



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE PRONÓSTICO EN EL CONSUMO DE  
MEDICAMENTO, UTILIZANDO EL MÉTODO DE SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL, PARA  
UN AÑO DE JORNADAS MÉDICAS EN ALDEAS DE UNA ONG UBICADA EN ANTIGUA  
GUATEMALA**

**Hector Manuel Calderón Nuila**

Asesorado por el Msc. Ing. Jose Luis Duque Franco

Guatemala, mayo de 2022



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE PRONÓSTICO EN EL CONSUMO DE  
MEDICAMENTO, UTILIZANDO EL MÉTODO DE SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL, PARA  
UN AÑO DE JORNADAS MÉDICAS EN ALDEAS DE UNA ONG UBICADA EN ANTIGUA  
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**HECTOR MANUEL CALDERÓN NUILA**  
ASESORADO POR EL MSC. JOSE LUIS DUQUE FRANCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO QUÍMICO**

GUATEMALA, MAYO DE 2022



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Adolfo Narciso Gramajo Antonio
EXAMINADOR	Ing. Víctor Herbert de León Morales
EXAMINADOR	Ing. Edgar Adolfo Reynoso Enríquez
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE PRONÓSTICO EN EL CONSUMO DE  
MEDICAMENTO, UTILIZANDO EL MÉTODO DE SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL, PARA  
UN AÑO DE JORNADAS MÉDICAS EN ALDEAS DE UNA ONG UBICADA EN ANTIGUA  
GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 30 de julio de 2021.

**Hector Manuel Calderón Nuila**





EEPFI-PP-0346-2022

Guatemala, 14 de enero de 2022

Director  
Williams G. Álvarez Mejía  
Escuela De Ingeniería Química  
Presente.

Estimado Ing. Álvarez

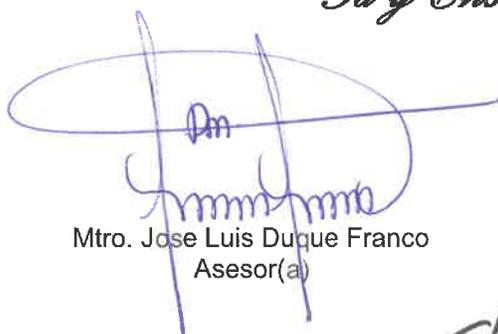
Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRONÓSTICO EN EL CONSUMO DE MEDICAMENTO, UTILIZANDO EL MÉTODO DE SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL, PARA UN AÑO DE JORNADAS MÉDICAS EN ALDEAS DE UNA ONG UBICADA EN ANTIGUA GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Operaciones - Gestión de almacenamiento, inventarios y distribución**, presentado por el estudiante **Héctor Manuel Calderon Nuila** carné número **9615456**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

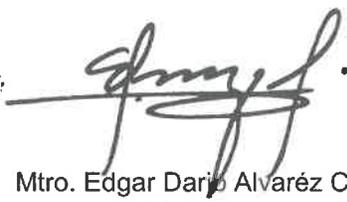


Mtro. Jose Luis Duque Franco  
Asesor(a)

Ing. JOSÉ LUIS DUQUE FRANCO, M.Sc.  
Ingeniero Industrial  
Colegiado No. 5459



Mtro. Carlos Humberto Aroche Sandoval  
Coordinador(a) de Maestría



Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería







EEP.EIQ.0346.2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Quimica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRONÓSTICO EN EL CONSUMO DE MEDICAMENTO, UTILIZANDO EL MÉTODO DE SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL, PARA UN AÑO DE JORNADAS MÉDICAS EN ALDEAS DE UNA ONG UBICADA EN ANTIGUA GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Héctor Manuel Calderon Nuila**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Williams G. Álvarez Mejía  
Director  
Escuela De Ingenieria Quimica

Guatemala, enero de 2022

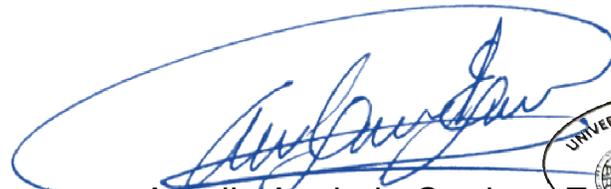


Decanato  
Facultad de Ingeniería  
24189101- 24189102  
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.346.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE PRONÓSTICO EN EL CONSUMO DE MEDICAMENTO, UTILIZANDO EL MÉTODO DE SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL, PARA UN AÑO DE JORNADAS MÉDICAS EN ALDEAS DE UNA ONG UBICADA EN ANTIGUA GUATEMALA**, presentado por: **Hector Manuel Calderón Nuila**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, mayo de 2022

AACE/gaoc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Dios**

Por darme la vida.

**Mis padres**

Alejandro Calderón y Silvia Nuila por traerme al mundo y guiarme a través de él; mi eterno agradecimiento por su apoyo y amor.

**Mi hermano**

Jose Alejandro Calderón Nuila, por su apoyo y compañía incondicional durante mi vida.

**Familia y amigos**

En especial a mi tía Margarita Dobias, por su apoyo incondicional en presencia y ausencia de mis padres.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la <i>alma mater</i> que permitió nutrirme de conocimientos.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por proporcionarme los conocimientos que me permitieron realizar este trabajo de graduación.
<b>Escuela de Estudios de Postgrado</b>	Por brindarme la información necesaria para realizar este diseño de investigación.
<b>Mis amigos</b>	Por acompañarme durante la carrera.
<b>Mi asesor</b>	Msc. Ing. Jose Luis Duque Franco, por guiarme durante el trabajo de graduación.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
4. JUSTIFICACIÓN .....	13
5. OBJETIVOS .....	15
5.1. General.....	15
5.2. Específicos .....	15
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN .....	17
7. MARCO TEÓRICO.....	19
7.1. ONG de ayuda médica .....	19
7.1.1. ¿Qué son las ONG? .....	19
7.1.2. ONG en Guatemala .....	21
7.1.3. Estructura de la ONG .....	21
7.1.4. Programas de la ONG .....	22

7.1.5.	Jornadas médicas en aldeas.....	23
7.1.6.	Cadena de suministro de la ONG.....	24
7.2.	Gestión de Inventarios .....	25
7.2.1.	Elaboración y gestión de inventario.....	26
7.2.2.	Ítems individuales o SKU.....	27
7.2.3.	Control de inventarios.....	27
7.2.4.	Elementos para la toma de decisiones.....	28
7.2.5.	Gestión de medicamentos.....	29
7.2.6.	Caducidad de medicamentos .....	31
7.3.	Sistema de pronósticos .....	31
7.3.1.	Introducción a los pronósticos .....	32
7.3.2.	Necesidad de los pronósticos.....	33
7.3.3.	Tipos de pronósticos .....	34
7.3.4.	Suavizamiento exponencial.....	36
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	39
9.	METODOLOGÍA .....	41
9.1.	Características del estudio.....	41
9.2.	Unidades de análisis .....	41
9.3.	Variables e indicadores.....	43
9.4.	Fases del estudio.....	45
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS.....	47
11.	CRONOGRAMA .....	49
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	51

REFERENCIAS .....	53
APÉNDICES .....	59
ANEXOS .....	63



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1. Organigrama de la organización .....22

## TABLAS

- I. Segmento de formulario de medicamentos .....25
- II. Objetivos de la comisión de farmacoterapia .....30
- III. Los sistemas de pronósticos y la demanda observada .....35
- IV. Control de inventarios y sistemas de pronósticos de acuerdo con la clasificación ABC .....36
- V. Valores y resultados para el tamaño de muestra .....42
- VI. Definición de variables .....43
- VII. Matriz de variables e indicadores .....44
- VIII. Cronograma de trabajo de investigación .....49
- IX. Recursos necesarios para la investigación .....51



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
$Qty_{Med}$	Cantidad de medicamento
$\alpha$	Constante de suavización (inicialmente $0 \leq \alpha \leq 1$ )
$Costo_F$	Costo de medicamentos formulario actual
$Costo_{NF}$	Costo de medicamentos nuevo formulario
$Costo_{HHF}$	Costo horas hombre formulario
$Costo_{HHNF}$	Costo horas hombre nuevo formulario
$Costo_{Hora}$	Costo por hora
$x_T$	Demanda real observada al final del período actual T
$\sigma$	Desviación estándar de la población 0.5 convencional
XIX	Diecinueve
$\Delta Costo$	Diferencia de costo
$\Delta Costo_{HH}$	Diferencia de costo de hora hombre
$\Delta\%$	Diferencia de porcentaje
$e$	Error de estimación máximo esperado
HH	Horas hombre
HHNF	Horas hombre nuevo formulario
Z	Parámetro estadístico del nivel de confianza
%	Porcentaje
$\%_F$	Porcentaje de consumo formulario
$\%_{NF}$	Porcentaje de consumo nuevo formulario
$Precio_{Med}$	Precio de medicamento
$S_{T-1}$	Pronóstico anterior, es decir al final del período T-1
$S_T$	Pronóstico realizado al final del período T

<b><math>\Sigma</math></b>	Sumatoria
<b>n</b>	Tamaño de la muestra
<b>N</b>	Tamaño de la población

## GLOSARIO

<b>Cadena de suministro</b>	Pasos que se requieren para conseguir un determinado producto desde su estado original en materias primas hasta que llega al cliente
<b>Costes o costos</b>	Cantidad de dinero que se da o se paga por algo o a cambio de algo
<b>Cualitativo</b>	Que está relacionado con la cualidad o con la calidad de algo
<b>Cuantitativo</b>	Que está relacionado con la cantidad o con la cantidad de algo
<b>Demanda</b>	La cantidad de bienes y servicios requeridos por un grupo de personas en un mercado determinado
<b>Diagrama de proceso</b>	Representación gráfica de los principales procesos que se llevan a cabo en una compañía
<b>Donaciones en especies</b>	Aquellas que, en lugar de aportar dinero en efectivo, aportan bienes o servicios
<b>Dosis</b>	Cantidad de medicamento que contiene la medida exacta de principio activo para que éste sea eficaz, efectivo y seguro para el paciente

<b>ECM</b>	Error cuadrático medio
<b>Flujo de efectivo</b>	Es la variación de entrada y salida de efectivo en un periodo determinado
<b>Formulario de medicamentos</b>	Listado de medicamentos con fuerza, cantidad de dosis y de medicamento por dosis y por equipo
<b>Horas hombre</b>	La cantidad de tiempo que emplea un trabajador realizando su actividad dentro de la empresa
<b>Indicadores</b>	Característica específica, observable y medible que puede ser usada para mostrar los cambios y progresos que está haciendo un programa
<b>Ítems individuales o SKU</b>	<i>Stock keeping unit</i> , es el número de referencia único de un producto, según aparece registrado en el sistema de la empresa
<b>MAD</b>	Desviación media absoluta
<b>Media aritmética</b>	Es el valor característico de una serie de datos cuantitativos
<b>ONG</b>	Organización no gubernamental
<b>Pareto</b>	Técnica que permite clasificar gráficamente la información de mayor a menor relevancia

<b>Punto de reorden</b>	Nivel de existencias señalado para reabastecer un artículo
<b>Sistema de Pronóstico</b>	La estimación sobre lo que se espera que pueda suceder respecto a una variable
<b>Stock</b>	Conjunto de mercancías o productos que se tienen almacenados



## **RESUMEN**

Los sistemas de salud ineficientes en países del tercer mundo son la causa de la creación de organizaciones no gubernativas, no lucrativas que tienen como objetivo suplir la necesidad de salud y cuidado médico que tiene la población de escasos recursos en estos países.

