, Perú

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo implementar un sistema de información N-Tier en la farmacia del Hospital Regional Guillermo Díaz de la Vega (HRGDV), para reducir el tiempo de entrega de recetas médicas y para mejorar la gestión del stock de medicamentos con el fin de garantizar su disponibilidad.

La evaluación se realizó bajo dos perspectivas: evaluación cualitativa y cuantitativa. Para la primera, se utilizaron los criterios de la ISO 25000 con el propósito evaluar la calidad del sistema bajo los atributos: adecuación funcional, completitud funcional y usabilidad, todas ellas fueron evaluadas mediante encuesta y se determinó que el sistema ejecuta todas las tareas requeridas, respeta los parámetros programados y el usuario puede utilizar el sistema y para la segunda, se evaluó el tiempo de procesamiento de información de recetas, comparando el software SISMED 2.1.0 (actualmente usado, tiempo promedio 277 seg.) versus el sistema de información de N-Tier (tiempo promedio 17 seg.), se aplicó el test estadístico T-Pareado para determinar si existe diferencia significativa en el tiempo empleado para procesar recetas y se obtuvo un valor T teórico (2 colas) de 1.42 y un T experimental de -50.39 por lo que se demuestra estadísticamente que el sistema en N-Tier reduce el tiempo de procesamiento de recetas. Además, se desarrolló el módulo de disponibilidad de stock de medicamentos e insumos médicos, según los requisitos establecidos por DIGEMID, se evaluó la función programada en el sistema de N-Tier mediante comparación de un cálculo manual (Excel) con la finalidad de evaluar si el sistema responde a los requisitos de DIGEMID, los resultados obtenidos en la hoja de Excel son idénticos a los resultados que muestra el sistema en N-Tier, por lo que se concluye que el sistema responde a los requisitos de DIGEMID.

Keywords: Sistema de Información de N-Tier, Sistema de Información de Farmacia, Programación Extrema (XP), satisfacción de usuario, ISO/IEC 25000.

## 1. Introducción

Todas las organizaciones buscan optimizar sus procesos, recursos físicos y humanos, y el sector salud no es la excepción, frente a este dinamismo el Ministerio de Salud (MINSA) ha implementado diversas estrategias públicas, una de ellas y es en la que se centra este trabajo de investigación es la implementación del SISMED (Sistema Integrado de Suministro de Medicamentos e Insumos Médico Quirúrgico), "es una estrategia de salud pública que tiene por objetivo mejorar la accesibilidad a medicamentos esenciales por parte de la población, especialmente de aquellas de escasos recursos económicos, enmarcado en los lineamientos de lucha contra la pobreza y descentralización". Esta estrategia, trabaja de la mano con un software llamado SISMED, el cual está implementado a nivel nacional, tanto en hospitales como en establecimientos de salud desde puestos categoría 1-1 hasta centros de salud 1-4, el presente trabajo de investigación se ha desarrollado en el departamento de farmacia del Hospital Regional Guillermo Díaz de la Vega (HRGDV) de la ciudad de Abancay, Región Apurímac.

Cualquier tipo de sistema de información debe estar diseñado para responder a los requerimientos del usuario, entregando todas las funcionalidades necesarias que fueron detalladas a lo largo del ciclo de vida del desarrollo del producto. Durante el proceso de desarrollo de software se deben considerar aspectos de calidad como: completitud, correctitud, mantenibilidad, etc., pues el cumplimiento de cada uno de estos atributos garantiza un software de calidad. Sin embargo, atributos como la completitud funcional no son tan fáciles de definir, existe una brecha entre los requisitos capturados por el analista y los requisitos del producto final, y como consecuencia podrían presentarse incompletitud en las tareas que el software ejecuta, por tal motivo se presenta una propuesta de un modelo conceptual granulara para la completitud funcional.