Las organizaciones de ayuda médica en Guatemala buscan proveer a la población de escasos recursos la atención médica que necesitan, a través de jornadas médicas en diferentes aldeas del país y la distribución del medicamento necesitado por esta población.

Uno de los retos de las organizaciones de ayuda médica es la buena gestión de medicamentos, ya que muchas veces se encuentran con falta de algún medicamento necesario durante una jornada o exceso de algún medicamento al final del año que termina por expirar su fecha de caducidad.

El presente trabajo de investigación busca analizar la gestión de inventarios de medicamento en una ONG de ayuda médica ubicada en Antigua Guatemala y diseñar un sistema de pronóstico de consumo de medicamento durante las jornadas médicas que optimice los procesos de adquisición y distribución de medicamentos, generando ahorros a la organización y asegurando que los pacientes reciban el medicamento necesario.



# 1. INTRODUCCIÓN

La realización de esta investigación de sistematización tiene como objetivo el diseño de un sistema de pronóstico en el consumo de medicamento utilizando el método de suavizamiento exponencial, para un año de jornadas médicas en aldeas de una ONG ubicada en Antigua Guatemala.

Esta necesidad surge de la cantidad de medicamento expirado al final del año de jornadas médicas y los costos de destrucción que debe absorber la organización debido a esto. Adicional al costo es importante mencionar el desperdicio del medicamento, el cual deja de ser utilizado por personas que pueden necesitarlo.

Es de suma importancia para la organización la implementación de un sistema de pronóstico de consumo de medicamentos para optimizar los procesos de compra y gestión de inventario de medicamentos que asegure que todo el medicamento es distribuido de manera racional y a las personas que lo necesitan, evitando el desperdicio de medicamentos y los costos asociados a esto.

Dentro de los aportes que se obtendrán de esta investigación está el modelo de pronóstico de consumo de medicamentos que facilitará la toma de decisiones durante el proceso de adquisición de estos y tendrá beneficios financieros para la organización reduciendo el costo de compra de medicamentos y el costo de destrucción del medicamento expirado.

El esquema de solución comprenderá de un sistema de pronóstico de consumo de cada medicamento en las diferentes jornadas médicas en aldeas, el cuál tomará como base el consumo histórico de cada medicamento.

El capítulo 1 está relacionado con el marco teórico, el cual se subdivide en tres, en el subcapítulo 1.1 se presentan los antecedentes de la ONG de ayuda médica, la estructura, programas, jornadas médicas y la cadena de suministro de la organización. En el subcapítulo 1.2 se desarrollan los conceptos relacionados con la unidad de análisis, la gestión, elaboración y control de inventarios, los ítems individuales, los elementos para la toma de decisiones y la caducidad de los medicamentos. En el subcapítulo 1.3 se presentan los conceptos e importancia de los pronósticos, la necesidad de estos, los tipos y las bondades del método de suavizamiento exponencial como base del diseño de un sistema de pronósticos. En el capítulo 2 se desarrollará la investigación, en el capítulo 3 se presentarán los resultados de la investigación y finalmente en el capítulo 4 se presentará la discusión de los resultados.

## 2. ANTECEDENTES

Vocal (2011) investigó la gestión de medicamentos de una ONG en Bolivia, abarcando la selección, programación, adquisición, almacenamiento y la entrega de medicamentos en una forma responsable.

En su trabajo se abarcan los puntos relevantes en la cadena de abastecimiento de medicamentos de esta ONG, la selección del tipo de medicinas que se deben escoger, las cantidades de cuanto inventario es el correcto, los requisitos que estas medicinas deben cumplir para su adquisición, almacenaje y distribución.

Este estudio ayudará a comprender de mejor manera la necesidad e importancia de tener un proceso definido para gestionar los medicamentos en la ONG de ayuda médica.

Contreras, Atziry, Martínez, y Sánchez (2016) en su artículo estudiaron la relevancia de incorporar sistemas de pronósticos en el análisis de la demanda en la cadena de abastecimiento de productos perecederos. Y presentan resultados de 4 técnicas de pronóstico aplicadas, entre ellas el suavizamiento exponencial, para volúmenes de ingresos y egresos de dos productos.

Si bien este estudio es basado en alimentos perecederos, no deja de ser valioso para la presente investigación, ya que marca un precedente de lo importante que es pronosticar la demanda de productos perecederos, tal es el caso de medicamentos que son la parte central de esta investigación.

Rodríguez (2018) en su investigación concluye que existe un escaso nivel de abastecimiento de medicamentos en el centro de salud público de Lima, donde el nivel de abastecimiento sólo alcanzó un 24.7 %.

La falta de medicinas básicas en los sistemas de salud es un mal que afecta a la mayoría de los países de Latinoamérica y Guatemala no es la excepción, de acá la necesidad que existan ONG's de ayuda médica que sean capaces de proveer asistencia médica a muchos guatemaltecos que lo necesitan.

En la investigación de Rodríguez (2018) sólo el 53.2 % de las recetas fueron suplidas al 100 %, elevando el gasto en medicamentos de muchos pacientes. Estos resultados son de mucha relevancia para el presente trabajo de investigación ya que el asegurar una cadena de abastecimiento de medicinas efectiva es de gran relevancia para la población atendida en las jornadas médicas.

En la investigación de Méndez y López (2014) se resalta la importancia de un método de estimación de la demanda, como decisión estratégica fundamental para una organización que busca la mejora. Y muestra resultados de mejoras en la desviación media absoluta del 10 % al implementar el modelo de pronóstico.

Las mejoras de estos autores también tuvieron resultados de reducción de existencias en inventarios como consecuencia de la optimización de su sistema de pronóstico de demanda, y que generaron mejoras en procesos de manipulación de inventario y distribución.

Estos resultados refuerzan la importancia de la implementación de un modelo de estimación de la demanda para cualquier organización, cómo la ONG bajo estudio, que ayudará a lograr los objetivos de mejoras esperados.

Pérez, Cifuentes, Vásquez, y Marcela (2013) en su investigación sostienen que la administración de inventarios es un área muy compleja y que esta administración es importante en el proceso de toma de decisiones, de la misma manera que lo son los sistemas de estimación de demanda.

El aporte de esta investigación es muy importante pues resalta la necesidad de un sistema de estimación de consumo de medicamentos en las jornadas médicas en aldeas, el cual reforzará el proceso de toma de decisión para la adquisición de medicinas.

Gonzáles (2015) investigó la administración de inventarios en entidades hospitalarias y encontró que estas manejan su inventario de una forma empírica que tiene como fundamento el conocimiento de los encargados de administrar estos, lo cual producía costos asociados debido al desabastecimiento de ciertos insumos y medicamentos. Propuso un modelo para administrar el inventario que incluye un estudio de cómo se comporta demanda, tiempo de reaprovisionamiento y sus costos, concluyendo que de haber implementado el modelo se hubiesen obtenido reducciones de estos entre el 81 % y 84 % en 2013 y 2014.

Esta investigación aporta mucho a este trabajo, ya que la administración de los medicamentos actual se hace de forma empírica, al igual que en los hospitales estudiados por Gonzales y también se busca el reducir costos al implementar un modelo de pronóstico y de administración para los medicamentos, lo cual representa un marco de referencia para esta investigación.

Lavanderry (2015) investigó el problema de administración de inventarios y el abastecimiento, el cual provoca que los costos se incrementen en la

operación de restaurantes de hamburguesas en Guatemala, y propuso una solución basada en el modelo de ABC para la administración de sus inventarios.

Esta investigación aporta valiosa información al presente trabajo, ya que en este se pretende investigar la gestión del inventario de medicamentos en la organización, con el objetivo de optimizar procesos y reducir costos. La investigación de Lavanderry (2015) no solo sirve como precedente, sino que también sirve como base para proponer un sistema de gestión de inventarios adecuado para la organización.

Manjarres y Mogollon (2017) resaltan que el escoger un modelo de pronósticos incorrectamente puede representar costos importantes al estar directamente relacionado con un sobre abastecimiento de algún producto que no se logra vender o el inventario agotado de ciertos productos que tienen demanda de venta.

Esta investigación sirve como antecedente y base al presente trabajo, ya que en este se pretende encontrar el modelo de pronósticos de consumo de medicamento que permita tener el inventario suficiente para distribuir a los pacientes necesitados, pero al mismo tiempo no tener un sobre inventario que genere más costos a la organización.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Contexto general

En una ONG de ayuda médica establecida en Antigua Guatemala, que distribuye medicamentos a través de jornadas médicas en aldeas se encontró que al final del año de jornadas se tiene un sobrante considerable de medicamentos y que el 38 % de estos ha expirado y no podrá ser utilizado en el siguiente año de jornadas.

- Descripción del problema

Cada año se compran medicamentos en Estados Unidos para abastecer a grupos de médicos voluntarios provenientes de dicho país, que vienen por una semana a realizar jornadas médicas en aldea, montando clínicas de diferentes especialidades. Con cada equipo de voluntarios se envía un set de 10 baúles llenos de medicamentos con las cantidades definidas en un formulario. Al final del año, se hace un inventario y clasificación del medicamento sobrante, separando lo vencido y próximo a vencer ya que debe ser enviado a destrucción

En el inventario realizado en el cuarto trimestre del año 2020, se obtuvo el resultado del 38 % de medicamentos sobrantes con fecha de expiración vencida. Este resultado afecta indicadores de la organización tales como el costo de destrucción de medicamento expirado, costo de horas hombre del personal que realiza la separación y pesaje del medicamento expirado y el costo elevado de la compra de medicamentos.

Estos costos adicionales impactan a la organización y en general a la población atendida ya que se corre el riesgo de suspender la atención médica. Entre las causas de tener estos altos porcentajes de medicamento expirado están la falta del control de inventario de medicamentos comprados en E.E.U.U. con una fecha de expiración menor a 18 meses; la ONG no lleva un registro del consumo de medicamentos de años anteriores por lo que tampoco se realiza una estimación de compra para el siguiente año.

- Formulación del problema

En este segmento se plantean la pregunta central y preguntas auxiliares de la investigación.

- Pregunta central

¿Cuál es el sistema de pronóstico que se debe utilizar para estimar el consumo de medicamento durante un año de jornadas en aldeas de una ONG de ayuda médica ubicada en Antigua Guatemala?

- Preguntas auxiliares

- ¿Cuáles son las causas por las que existe un alto porcentaje de medicamento sobrante expirado al final del año de jornadas médicas en aldeas?
- ¿Qué sistema de gestión de inventarios se puede implementar que sea efectivo y ayude a reducir el número de horas hombres invertidas en conteos de medicamento?

- ¿Qué beneficios se obtendrán de la implementación del sistema de pronóstico de consumo de medicamento durante un año de jornadas en aldeas?

- Delimitación del problema

La investigación será delimitada geográficamente, temporal y espacialmente.

- Límite temporal

La investigación durará desde el mes de mayo de 2021 hasta el mes de octubre de 2022.

- Límite geográfico

La investigación se realizará en el municipio de Antigua Guatemala, departamento de Sacatepéquez en una ONG de ayuda médica.

- Límite espacial

La investigación se realizará en la bodega de medicamentos de una ONG de ayuda médica.

- Viabilidad

Habiendo sido identificado el problema que se plantea dentro de la organización y la necesidad de optimizar el proceso de adquisición y reducir la

cantidad de medicamento que se debe destruir se enlistan a continuación los recursos necesarios para llevar a cabo la investigación:

- Datos históricos del consumo de medicamentos en las jornadas médicas en aldeas.
- Formulario de medicamentos.
- Tiempo de personal de bodega.
- Tiempo del investigador para realizar el análisis.

Considerando que los objetivos de la investigación se alinean con los de la organización y contando con la autorización para obtener el acceso a la información necesaria para efectuar el estudio y el tiempo del personal para la recolección de los datos, se valida la viabilidad de esta investigación.

- Consecuencias de la investigación

Realizar o no la investigación traerán consecuencias que beneficiarán o perjudicarán a la organización.

- De realizarse

El propósito de la investigación es reducir el porcentaje de medicamento sobrante expirado a menos del 10 %, lo que supondría varios beneficios tales como son: la reducción de costos por compra de medicamentos y por la destrucción de los medicamentos vencidos. También se espera la reducción de tiempo y costo de horas hombres en el proceso de inventario y separación de medicamentos expirados.

- De no realizarse

En caso de que no se realice la investigación la organización continuará teniendo los mismos costos en la compra de medicamentos, las mismas cantidades de medicamento expirado al final del año de jornadas e incurriendo en los mismos gastos de destrucción de medicamento expirado, así como necesitando las mismas horas hombre utilizadas para la selección y separación de estos medicamentos.



## 4. JUSTIFICACIÓN

El estudio se sitúa dentro de la línea de investigación de Gestión de Almacenamiento, Inventarios y Distribución de la Maestría en Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, pues se enfoca en establecer una propuesta para diseñar un sistema de pronóstico en el consumo de medicamento para un año de jornadas médicas en aldeas de una ONG ubicada en Antigua Guatemala.

La necesidad de efectuar esta investigación es resolver el problema de medicamento sobrante vencido al final de un año de jornadas médicas en aldeas, que cada año resulta ser un porcentaje elevado de estos, y que lleva consigo costos adicionales de destrucción de este medicamento y de horas hombre utilizadas para la clasificación de estos al final del año. Estos altos porcentajes al final del año también reflejan en una sobre estimación en la compra de medicamentos.

La importancia de esta investigación es el impacto que tendrá no sólo en el presupuesto y gasto de la organización, sino también en la población atendida, puesto que se hará más eficiente el proceso de compra de medicamentos y al mismo tiempo se asegurará que haya disponibilidad de medicamentos vigentes para que los pacientes atendidos reciban su tratamiento completo.

La motivación de esta investigación es mantener el suficiente medicamento para cubrir las necesidades de los pacientes durante las jornadas médicas en aldeas y al mismo tiempo evitar el desperdicio de medicamentos por la sobre estimación de consumo de estos.

Los beneficios de la investigación están relacionados con: beneficios financieros, como la reducción de costos en compra, clasificación y destrucción de medicamento y beneficios en procesos, tales como el tiempo necesario para la preparación de medicamentos para cada jornada, el tiempo necesario para la clasificación de medicamentos a final de año y el espacio necesario para el almacenamiento de los medicamentos en la bodega.

Los beneficiarios de esta investigación son la organización, los pacientes que se atenderán, ya que se asegurará que en cada jornada de aldeas exista la cantidad necesaria de cada medicamento para cubrir sus necesidades.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Diseñar un sistema pronóstico en el consumo de medicamentos, utilizando el método de suavizamiento exponencial, para un año de jornadas médicas en aldeas de una ONG ubicada en Antigua Guatemala.

### **5.2. Específicos**

- Determinar las causas por las cuales existe un alto porcentaje de medicamento sobrante expirado al final del año de jornadas médicas en aldeas.
- Evaluar qué método de gestión de inventario es el más efectivo y que ayude a reducir el número de horas hombre invertidas en conteos de medicamento.
- Determinar los beneficios que se obtendrán de la implementación un sistema de pronóstico de consumo de medicamento para un año de jornadas en aldeas.



## **6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

Este estudio surge de la necesidad de la organización de optimizar el proceso de compra y consumo de medicamentos para las jornadas médicas en aldeas. Regularmente cada año se compran las mismas cantidades de medicamentos que fueron establecidas en un listado por el equipo de médicos voluntarios que vienen a diferentes jornadas durante el año. Estas cantidades son determinadas sin tomar como base el consumo de medicamentos de los años anteriores, generando al final del año de jornadas un alto porcentaje de medicamento expirado que debe ser destruido.

El esquema de solución comprenderá la recolección de datos de consumo de medicamento durante cada jornada de aldeas, el análisis estadístico de los datos recolectados, el diseño de un sistema de pronóstico de consumo y la propuesta un nuevo formulario de medicamentos que cada año se ajustará utilizando el modelo de pronósticos. Este nuevo formulario se utilizará para estimar las cantidades de medicamento que se deben comprar para el siguiente año de jornadas, reduciendo no sólo el costo inicial de medicamento sino también el porcentaje de medicamento expirado al final del año, cubriendo con esto la necesidad de la organización de optimizar el uso de los recursos.



## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. ONG de ayuda médica**

Es una organización cristiana ecuménica no lucrativa que pretende mejorar las condiciones físicas, espirituales y económicas de los pobres en Guatemala a través de viajes misioneros quirúrgicos, médicos y dentales integrados y programas educativos de salud.

Rohloff, Kraemer y Dasgupta (2011) sugieren que las deficiencias del sistema de salud en Guatemala, la subcontratación de algunas actividades por parte del ministerio de salud y la comercialización de estos servicios en Guatemala desde la firma de la paz han trasladado progresivamente a las pequeñas ONG al negocio de llenar vacíos en áreas del país donde las actividades del estado han sido suspendidas o disminuidas.

#### **7.1.1. ¿Qué son las ONG?**

El concepto de ONG (Organización no Gubernamental) se remonta a la década de los años cincuenta en el ámbito de las Naciones Unidas como un organismo internacional no establecido por acuerdos gubernamentales. Una buena definición de una ONG es: "Fundación, asociación, sociedad, fideicomiso de caridad, corporación sin ánimo de lucro u otra persona jurídica que no sea considerada parte del sector gubernamental, reside en que las decisiones son a través de sus propios estatutos, cuenta con autodeterminación" (López, 2017. p. 142).

Según López (2017), en la actualidad no hay una definición homogénea y aceptada para conceptualizar a las ONG, pero se pueden observar dos grupos de definiciones: 1. Por sus rasgos operativos de carácter privado, sin fines de lucro y con la participación de voluntarios, y 2. Por su identidad y por presentar demandas, orientadas a intervenir a favor de sectores discriminados de la sociedad.

Las organizaciones no gubernamentales pertenecen a un sector privado no lucrativo, con fines públicos y que buscan completar o complementar acciones del gobierno y del mercado en general para cubrir necesidades sociales y promoviendo la participación de la sociedad en espacios desatendidos o pobremente atendidos tanto por el estado como por la dinámica del mercado. Estas pueden comprender una variedad de organizaciones, tales como: hospitales, universidades, clubs sociales, clubs deportivos, agencias familiares, organizaciones para proteger los derechos humanos, organizaciones de ayuda médica y muchas más.

Según Salamon, Anheier, List, y Wojciech (1999), a pesar de la variedad o diversidad de los tipos de organizaciones, estas comparten características comunes, tales como: son organizaciones, ya que tienen una presencia institucional y una estructura; privadas puesto que están desligadas institucionalmente del estado; no lucrativas pues su fin es el retorno de ganancias a los gerentes o dueños; autogobernadas y están fundamentalmente en control de sus propios asuntos; y tienen voluntariado, es decir que la membresía en ellas no es un requisito y que buscan contribuciones de voluntarios en tiempo o dinero.