El HRGDV, cuenta con un sistema de información creado en Visual Fox Pro v6, SISMED (Herramienta de apoyo utilizado por las farmacias del Ministerio de salud, para la gestión de medicamentos e insumos. Actualmente se encuentra en su versión 2.1.0 en el departamento de farmacia del HRGDV); que tiene inexactitudes en los procesos de cálculos del stock de medicamentos e insumos médicos-quirúrgicos, esto sucede cuando se realiza una operación en el sistema y esta no se ejecuta de forma completa, ello puede ser debido a una interferencia de comunicación en la red, lo que conlleva a que el stock registrado en la base de datos no sea igual al número físico real existente.

En entornos críticos, como es el de la salud, el tiempo de respuesta de los procesos administrativos es de vital importancia; estudios realizados en centros de salud demuestran que, ante un menor tiempo de espera, aumenta la percepción de satisfacción por parte de los usuarios [6]. Por tal motivo la presente investigación tiene la intención de desarrollar e implementar un sistema en arquitectura de N-Tier, y así mejorar la administración y gestión de medicamentos e insumos en el Departamento de Farmacia del HRGDV.

## 2. Materiales y métodos

Materiales para recolección de datos:

- Manual de usuario del SISMED AÑO/ EDITORIAL DATOS DEL MUAL
- Entrevista al personal usuario del sistema SISMED: Farmacia central, emergencia, de la unidad de cuidado intensivo, sala de operaciones y almacén especializado.
- Encuestas escritas respecto a la satisfacción de usuario.
- Registros de recetas de los servicios de: Sala de operaciones, UCI, emergencia, traumatología, consultorios externos. Venta al

público

- Registros de informe de consumo integrado (ICI)
- Reportes de alta de pacientes particulares y pacientes asegurados al SIS
- Revisión de tesis y artículos científicos relacionadas al tema
- Guía de arquitectura N-capa orientada al dominio con.NET 4.0 AÑO/ EDITORIAL DATOS DEL MANUAL (de la Torre et al. 2011).

### Métodos

Para la recolección de datos y análisis de las fallas en el software SISMED v2.0.1 se aplicaron encuestas y entrevista a los trabajadores de la farmacia del HGDV, las fallas detectadas por los usuarios, fueron exploradas y analizadas para confirmar su existencia, basado en estos resultados se inicia el desarrollo del sistema N-TIER, dicho desarrollo se hace aplicando la metodología XP, que permite trabajar de forma coordinada con el usuario, haciendo iteraciones continuas que permitan ver el avance real del producto. Las tareas incluidas son: planeación, diseño, codificación, pruebas.

El diseño de base de datos se realizó a través de modelamiento en SQL SERVER, se implementó un módulo para el análisis de disponibilidad, este fue evaluado haciendo una comparación estadística para demostrar si existe diferencia significativa al usar el módulo del sistema N-TIER versus el método tradicional en Excel aplicado actualmente por la farmacia.

Así mismo se propuso un Modelo conceptual granular para definición de requisitos para evaluar la completitud funcional, el cual está compuesto de los siguientes componentes:

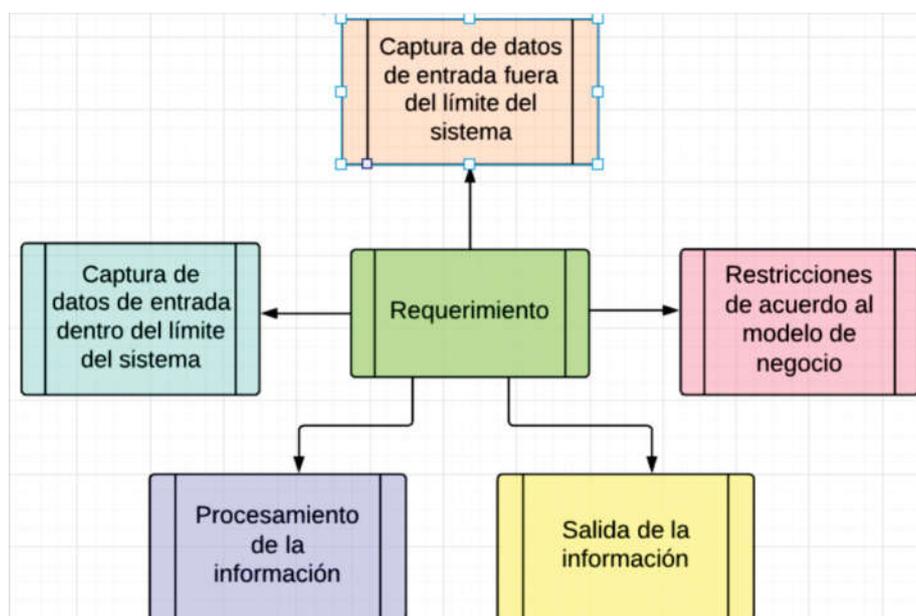


Fig. . Arquitectura N-Tier

El detalle de la definición conceptual del modelo y su aplicación se encuentra precisado en el trabajo de Huayllani y Rojas [7] y busca guiar al analista en cómo debe capturar los requerimientos funcionales en función a los siguientes aspectos:

- Captura de datos de entrada dentro del límite del sistema: se deben definir los requerimientos funcionales considerando datos requeridos en un proceso que provienen de otras tareas que el mismo sistema realiza, es decir, accediendo a la misma base de datos.
- Captura de datos de entrada fuera del límite del sistema: es cuando se deben recolectar datos de otras aplicaciones que pueden ser consumidas desde web services o sockets, las cuales sobrepasan los límites del sistema.
- Restricciones de acuerdo al modelo de negocio: se refiere a aquellas reglas impuestas por el modelo de negocio que describen sus políticas, estándares o convenciones en la ejecución de un proceso.
- Procesamiento de la información: se refiere a la transformación de la información o procesamiento de datos.
- Salida de la información: se refiere a capturar requisitos teniendo en cuenta cómo se presentará la información como resultado esperado.

## Resultados

Tabla 1. Descripción de los roles

Nro.	Rol	Descripción
1	Jefe del Departamento	Se trata de un profesional de la salud, la Químico farmacéutico se encarga de gestionar la venta y la adquisición de los medicamentos e insumos médicos
2	Jefe del Almacén Especializado de Dpto. de Farmacia	Se trata de un Químico Farmacéutico, que se encarga de gestionar la disponibilidad de medicamentos e insumos médicos, como la buena distribución de ellas, también se encarga de controlar el stock que coincida el stock en sistema como en físico
3	Kardista	Es el encargado de velar las consistencias de medicamentos e insumos médicos quirúrgicos del sistema con el físico.
4	Dispensador	Son los químicos farmacéuticos encargados de realizar el seguimiento de dosis de medicamentos a los pacientes. Son encargados de realizar el reporte de consumo del paciente
4	Expendedor	El técnico en farmacia se encarga de entregar los medicamentos e insumos de médicos quirúrgicos al paciente, así como también el registro al sistema de la receta médica atendida
6	Programador	Desarrollador de los sistemas de información.
7	Tester	Programador

Para evaluar la completitud funcional: Se comparó el modelo Brainstorming y el modelo conceptual granular para la obtención de los principales requisitos solicitados por los usuarios, con la finalidad de determinar cuál de ellas permite recopilar mejor los requisitos funcionales del usuario.

Los resultados de la Tabla 2, son los promedios obtenidos del cuestionario realizado a los dos grupos de usuarios, sobre la completitud de las tareas reflejadas en el documento de especificación de requisitos, se realizaron dos revisiones para el mismo requisito funcional, en el cual se hizo una comparación entre los subcriterios obtenidos por cada analista. Los usuarios puntuaron con una calificación entre 0 y 10, si la lista de funciones descritas en el requerimiento era el reflejo del flujo normal del proceso.

Tabla 2. Descripción estadística del modelo de completitud funcional

Medida	Review	Mean	Std. deviation
FR_1_proposed_model	1	8.3333	0.8876
FR_1_proposed_model	2	9.0833	0.7929
FR_1_under_Brainstorming	1	7.0833	0.7929
FR_1_under_Brainstorming	2	8.6666	0.8876
FR_2_proposed_model	1	8.3333	0.8876
FR_2_proposed_model	2	9.1666	0.7177
FR_2_under_Brainstorming	1	8.0333	1.1645
FR_2_under_Brainstorming	2	8.5	1

Los resultados presentados en la Tabla 2, indican que los requerimientos funcionales descritos bajo el modelo propuesto, obtiene una media más alta tanto en la primera, como en la segunda revisión, frente a la descripción de requerimientos hecha bajo la técnica de Brainstorming.