### **7.1.2. ONG en Guatemala**

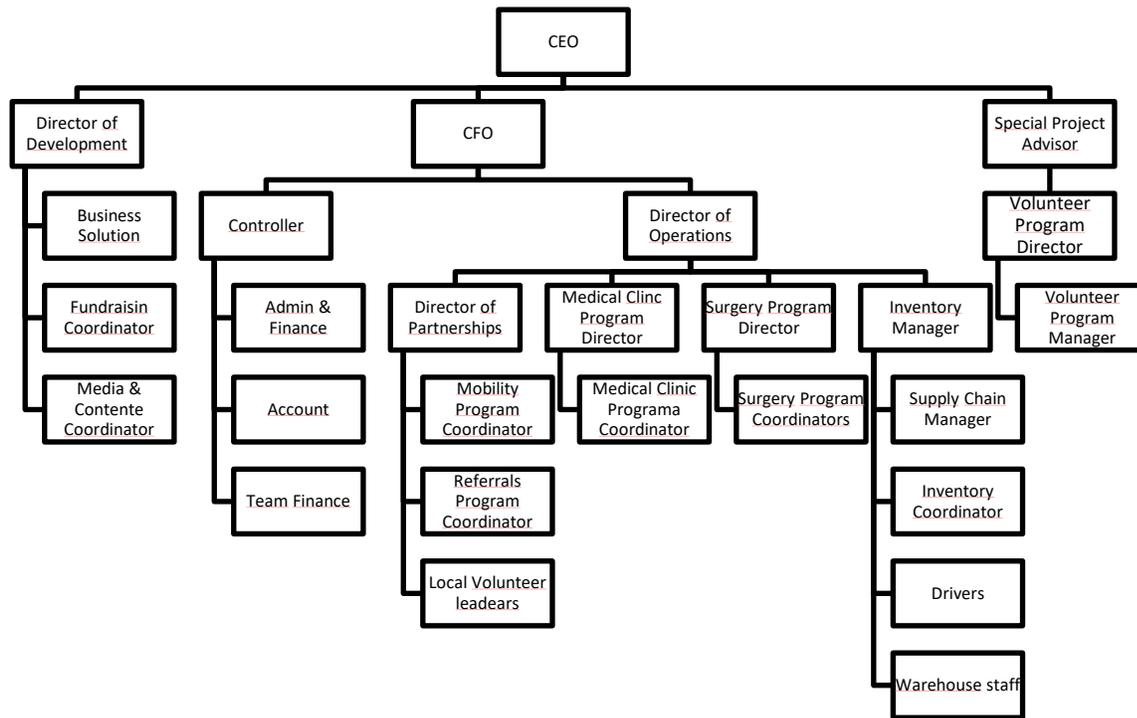
En Guatemala, una explosión en crecimiento del sector no gubernamental tiene sus raíces en dos eventos importantes en los años sesenta. El primero fue la alianza para el progreso de la administración de Kennedy que apuntaba a la ayuda destinada al soporte de cooperativas comunitarias y proyectos de modernización. El segundo evento fue el crecimiento generalizado de iniciativas de organización comunitaria en el área rural de comunidades indígenas (Rohloff *et al.*, 2011).

Según Rohloff *et al.*, (2011) muchos señalan los años después del terremoto de 1976 como el comienzo del trabajo de ayuda. Sin embargo, durante los años ochenta hubo una ralentización del desarrollo debido al conflicto armado en el país y no fue hasta finales de esta década y después de la firma de la paz en la década de los años noventa que empezó de nuevo el crecimiento de estas organizaciones.

### **7.1.3. Estructura de la ONG**

La organización de ayuda médica bajo estudio cuenta con oficinas en Estados Unidos y en Guatemala. La oficina en E.E.U.U se encarga de administrar las donaciones (en dinero o especies), los equipos voluntarios de doctores y de tomar las decisiones de alto nivel. En la oficina de Guatemala se encuentra la gestión de los diferentes programas de ayuda médica con los que cuenta la organización, finanzas locales y la bodega de insumos. La organización está estructurada como se enseña en la figura 1.

Figura 1. Organigrama de la organización



Fuente: elaboración propia.

#### 7.1.4. Programas de la ONG

Los programas de la organización comprenden diferentes áreas de salud y abarcan diferentes poblaciones y áreas del país. Entre los diferentes programas están: el programa de cirugías, el programa de aldeas (o clínicas médicas), el programa de movilidad y el programa de salud de la mujer.

El programa de cirugías se enfoca en atender a pacientes que necesitan diferentes tipos de procedimientos quirúrgicos en diferentes especializaciones. Los pacientes son reclutados durante las jornadas médicas de aldeas dónde se detectan los posibles candidatos para las jornadas de cirugía. Estas jornadas se

llevan a cabo en dos hospitales socios de la organización, uno ubicado en Antigua Guatemala y el otro ubicado en San Felipe, Retalhuleu.

El programa de movilidad está enfocado a pacientes con diferentes problemas de locomoción, incluyendo pacientes que tienen algún impedimento físico, así como pacientes que por su avanzada edad necesitan algún apoyo para su locomoción. En este programa se hace entrega de sillas de ruedas, andadores, bastones y muletas dependiendo la necesidad de cada paciente y la previa evaluación por un médico o fisioterapeuta.

El programa de salud de la mujer, cómo su nombre lo indica, se centra en la atención de pacientes de sexo femenino en donde se incluye no solo la atención médica, sino también educación de salud para todas las pacientes.

Finalmente se tiene el programa de clínicas médicas en aldeas que se desarrolla a través de 13 jornadas médicas durante un año calendario en diferentes aldeas del país. Durante las jornadas se atiende a todo tipo de pacientes en diferentes especialidades y se les proporciona medicamentos para diferentes tratamientos y también se reclutan pacientes con posibles necesidades de alguna cirugía.

#### **7.1.5. Jornadas médicas en aldeas**

Las jornadas médicas consisten en cuatro días de clínicas médicas en diferentes aldeas del país. Con anticipación se busca algún lugar cómo una escuela, iglesia o salón comunal donde se puedan montar las clínicas y atender a los pacientes. Cada paciente es atendido por doctores de diferentes especialidades, quienes luego de una consulta, diagnostican al paciente y le recetan los medicamentos y tratamiento que debe seguir. Como parte de la

jornada se monta una farmacia donde los medicamentos son entregados, de forma gratuita, a los pacientes según la receta del doctor.

Previo a que se lleve a cabo cada jornada, los medicamentos son preparados en diez baúles según el formulario de medicamentos de aldeas, el cual detalla el listado de medicamentos, la cantidad por dosis y el número de dosis que se deben incluir para cada jornada.

#### **7.1.6. Cadena de suministro en ONG**

El departamento de *Supply Chain* (cadena de suministro) es el encargado de recibir las donaciones en especie y de gestionar la compra de medicamentos e insumos médicos en Estados Unidos. Todos estos insumos son enviados desde la bodega en Houston, Texas a través de contenedores hacia a la bodega de la organización situada en Antigua Guatemala, dónde los diferentes insumos o medicamentos son preparados para las jornadas médicas de los diferentes programas de acuerdo con los listados definidos para cada uno.

El formulario de medicamentos para jornadas de aldeas fue desarrollado por un grupo de farmacéuticos voluntarios en colaboración con el staff del programa de aldeas. En este formulario está especificado el nombre del medicamento con su fuerza, la ubicación (Número de baúl y apartado), el nombre de la marca comúnmente conocida, la cantidad de medicamento por dosis, el número de dosis para cada equipo y el total de medicamento para cada equipo como se muestra en la tabla I.

Tabla I. **Segmento de formulario de medicamentos**

<b>Medication &amp; Strength</b>	<b>Location</b>	<b>Brand Name</b>	<b>Unit size</b>	<b>Units per team</b>	<b>Total per team</b>
Acetaminophen 325 mg tabs	1A,1B	Tylenol	20	500	10000
Acetaminophen 80 mg Chew	1C	Tylenol	20	135	2700

Fuente: elaboración propia.

## **7.2. Gestión de inventarios**

López (2014), define un inventario como la existencia de bienes que son mantenidos para su uso o venta en el futuro. Además, la administración de inventarios radica en mantener disponible los bienes en el momento que son requeridos, usando como fundamento políticas que hagan posible decidir el momento de reabastecer el inventario.

Según Meana (2017), el objetivo de los inventarios es la confirmación o verificación del tipo de existencias de las cuales dispone una empresa, a través de un conteo físico de los materiales existentes.

De acuerdo con Bustos y Chacón (2007), los inventarios representan los recursos que las organizaciones utilizan para lograr sus objetivos. Estos acarrear consigo complicaciones, que las organizaciones tratan de evitar reduciendo sus niveles al mínimo posible. Dando como resultado la necesidad del uso de sistemas de gestión de inventarios.

Para Vidal (2010), la administración de inventarios es un tema complejo dentro de administración de la cadena de suministro, ya que esta gestión es uno de problemas que se enfrenta cualquier administrador y que ocurre prácticamente en cualquier organización.

### 7.2.1. Elaboración y gestión de inventarios

López (2014) “La gestión de inventarios consiste en administrar los inventarios que se requiere mantener dentro de una organización para que tales elementos funcionen con la mayor efectividad y al menor coste posible” (p. 13).

Según Meana (2017), en la administración de inventarios se emplean sobre todo dos tipos de gestión: el modelo determinista y el modelo probabilístico. En el primero la demanda se conoce y es constante en el tiempo, y en el segundo cuando la demanda se desconoce y es necesario contar con un *stock* de seguridad.

López (2017) denomina estos modelos como modelo de gestión de demanda continua y modelos de gestión de demanda discreta. En el primer modelo los dos métodos básicos son la revisión continua con lote fijo y la revisión periódica con nivel máximo. En el segundo modelo los principales métodos son el método de punto de pedido o (s, S), el método de programación matemática y el método de Wagner *within*.

Los tipos inventario pueden ser clasificados en diferentes grupos: Inventario de materia prima y componentes, piezas de repuestos y de suministros industriales, productos terminados, y otros como productos en proceso, de previsión o de seguridad. También se pueden definir criterios para estos inventarios, pueden ser basados en el tiempo, como diarios, semanales, mensuales o anuales. Otro criterio es referente al grupo de materiales o insumos, cómo por ejemplo inventarios cíclicos o rotativos, por familia o por estantería. En resumen, hay diversas formas para realizar los inventarios y dependerá de las necesidades que tenga la organización.

### **7.2.2. Ítems Individuales o SKU**

SKU es el término adoptado para designar una unidad o ítem individual en el inventario. SKU es un término en inglés (*stock keeping unit*) adoptado y de uso normal para identificar a un ítem individual. Los SKU pueden clasificarse dentro del inventario como “A”, “B” o “C” según la demanda que tenga cada uno y la venta que este represente.

Vidal (2010) propone que normalmente los SKU “A” comprenden entre un 10 % y un 20 % de los productos de la organización y que representan entre el 60 % y el 80 % de la venta; los SKU “B” representan entre un 20 % y un 40 % del total de productos y tienen un valor entre el 20 % y 30 % de la venta; finalmente los SKU “C” lo constituyen el resto de los productos que generan el 10 % de la venta.

Esta clasificación también se puede realizar basado en el volumen de venta y no necesariamente del valor de venta total, esto dependerá de lo que sea más beneficioso para la organización en la gestión de su inventario.

### **7.2.3. Control de inventarios**

Vidal (2010), afirma que la administración de inventarios es algo complejo, pero podemos apoyarnos de diferentes técnicas que facilitan su manejo o administración. La mayor parte de estas técnicas son modelos que tienen fundamentos matemáticos y de optimización. Estos modelos son herramientas utilizadas para la toma de decisiones.

“Gran parte del control y la gestión de inventarios busca determinar las políticas y parámetros de control para producir el nivel de servicio deseado de la

manera más económica posible” (Vidal, 2010, p. 37). Todas las organizaciones de alguna u otra manera buscan controlar sus inventarios y utilizan diferentes herramientas o técnicas cuantitativas. Algunas las aplican con mayor rigor o intensidad que otras, pero el fin de todas es el mismo.

#### **7.2.4. Elementos para la toma de decisiones**

Existen algunos factores que afectan directamente la toma de decisiones dentro de la administración de inventarios. Cruz (2017) enumera tres factores importantes y que ser tomados en cuenta dentro de la administración del aprovisionamiento. Estos factores son el tiempo, la demanda y los costes.

Tomando en cuenta las variables descritas anteriormente se deben definir el tamaño, la estructura y la representación del inventario. El tamaño de inventario busca tener la cantidad suficiente para abastecer al cliente o al área productiva, pero al mismo tiempo que sea la cantidad menor posible que cumpla con estas condiciones y no genere sobre costos.

La estructura está determinada por el tamaño del inventario y se suele dividir en tres clases de inventarios. El primer inventario es el que mantiene el balance entre entradas y salidas de un insumo. El segundo inventario o *stock* de seguridad que se tiene para afrontar las variaciones en la demanda y el tercer inventario es el que se mantiene como provisión para crecimiento futuro en la demanda.

Y finalmente la representación del inventario es el comportamiento de este durante el tiempo, donde se pueden observar los picos en los momentos de adquisición o ingreso al almacén, su disminución durante la venta o utilización en

producción hasta llegar al punto de reorden o *stock* de seguridad, donde es necesario el reabastecimiento para evitar el consumo total del inventario.

Existe un conflicto básico entre inventario y disponibilidad, si bien se busca reducir los costes lo más posible, también es necesario tener la disponibilidad necesaria para suplir las necesidades de las empresas u organizaciones. Ambos lados tienen ventajas y desventajas y por esto es necesario encontrar el equilibrio entre el inventario y la disponibilidad de insumos. El tener una disponibilidad elevada disminuye o elimina el riesgo de costos de quiebre o falta de *stock* y se pueden tener beneficios por volúmenes de compra, sin embargo, esto también generará aumento en costos de almacenaje, la flexibilidad se ve comprometida, sin mencionar el impacto en el flujo de efectivo de la organización.

#### **7.2.5. Gestión de medicamentos**

Paladino, Hollman y Capello (2009) definen al medicamento como un producto de consumo que tiene características propias y se considera como una mercancía, y está sujeto a leyes del mercado, a los métodos de producción y publicidad, a los precios de mercado y otros factores como cualquier otro producto.

Paladino *et al.*, (2009) añaden que el uso irresponsable de las medicinas es un problema que tiene repercusión en todos los sectores de atención a la salud. Para comprender lo que significa el uso responsable de las medicinas se enumeran dos factores que incluye el despacho a los pacientes de las medicinas adecuadas para sus problemas de salud y en las dosis adecuadas que satisfagan estas necesidades en dosis, posología y tiempo adecuado.

Según Rodríguez y Roig (2020) la administración de medicinas es un desafío para países poco desarrollados, ya que carecen sistemas de administración que garanticen la existencia y calidad de los medicamentos, lo cual impacta directamente a las diferentes poblaciones en dichos países. Esto hace que sea necesario un modelo de administración de medicinas.

Para Paladino *et al.*, (2009) el mal uso de medicinas produce gastos y afecta el nivel de atención que se presta a los pacientes. Sugieren que una comisión de farmacoterapia optimiza la administración de medicinas y reduce los costos. Los objetivos de esta comisión se observan en la tabla II.

Tabla II. **Objetivos de la comisión de farmacoterapia**

TABLA I
OBJETIVOS DE LA COMISIÓN DE FARMACOTERAPIA
Asesorar en todos los aspectos relativos a la gestión farmacéutica.
Elaborar políticas farmacéuticas.
Evaluar y seleccionar los medicamentos de la lista del formulario.
Elaborar (o adaptar) y ejecutar las directrices terapéuticas normalizadas.
Evaluar el uso de medicamentos para detectar problemas.
Adoptar medidas destinadas a mejorar el uso de medicamentos.
Controlar las reacciones adversas a los medicamentos y los errores de medicación.
Informar a todos los miembros del personal sobre los problemas, políticas y decisiones relativas al uso de medicamentos.

Fuente: Paladino, Hollman y Capello (2009), *Gestión en medicamentos: costos y seguridad*.

### **7.2.6. Caducidad de medicamentos**

Burgos, Vargas, Sandoval y Robles (2006) definen el período de caducidad de los medicamentos como el tiempo durante el cual un lote de producción de una medicina se encuentra dentro de las especificaciones definidas, siempre que se conserve en las condiciones de almacenaje necesarias. También definen tres factores del ambiente de las cuales los medicamentos deben ser protegidos para evitar que se deterioren y pierdan su actividad farmacológica. Estos factores son la humedad, la luz y el calor.

Debido a estos factores mencionados y al período de expiración de los medicamentos, es necesaria la implementación de un sistema de administración de inventario, que asegure no sólo que los medicamentos utilizados estén dentro del período de vigencia de estos, sino que también cumplan con las condiciones necesarias para su almacenamiento.

### **7.3. Sistemas de pronósticos**

Vidal (2010) expresa que: “Prácticamente en todo proceso de decisión, en cualquier tipo de organización, debe pronosticarse una o más variables de interés” (p. 63).

En la industria productiva es necesario estimar los materiales son necesarios para cubrir la demanda de producción, decidir la construcción de una planta nueva generadora requiere de estimaciones de demanda de energía, en una empresa que comercializa bienes es necesario conocer la demanda de los clientes, en la industria de los restaurantes se deben estimar cuantos clientes tendrán para calcular la cantidad de personal que deben asignar y de la misma

manera para cada tipo de organización. Los pronósticos son realizados para guiar las decisiones de las organizaciones.

### **7.3.1. Introducción a los pronósticos**

Según Hanke y Wicherm (2006) muchas de las técnicas utilizadas actualmente fueron desarrolladas en el siglo XIX. El desarrollo de estas técnicas sumado al avance de las computadoras personales, la realización de pronósticos ha adquirido mucha atención.

Hyndman y Athanasopoulos (2021) señalan que los pronósticos pueden ser necesarios para varios años en las inversiones de capital o de pocos minutos como en la industria de las telecomunicaciones. Cualesquiera que sean las circunstancias o el horizonte de tiempo, los pronósticos son de mucha ayuda para una planeación efectiva y eficiente.

Hay algunas cosas que son más fáciles de pronosticar que otras. Hyndman y Athanasopoulos (2021) proponen cuatro factores de muchos que existen, que determinan la predictibilidad de un evento o una cantidad. 1. Qué tan bien se entiende los factores que contribuyen a esta; 2. Cuanta data está disponible; 3. Qué tan similar es el futuro al pasado; y 4. Si los pronósticos pueden afectar lo que estamos tratando de pronosticar.

Por su parte Diebold (2006) aseguran que los pronósticos son hechos para guiar las decisiones en una variedad de campos y enumeran varios campos o áreas donde los pronósticos son utilizados: planeación y control de operaciones, mercadeo, economía, gobiernos, gestión de activos financieros, gestión del riesgo financiero, presupuestos de empresas o de gobierno, demografía y gestión de crisis entre otros.

### **7.3.2. Necesidad de los pronósticos**

Si bien todas las organizaciones o empresas operan en un ambiente de incertidumbre, igual deben tomar decisiones que afectarán su futuro. Este es el detonante por el cual es necesario el uso de pronósticos, aun cuando estos siempre tendrán un grado de imprecisión.

Vidal (2010) expresa que: “El primer aspecto que debe tenerse en cuenta es que los pronósticos de demanda siempre estarán errados” (p. 64). Esta aseveración es correcta, ya que los pronósticos intentan predecir el futuro, lo cual es imposible lograr al cien por ciento. Sin embargo, es importante entender de dónde vienen los errores de los pronósticos ya que esto ayudará a gestionar de mejor manera nuestros inventarios, mediante la utilización de un inventario de seguridad, por ejemplo.