## Arquitectura de sistema

### Estructura del sistema

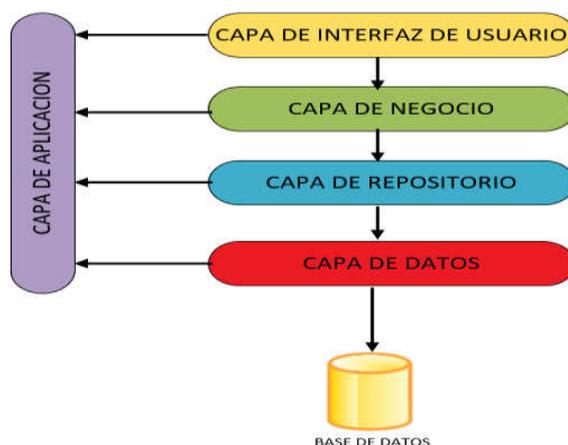


Fig. 2. Arquitectura N-Tier

El sistema de información en N-TIER ha sido desarrollado para resolver el problema en la demora en procesamiento de las de las recetas médicas, se planteó la siguiente arquitectura usada es la siguiente.

Cada capa tiene un rol y responsabilidad única con la aplicación.

El patrón no define cuántas capas son ni de qué tipo debe ser.

La capa superior tiene conocimiento de la capa inferior, las capas inferiores no deben tener ningún conocimiento de las capas superiores lo cual se garantiza que la dependencia esté bien organizada.

Cada capa tiene crear una abstracción de la funcionalidad que está teniendo.

Los componentes de cada capa solo deben hacer tareas relacionadas con la capa.

### Comprobación del tiempo de espera

#### Comprobación del tiempo de procesamiento y reprocesamiento de una receta.

Se verificó el tiempo que demora en procesar una receta con el sistema SISMED versus el tiempo de procesamiento del sistema informático desarrollado en N-TIER; se trabajó la data estadística con un nivel de significancia de 5% ó 0.05. asimismo, dado que tenemos dos valores experimentales hemos considerado que el método estadístico más apropiado es el de t pareado, para ello debemos definir si las varianzas son homogéneas o no, aplicando el estadístico F.

Tabla 3. Tiempo requerido para realizar transacciones en segundos

VALORES PROMEDIOS	N- Datos	Evaluar Disponibilidad (S)	Total de (S) al Procesar una Receta	Total (S) al Reprocesar una Receta
SISTEMA DE INFORMACIÓN EN N -Tier	366	9.89	17.36	54.45
SISMED 2.1.0	366	44.67	277.00	690.11

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3, se presentan los valores promedios obtenidos en una misma cantidad de datos (366) los cuales han sido evaluados con el Sistema de Información n-tier y con el SISMED 2.1.0, obteniéndose que con el primero se tienen 17.36 seg. y con el segundo 277.00 seg. como tiempo total al procesar una receta.

Tabla 4. Análisis de varianza: Prueba F, para determinar diferencia en procesamiento entre SISMED versus N-TIER

Prueba F	Sistema N -Tier	SISMED
Media	17.358	276.556
Varianza	21.650	9635.017
Grados de libertad	364.000	364.000
F	0.002	
Valor crítico para F (una cola)	0.841	

Fuente: Datos procesados con el MS Excel- herramienta análisis de datos.

Tenemos que el valor crítico de F, es decir el valor teórico de tablas, es de 0.841 y el valor F experimental, el obtenido al procesar nuestros datos es de 0.002, se encuentra dentro del valor F crítico, por lo que se concluye que las varianzas son iguales, al procesar los datos obtenidos respecto al tiempo en que se demora en procesar una receta.