Hyndman y Athanasopoulos (2021) describen a los pronósticos como una tarea estadística de negocios común, que ayuda a sustentar las decisiones de programación de producción, transporte y personal, y que provee un guía a largo plazo para la planificación estratégica.

Podemos decir que en resumen los pronósticos son necesarios en casi todo tipo de organizaciones o empresas, ya que nos ayudan a la toma de decisiones a corto plazo, mediano plazo y largo plazo. Estos también nos ayudarán a realizar una buena planificación para poder lograr las metas o los objetivos planteados.

### **7.3.3. Tipos de pronósticos**

Diebold (2006) explica que los pronósticos están inextricablemente vinculados a la construcción de modelos estadísticos. Antes de que se pueda pronosticar una variable de interés, se debe construir un modelo para ello y estimar los parámetros del modelo usando los datos observados históricamente.

Según Hanke y Wicherm (2006) los pronósticos se pueden clasificar como de largo o corto plazo dependiendo del tiempo a futuro que se intente pronosticar, también se pueden clasificar en términos de su posición dentro de entorno micro o macro, y finalmente se pueden clasificar según sean cuantitativos o cualitativos.

Diebold (2006) también resalta seis consideraciones básicas para una pronosticación exitosa. 1. El ambiente de la decisión a tomar; 2. El objeto del pronóstico; 3. En qué estado esperamos los pronósticos (un número o un rango); 4. El límite del pronóstico; 5. La información tomada como base; y 6. El método y la complejidad del pronóstico.

Hyndman y Athanasopoulos (2021) resaltan que para que un pronóstico cuantitativo pueda ser aplicado, se debe cumplir con dos condiciones: 1. Está disponible información numérica acerca del pasado; y 2. Es razonable asumir que algunos aspectos de los patrones del pasado continuarán en el futuro.

Vidal (2010) también abarca una serie de tipos de pronósticos que pueden ser utilizados. Entre estos métodos están los cualitativos, las series de tiempo, los causales, por analogía, las simulaciones y las combinaciones de los métodos anteriores. En las tablas III y IV se observan la relación entre los pronósticos, la demanda observada y la clasificación ABC de inventarios.

**Tabla III. Los sistemas de pronósticos y la demanda observada**

**Tabla 3.2. Los sistemas de pronósticos y el patrón de demanda observado**

<b>Patrón de demanda observado</b>	<b>Sistema de pronóstico recomendado</b>
Perpetua, estable o uniforme	Promedio móvil o suavización exponencial simple
Con tendencia creciente o decreciente	Regresión lineal simple o suavización exponencial doble
Estacional o periódica	Modelos periódicos de Winters
Demandas altamente correlacionadas	Métodos integrados de promedios móviles auto-regresivos (ARIMA)
Errática (Por ejemplo, en ítems clase A de bajo movimiento)	Pronóstico combinado de tiempo entre la ocurrencia de demandas consecutivas y la magnitud de las transacciones individuales (Método de Croston y relacionados)

Fuente: Vidal (2010). *Fundamentos de control y gestión de inventarios*

Tabla IV. **Control de inventarios y sistemas de pronósticos de acuerdo con la clasificación ABC**

**Tabla 3.1. Control de inventarios y sistemas de pronósticos de acuerdo con la clasificación ABC**

Características	Políticas de control	Métodos de control
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ítems clase A</b> (los más importantes)</li> <li>• Relativamente pocos ítems</li> <li>• El mayor porcentaje del volumen de ventas (en \$)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control estricto con supervisión personal</li> <li>• Comunicación directa con la administración y los proveedores</li> <li>• Aproximación a <i>JIT</i> e inventario balanceado</li> <li>• Cubrimiento de existencias entre 1 y 4 semanas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo frecuente o continuo</li> <li>• Registros precisos</li> <li>• Pronósticos con suavización exponencial doble</li> <li>• Políticas basadas en el nivel de servicio al cliente</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ítems clase B</b></li> <li>• Ítems importantes</li> <li>• Volumen de ventas (en \$) considerable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control clásico de inventarios</li> <li>• Administración por excepción</li> <li>• Cubrimiento de existencias entre 2 y 8 semanas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de control computarizado clásico</li> <li>• Pronósticos con suavización exponencial simple</li> <li>• Reporte por excepciones</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ítems clase C</b></li> <li>• Muchos ítems</li> <li>• Bajo volumen de ventas (en \$), pocos movimientos o ítems de muy bajo valor unitario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisión mínima</li> <li>• Pedidos bajo orden</li> <li>• Tamaños de orden grandes</li> <li>• Políticas de cero o de alto inventario de seguridad</li> <li>• Cubrimiento de existencias entre 3 y 20 semanas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de control simple</li> <li>• Promedio móvil (aceptar el pronóstico)</li> <li>• Evitar agotados y exceso de inventario</li> <li>• Larga frecuencia de órdenes</li> <li>• Sistema automático</li> </ul>

Fuente: Vidal (2010). *Fundamentos de control y gestión de inventarios*.

#### 7.3.4. Suavizamiento exponencial

De acuerdo con Hyndman y Athanasopoulos (2021) el suavizamiento exponencial fue propuesto a finales de los años cincuenta y ha motivado algunos de los más exitosos métodos de pronósticos.

Los pronósticos obtenidos mediante métodos que utilizan el suavizamiento exponencial son promedios ponderados de eventos pasados, con estas ponderaciones disminuyendo exponencialmente a medida que los eventos

son más antiguos. El suavizamiento exponencial también es llamado suavizamiento exponencial simple o suavizamiento exponencial sencillo.

Vidal (2010) propone la ecuación básica de la suavización exponencial donde se aplica un valor  $\alpha$  al último evento de la demanda y un valor  $(1-\alpha)$  al pronóstico anterior, a través de la operación siguiente:

$$S_T = \alpha x_T + (1 - \alpha)S_{T-1}$$

Donde:

$S_T$  = Pronóstico hecho al final del período  $T$

$S_{T-1}$  = Pronóstico al finalizar el período  $T-1$

$x_T$  = Demanda real obtenida al final del período actual  $T$

$\alpha$  = Constante de suavización ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )

Se puede interpretar  $S_T$  como el promedio ponderado de los eventos anteriores. Para esto se sustituye  $S_{T-1}$  en la ecuación anterior por la operación equivalente para este evento y se continúa el proceso sustituyendo para cada evento como se muestra a continuación:

$$S_T = \alpha x_T + (1 - \alpha)S_{T-1}$$

$$S_T = \alpha x_T + (1 - \alpha)[\alpha x_{T-1} + (1 - \alpha)S_{T-2}]$$

$$S_T = \alpha x_T + \alpha(1 - \alpha)x_{T-1} + (1 - \alpha)^2 S_{T-2}$$

$$S_T = \alpha x_T + \alpha(1 - \alpha)x_{T-1} + (1 - \alpha)^2 [\alpha x_{T-2} + (1 - \alpha)S_{T-3}]$$

$$S_T = \alpha x_T + \alpha(1 - \alpha)x_{T-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 x_{T-2} + (1 - \alpha)^3 S_{T-3}]$$

Al continuar con la sustitución de los términos de la misma manera, se obtiene la fórmula:

$$S_T = \alpha \sum_{k=0}^{T-1} (1 - \alpha)^k x_{T-k} + (1 - \alpha)^T S_0$$

Como se observa, a medida que se retrocede en el tiempo, los pesos aplicados a cada dato real observado disminuyen exponencialmente con una razón geométrica igual a  $(1 - \alpha)$ ; de acá el nombre de suavizamiento exponencial.

Los resultados de los pronósticos de suavizamiento exponencial dependen de qué valor se le asigne a la constante de suavizamiento  $\alpha$ . Se recomienda que este valor no sea ni muy alto o muy bajo, ya que de este valor dependerá la capacidad de respuesta a cambios posibles. Según Vidal (2010) con base en la experiencia un valor para  $\alpha$  entre 0.01 y 0.30 es el más adecuado. Valores altos por encima de 0.30 hacen responder de manera acelerada al modelo de pronósticos ya que le dan mucho valor al último dato real de demanda. Por otro lado, valores muy pequeños por debajo de 0.01 no responderán de forma efectiva ante la posibilidad de cambios reales en la demanda.

Una forma para determinar el valor de  $\alpha$  más adecuado para el pronóstico es a través del uso de datos históricos, usándolos para realizar una simulación del pronóstico. Se toman como referencia los primeros datos reales y los resultados se comparan y evalúan contra los datos reales más nuevos, haciendo uso de la desviación media absoluta (MAD) o el error cuadrático medio (ECM). El valor de la constante  $\alpha$  que resulte en los valores menores para MAD y ECM será el valor recomendado para el modelo.

## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

### 1. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

#### 1.1. ONG de ayuda médica

- 1.1.1. ¿Qué son las ONG?
- 1.1.2. ONG en Guatemala
- 1.1.3. Estructura de la ONG
- 1.1.4. Programas de la ONG
- 1.1.5. Jornadas médicas en aldeas
- 1.1.6. Cadena de suministro de ONG

#### 1.2. Gestión de inventarios

- 1.2.1. Elaboración y gestión de inventarios
- 1.2.2. Ítems Individuales o SKU
- 1.2.3. Control de inventarios
- 1.2.4. Elementos para la toma de decisiones
- 1.2.5. Gestión de medicamentos
- 1.2.6. Caducidad de medicamentos

- 1.3. Sistemas de pronósticos
  - 1.3.1. Introducción a los pronósticos
  - 1.3.2. Necesidad de los pronósticos
  - 1.3.3. Tipos de pronósticos
  - 1.3.4. Suavizamiento exponencial

## 2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

## 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

## 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

## **9. METODOLOGÍA**

La metodología de este trabajo de investigación incluye un enfoque mixto (cualitativo-cuantitativo), una observación directa, un diseño no experimental, con un período y secuencia de estudio transversal y un alcance descriptivo.

### **9.1. Características del estudio**

El enfoque del estudio propuesto es mixto (cualitativo- cuantitativo), ya que manejará variables numéricas cómo el consumo de medicamento, costos de adquisición y destrucción de estos, además se vale de la observación directa y considera toda la información disponible del entorno para su análisis.