Tabla 5. Prueba T pareada de varianzas homogéneas, para determinar diferencia en procesamiento entre SISMED versus N-TIER

Pruebat varianzas iguales	SISTEMA N-TIER	SISMED
Media	17.34	276.55
Varianza	21.59	9635.02
Grados de libertad	728	
Estadístico t	-50.40	
Valor crítico det (dos colas)	1.96	

Fuente: Datos procesados con el MS Excel- herramienta análisis de datos.

Como se observa en la Tabla N°2, el valor estadístico t, experimental es -50.40 y el valor crítico de t (dos colas) es decir el valor teórico es de 1.96. frente a ello concluimos que nuestro valor experimental está fuera del valor teórico, es decir hay diferencia, por los que tenemos evidencia estadística para demostrar que existe diferencia significativa entre los tiempos que toma usar el software SISMED versus sistema de información en N-Tier, siendo el software SISMED el que genera mayor tiempo en procesar una receta.

### Comprobación del nivel de disponibilidad

El tiempo que toma calcular manualmente la disponibilidad de medicamentos y dispositivos médicos, es igual que el tiempo que tarda

calcular la data de disponibilidad de medicamentos y dispositivos médicos con el sistema informático de N-Tier.

Tabla 6. Tiempo empleado en calcular el % de disponibilidad de medicamentos y dispositivos médicos.

INDICADOR	Excel			N-TIER		
	Nº Productos	Porcentaje de disponibilidad	Tiempo para calcular (min)	Nº Productos	Porcentaje de disponibilidad	Tiempo para (min)
SUBSTOCK	76	15.26	5	76	15.26	0.2
SOBRESTOCK	248	49.8	7	248	49.8	0.2
DESABASTECI MIENTO	23	4.62	5	23	4.62	0.2
NORMOSTOCK	136	27.31	6	136	27.31	0.2
SINROTACION	15	3.01	5	15	3.01	0.2
Total de ítems evaluados	498	100	28	498	100	1.00

Fuente: Elaboración propia, basada en la data generada por el departamento de farmacia.

Tanto la hoja Excel como el sistema informático diseñado en N-Tier, pueden contabilizar el mismo número de ítems, la diferencia más relevante en ellos es el tiempo en el que se demoran obtener el nivel de disponibilidad, para ello se analizaron los datos obtenidos con la herramienta análisis de datos de Excel.

Tabla 7. Prueba t para medias de dos muestras

Parámetros estadísticos	Tiempo para calcular el % de disponibilidad (min)	Tiempo para calcular el % de disponibilidad (min)
Media	5.6	0.2
Varianza	0.8	0
Observaciones	5	5
Grados de libertad	4	
Estadístico t	13.5	
Valor crítico de t (dos colas)	2.8	

Fuente: Data procesada con la herramienta análisis de datos de Excel.

El valor t de tabla N° 4 es de 2.8 y nuestro valor t estadístico o experimental es de 13.5, si todos ellos los representamos en el diagrama de Gauss tenemos:

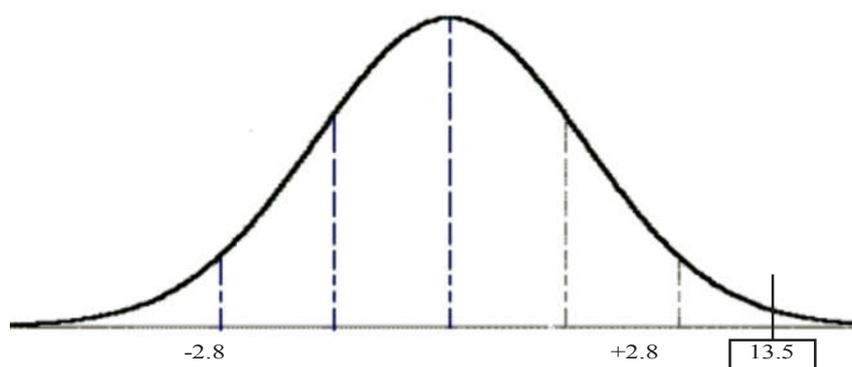


Fig. 3. Diagrama de Gauss para representar la posición donde se encuentran nuestros datos experimentales