El diseño adoptado será no experimental, puesto que se observará el consumo de medicamentos durante cada jornada de aldeas, luego se analizarán estos datos y se propondrá una solución introduciendo cambios bajo condiciones controladas; además el período y secuencia de estudio será transversal debido a que se estudiarán los datos de consumo de medicamentos en un punto específico al terminar el año de jornadas.

El alcance es descriptivo, pues la investigación busca detallar el grado de consumo de medicamentos durante al año de jornadas médicas, proponer un sistema de pronóstico y generar una propuesta de compra para el siguiente año.

### **9.2. Unidades de análisis**

La población en estudio será el consumo de medicamentos durante un año de jornadas médica. El formulario de medicamentos cuenta con un total de

133 medicamentos y se realizan de 13 jornadas médicas en aldeas durante un año, por lo que la población será de 13 datos para cada medicamento del formulario. Al aplicar el análisis de muestreo estadístico con un nivel de confianza del 95 % y con un error del 5 % se calcula el tamaño de la muestra con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

$\sigma$  = desviación estándar de la población 0.5 convencional

Z = parámetro estadístico dependiente del nivel de confianza

e = error de estimación máximo esperado

Tabla V. **Valores y resultados para el tamaño de muestra**

VARIABLE	VALOR
N	13
Z	1.96
$\sigma$	0.5
e	0.05
n	12.61
<b>n</b>	<b>13</b>

Fuente: elaboración propia.

Tomando los 13 datos de consumo al año para cada medicamento como el tamaño de población obtenemos una muestra de 13 al aplicar la fórmula descrita.

Si bien se someterán a un análisis los 133 medicamentos del formulario, para esta investigación se presentarán resultados del análisis de los medicamentos que representan el 80 % del costo de adquisición utilizando el método de Pareto 80/20.

### 9.3. Variables e indicadores

Las variables e indicadores se describen en la tabla VI y VII:

Tabla VI. **Definición de variables**

Variable	Definición Teórica	Tipo de Variable	Definición Operativa
Costo total de medicamentos	Es el costo total de adquisición de medicamentos, utilizando el formulario de medicamentos y la cantidad de jornadas como base	Cuantitativa	Sumatoria de cantidad de cada medicamento multiplicado por el precio unitario
Porcentaje de consumo de medicamentos	Es el porcentaje de medicamento que es distribuido durante la jornada, de el cien por ciento de medicamentos enviados	Cuantitativa	Es la división del medicamento distribuido entre el medicamento enviado a la jornada
Horas hombre	Es la cantidad de horas de una o varias personas que toma realizar alguna tarea, en este caso la preparación y conteo de medicamentos	Cuantitativa	Tiempo que toma al personal de bodega el conteo y preparación de medicamentos
Costo total de horas hombre	Es el costo total de las horas empleada por una o varias personas para realizar alguna tarea, en este caso la preparación y conteo de medicamentos	Cuantitativa	Tiempo en horas utilizado en la tarea por costo promedio de una hora de trabajo

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Matriz de variables e indicadores

OBJETIVO	VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	TECNICA DE RECOLECCIÓN
Determinar las causas por las cuales existe un alto porcentaje de medicamento sobrante expirado al final del año de jornadas médicas en aldeas.	Costo total de medicamentos (Formulario Actual)	Cuantitativa	$Costo_F = \sum Qty_{Med} \times Precio_{Med}$	Formulario de medicamentos y lista de precios de los proveedores
	Porcentaje de consumo de medicamentos		$\%_F = \frac{Enviado - Retorno}{Enviado}$	Formato de consumo de medicamento
Evaluar qué método de gestión de inventario es el más efectivo y que ayude a reducir el número de horas hombre invertidas en conteos de medicamento.	Horas hombre	Cuantitativa	$HHF = \frac{Minutos}{60} \times \#personas$	Observación y toma de tiempo
	Costo total de horas hombre		$Costo_{HHF} = HHF \times Costo_{Hora}$	Planilla de bodega
Determinar los beneficios que se obtendrán de la implementación un sistema de pronóstico de consumo de medicamento para un año de jornadas en aldeas.	Costo total de medicamentos (Nuevo formulario)	Cuantitativa	$Costo_{NF} = \sum Qty_{Med} \times Precio_{Med}$	Nuevo formulario de medicamentos y precios de lista de proveedores
	Porcentaje de consumo de medicamentos (Nuevo formulario)		$\%_{NF} = \frac{Enviado - Retorno}{Enviado}$	Formato de consumo de medicamento
	Horas hombre (Nuevo formulario)		$HHNF = \frac{Minutos}{60} \times \#personas$	Observación y toma de tiempo

Continuación de tabla VII.

OBJETIVO	VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN
Determinar los beneficios que se obtendrán de la implementación un sistema de pronóstico de consumo de medicamento para un año de jornadas en aldeas.	Costo total de horas hombre (Nuevo formulario)		$Costo_{HHNF} = HH \times Costo_{Hora}$	Planilla de bodega
	Diferencia de costo total con nuevo formulario	Cuantitativa	$\Delta Costo = Costo_F - Costo_{NF}$	Resultado de indicadores anteriores
	Diferencia de porcentaje de consumo con nuevo formulario		$\Delta\% = \%_{NF} - \%_F$	Resultado de indicadores anteriores
	Diferencia de costo de horas hombre		$\Delta Costo = Costo_{HHF} - Costo_{HHNF}$	Resultado de indicadores anteriores

Fuente: elaboración propia.

#### 9.4. Fases del estudio

Se describen a continuación cuatro fases del estudio.

La primera fase consiste en la revisión documental donde se hará un reconocimiento de los procesos de la organización. Las técnicas de recolección a utilizar serán entrevistas con personal que tiene experiencia y tiempo dentro de la organización y se revisarán los documentos de políticas y procesos de la organización.

Durante la segunda fase se hará la recolección de información necesaria para el desarrollo de la solución propuesta. Dentro de las técnicas de recolección

se usará el registro de consumo de medicamentos en el formato de consumo que se propondrá, también se utilizará la observación y la toma de tiempo para registrar las horas hombre que se necesitan para realizar las tareas de conteo y preparación de medicamento. También se consultarán los registros existentes de consumo de medicamento como base histórica. Además, se obtendrán los precios de los medicamentos consultando los precios de lista en las páginas de los proveedores de la organización.

En la fase número tres se realizará el análisis de la información obtenida en la segunda fase. Para este análisis se utilizarán estadísticas descriptivas para determinar los promedios y desviación estándar de consumos. También se utilizará la metodología de Pareto 80/20 para la determinar los medicamentos que se analizarán dependiendo del costo de estos. Finalmente se diseñará el modelo de pronóstico de suavizamiento exponencial para estimar el consumo futuro de medicamentos.

La cuarta fase comprenderá la interpretación de la información y del análisis realizado a esta en la tercera fase. Para esta interpretación se hará una matriz de comparación de los datos iniciales de costos de medicamentos y horas hombre necesarias utilizando el formulario de medicamentos actual contra los datos costos de medicamentos y horas hombre necesarias obtenidos con el nuevo formulario de medicamentos propuesto.

## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Se especificará en esta sección las técnicas de análisis a utilizar durante cada fase de la investigación, haciendo uso de la estadística descriptiva para el análisis de la información:

En la primera fase se realizará un diagrama de procesos detallando cada actividad que toma parte en este, desde la gestión de compra de medicamentos, la preparación de estos para cada jornada, la distribución durante la jornada y el inventario realizado en bodega para determinar el consumo de cada uno.

Durante la segunda fase de la investigación se construirá una matriz donde se tabularán el nombre o descripción, cantidades y costos de los medicamentos que son adquiridos para un año de jornadas. Se utilizará la metodología de Pareto para determinar los medicamentos que históricamente han representado el mayor gasto dentro de la organización.

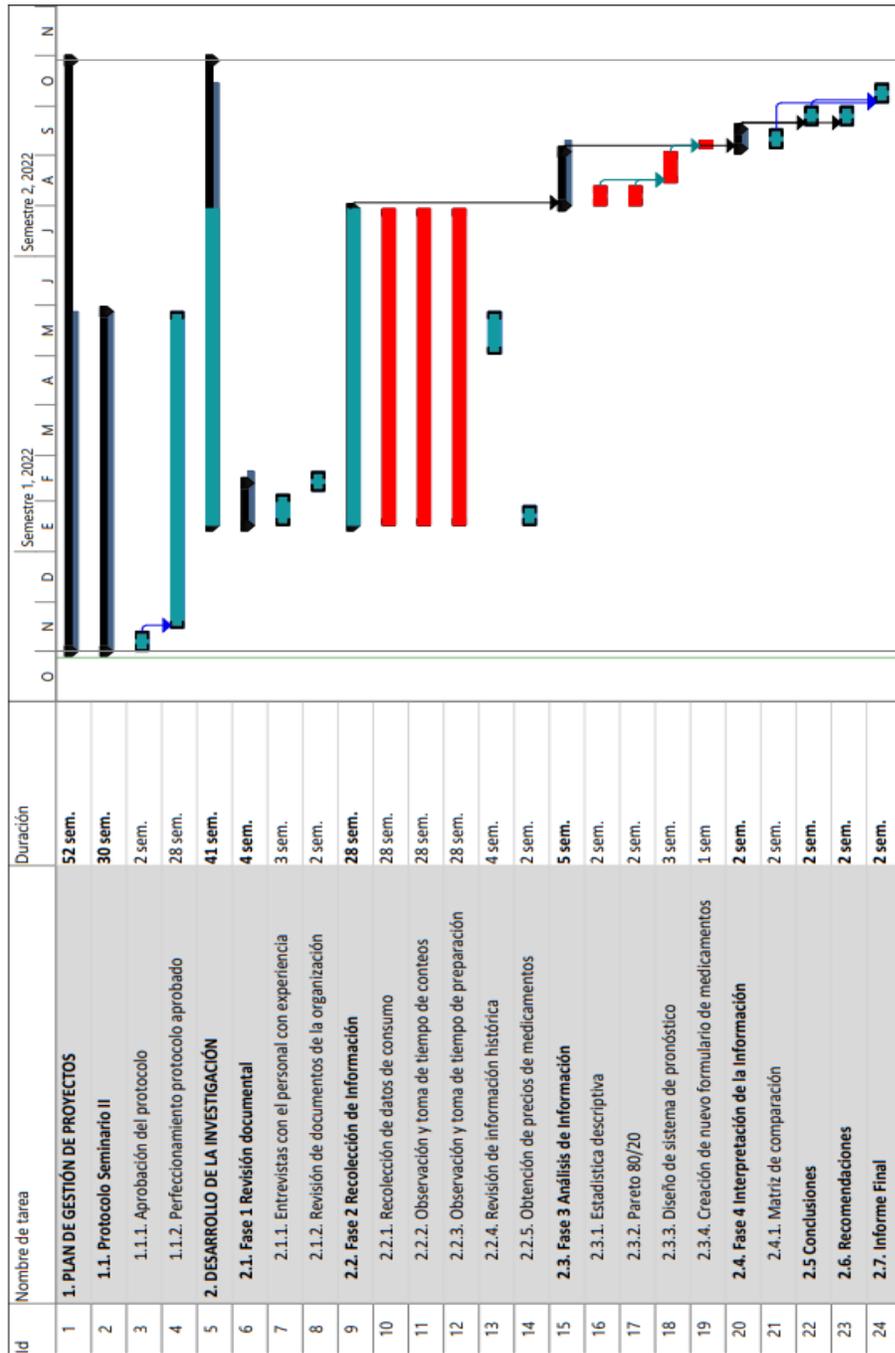
Para la tercera fase de la investigación se tabularán los datos de consumo de medicamentos en la matriz generada en la segunda fase y se analizarán los mismos estadísticamente y se utilizará la media aritmética o promedio de consumo de cada medicamento que serán de utilidad para el diseño del modelo de suavizamiento exponencial para el pronóstico de consumo para el siguiente año.