Nuestro valor t experimental cae fuera del intervalo de significación de nuestro valor t teórico, por lo que se puede concluir, que los datos no son iguales, por lo tanto, estadísticamente se demuestra que el tiempo que se demora en procesar la data de disponibilidad haciendo uso de la hoja de Excel es diferente a al tiempo que se demora en procesar la data, haciendo uso del módulo de gestión del sistema informático de N-Tier. El módulo de disponibilidad, permitirá hacer análisis de disponibilidad en menor tiempo y en cualquier momento, no se requiere de cerrar el sistema para poder extraer la data y pasarla al Excel, esto permite agilizar los procesos en el departamento de farmacia.

#### 4. Conclusiones

Se aplicó el sistema de información en N-Tier diseñado bajo los propios requerimientos del departamento de Farmacia, reduciendo así el tiempo de procesamiento de recetas médicas, mejorando la atención al paciente y también optimizando los tiempos del personal de

farmacia.

El Sistema de información en N-Tier, es más ágil, se redujo el tiempo de procesamiento de recetas médicas, en un 93.73 % y el reprocesamiento en un 92.11%

Se diseñó un módulo de disponibilidad según los parámetros exigidos por la autoridad en medicamentos DIGEMID, tomando los requisitos del Manual de Disponibilidad del 2014. El sistema muestra el nivel de abastecimiento de medicamentos, dispositivos médicos y productos sanitarios de manera más ágil, que utilizando la hoja de cálculo manual que actualmente emplea el departamento de farmacia. Este módulo además permite hacer proyecciones de compras, requerimientos, de tal forma que el HRGDV no tenga desabastecimiento de todos los productos que maneja el departamento de farmacia y así poder mejorar la satisfacción del usuario.

Para el desarrollo de la completitud funcional del sistema informático en N-Tier, se comparó el modelo Brainstorming y un modelo propuesto: Modelo conceptual granular para definición de requisitos para evaluar la completitud funcional, donde se demuestra que los requerimientos funcionales descritos bajo el modelo propuesto, obtienen una media más alta tanto en la primera, como en la segunda revisión, frente a la descripción de requerimientos hecha bajo la técnica de Brainstorming, esto permitió recabar mejor las necesidades de los usuarios y así desarrollar el sistema N-Tier de manera más organizada y completa.

## 5. Referencias

- [1] M. B. Heluis y L. P. Winder Eusebio, «Análisis y diseño de un sistema de gestión de inventario para la farmacia de la Fundación Madre Herlinda Moises, basado en una categorización multicriterio ABC/VEN.», Universidad de Cartagena, 2013.
- [2] C. D. Lagos Fernández, «Implementación y puesta en marcha de un sistema automatizado de almacenamiento y dispensación de medicamentos, en farmacia central, del Hospital Padre Hurtado». Universidad de Chile, 2014, [En línea]. Disponible en: <http://www.tesis.uchile.cl/handle/2250/117325>.
- [3] J. C. Arroyo Olivera, J. Veliz, y A. Junior, «Sistema de Control de Farmacia para un centro de salud de nivel I-3», 2013.
- [4] A. R. Juan, «"Desarrollo de un sistema informático que valide y controle la información SISMED – enviada por los servicios de farmacia de los EESS del MINSa en la Región La Libertad», Universidad de San Pedro - Chimbote, 2015.
- [5] Congreso de la Republica, «Ley 29459», Diario Oficial el Peruano, Lima-Perú, nov. 25, 2009.
- [6] F. Camacho, R. Anderson, A. Safrit, A. S. Jones, y P. Hoffmann, «The relationship between patient's perceived waiting time and office-based practice satisfaction.», N. C. Med. J., 2006.
- [7] Huayllani, W. ;Rojas, H. (2020). A Granular Conceptual Model to Define Requirements for Evaluating the Functional Completeness of a Pharmacy Information System. WSSE 2020: Proceedings of the 2020 The 2nd World Symposium on Software Engineering. <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/3425329.3425344>.