La cuarta fase se centrará en evaluar los resultados del análisis a través de la generación de indicadores que nos ayuden a comparar y resaltar los beneficios obtenidos con la implementación del sistema de pronóstico. Estos

indicadores serán organizados en una matriz de resultados que permitirá apreciar al lector los resultados principales de esta investigación.

# 11. CRONOGRAMA

Tabla VIII. Cronograma de trabajo de investigación



Fuente: elaboración propia.



## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizará con recursos propios del estudiante de maestría y algunos recursos de la organización bajo estudio, pero sin incurrir en gastos adicionales para la organización. Siendo la investigación descriptiva, se tendrán en cuenta los siguientes recursos listados en la tabla IX:

Tabla IX. Recursos necesarios para la investigación

Descripción	Unidad de Medida	Cantidad Necesaria	Precio Unitario	Total	Comentarios
Computadora	Unidad	1	Q 5,000.00	Q 5,000.00	No genera gasto adicional
Internet	Mensualidades	12	Q 275.00	Q 3,300.00	No genera gasto adicional
Hojas	Resmas	2	Q 50.00	Q 100.00	
Impresoras	Unidad	1	Q 1,600.00	Q 1,600.00	No genera gasto adicional
Tinta	Cartuchos	4	Q 250.00	Q 1,000.00	
Personal de Bodega	Horas Hombre (HH)	104	Q 25.00	Q 2,600.00	No genera gasto adicional
Asesor	Asesoría	1	Q 0.00	Q 0.00	Ad honorem
<b>TOTAL</b>				<b>Q 13,600.00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Siendo el gasto adicional de Q1,100.00 y todos los recursos necesarios para la investigación están disponibles, se considera que es factible la realización del estudio.



## REFERENCIAS

1. Burgos, D.; Vargas, S.; Sandoval, M. C. y Robles, F. (diciembre, 2006). Monitoreo de medicamentos con fecha de caducidad en una farmacia para dar cumplimiento a las buenas prácticas de farmacia. *Edusfarm, revista d'educació superior en Farmacia*, (1), 1-9. Recuperado de <http://www.publicacions.ub.edu/revistes/edusfarm1/documentos/89.pdf>
2. Bustos, C. E. y Chacón, G. B. (enero, 2007). El MRP En la gestión de inventarios. *Visión Gerencial*, (1), 5-17. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545875010.pdf>
3. Contreras, A.; Atziry, C.; Martínez, J. y Sánchez, D. (octubre, 2016). Análisis de series de tiempo en el pronóstico de la demanda de almacenamiento de productos perecederos. *Estudios Gerenciales*, (32), 387-396. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123592316300754>
4. Cruz, A. (2017). Gestión de inventarios, COML0210. (1ª edición). *Antequera*. Málaga: IC Editorial. Recuperado de [https://play.google.com/books/reader?id=s1cpEAAAQBAJ&pg=GBS.PT8.w.6.0.41\\_254&hl=en](https://play.google.com/books/reader?id=s1cpEAAAQBAJ&pg=GBS.PT8.w.6.0.41_254&hl=en)
5. Diebold, F. (2006). *Elements of Forecasting*. (4a edición). Pennsylvania, U.S.A.: F.X. Diebold. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.571.5408&rep=rep1&type=pdf>

6. González, L. M. (2015). *Administración de inventarios a través de un modelo determinístico, en entidades hospitalarias semiautónomas, dedicadas a la atención de pacientes con enfermedades cardiovasculares en la ciudad de Guatemala*. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\\_5201.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_5201.pdf)
7. Hanke, J. E. y Wicherm, D. W. (2006). *Pronósticos en los negocios*. (8ª edición). México: Pearson Educación.
8. Hyndman, R. y Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting Principles and Practices*. Melbourne, Australia: O Texts. Recuperado de [https://play.google.com/books/reader?id=\\_bBhDwAAQBAJ&pg=GBS.PA6&hl=en](https://play.google.com/books/reader?id=_bBhDwAAQBAJ&pg=GBS.PA6&hl=en)
9. Landaverry, M. H. (2015). *Administración de inventarios, con base en el modelo ABC, y optimización del abastecimiento de insumos en cadenas de restaurantes de hamburguesas, en la ciudad de Guatemala*. (Tesis de Maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala. Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\\_5199.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_5199.pdf)
10. López, J. (2014). *UF0476: Gestión de Inventarios*. España: Editorial Elearning S. L. Recuperado de <https://books.google.com.gt/books?id=DHpXDwAAQBAJ&pg=PA1&dq=UF0476:+Gesti%C3%B3n+de+Inventarios.+Edici%C3%B3n+5.1&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwixPuXgoD3AhX3RjABHWaHB2EQ6AF6BAgIEAI#v=onepage&q=UF0476%3A%20Gesti%C3%B3n%20de%20Inventarios.%20Edici%C3%B3n%205.1&f=false>

11. López, N. (2017). El Proceso de las organizaciones no gubernamentales en México y América Latina. *Revista de la Facultad de Derecho de México*, (55), 141-184. Recuperado de <http://revistas.unam.mx/index.php/rfdm/article/view/61571>
12. Manjarres, E.J. y Mogollon, J.C. (2017). *Diseño de una herramienta de pronóstico, para una línea de envasados de una planta que elabora productos de consumo masivo*. (Tesis de maestría). Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. Recuperado de <http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/7746/130144.pdf?sequence=1>
13. Meana, P.P. (2017). *Gestión de inventarios UF0476*. España: Ediciones Paraninfo, S.A. Recuperado de [https://books.google.com.gt/books?hl=en&lr=&id=MI5IDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Gesti%C3%B3n+de+inventarios+UF0476.+Espa%C3%B1a:+Ediciones+Paraninfo,+S.A.+&ots=6wvdovBvE\\_&sig=zB6IEkSWEix8jaTnvtW2lgNwYew&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Gesti%C3%B3n%20de%20inventarios%20UF0476.%20Espa%C3%B1a%3A%20Ediciones%20Paraninfo%2C%20S.A.&f=false](https://books.google.com.gt/books?hl=en&lr=&id=MI5IDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Gesti%C3%B3n+de+inventarios+UF0476.+Espa%C3%B1a:+Ediciones+Paraninfo,+S.A.+&ots=6wvdovBvE_&sig=zB6IEkSWEix8jaTnvtW2lgNwYew&redir_esc=y#v=onepage&q=Gesti%C3%B3n%20de%20inventarios%20UF0476.%20Espa%C3%B1a%3A%20Ediciones%20Paraninfo%2C%20S.A.&f=false)
14. Méndez, G. y López E. (abril, 2014). Metodología para el pronóstico de la demanda en ambientes multiproducto y de alta variabilidad. *Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento*, (18), 89-102. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-921X2014000200008](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2014000200008)

15. Paladino, M. A.; Hollman, J. I. y Capello, M. S. (2009). Gestión en medicamentos: costos y seguridad. *Revista Argentina de Anestesiología*, (67), 309-321. Recuperado de [https://www.anestesia.org.ar/search/articulos\\_completos/1/1/1309/c.pdf](https://www.anestesia.org.ar/search/articulos_completos/1/1/1309/c.pdf)
16. Pérez, I.; Cifuentes, A.; Vásquez, C. y Marcela, D. (mayo, 2013). Un modelo de gestión de inventarios para una empresa de productos alimenticios. *Ingeniería Industrial* ISSN 1815-5936, (34), 227-236. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59362013000200011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362013000200011)
17. Rodríguez, A. (2018). *Evaluación del nivel de abastecimiento de medicamentos esenciales en un centro de salud pública de Lima*. (Tesis de maestría). Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/42861>
18. Rodríguez, P. y Roig, N. (mayo, 2020). Importancia de la integración e implementación de un Modelo de Gestión de Medicamentos en programas de Cooperación Internacional. *Revista de Investigación y Educación en Ciencias de la Salud*, (5), 23-32. Recuperado de <https://riece.es/index.php/riece/article/view/204/274>
19. Rohloff, P.; Kraemer, A. y Dasgupta, S. (2011). Beyond Development: A Critical Appraisal of the Emergence of Small Health Care Non-Governmental Organizations in rural Guatemala. *Human Organization*, (70), 428-437. DOI: 10.17730/humo.70
20. Salamon, L.; Anheier, H.; List, R.; Toepler, S. y Wojciech, S. (1999). *Global Civil Society, Dimensions of the Nonprofit Sector*. Baltimore, MD: The

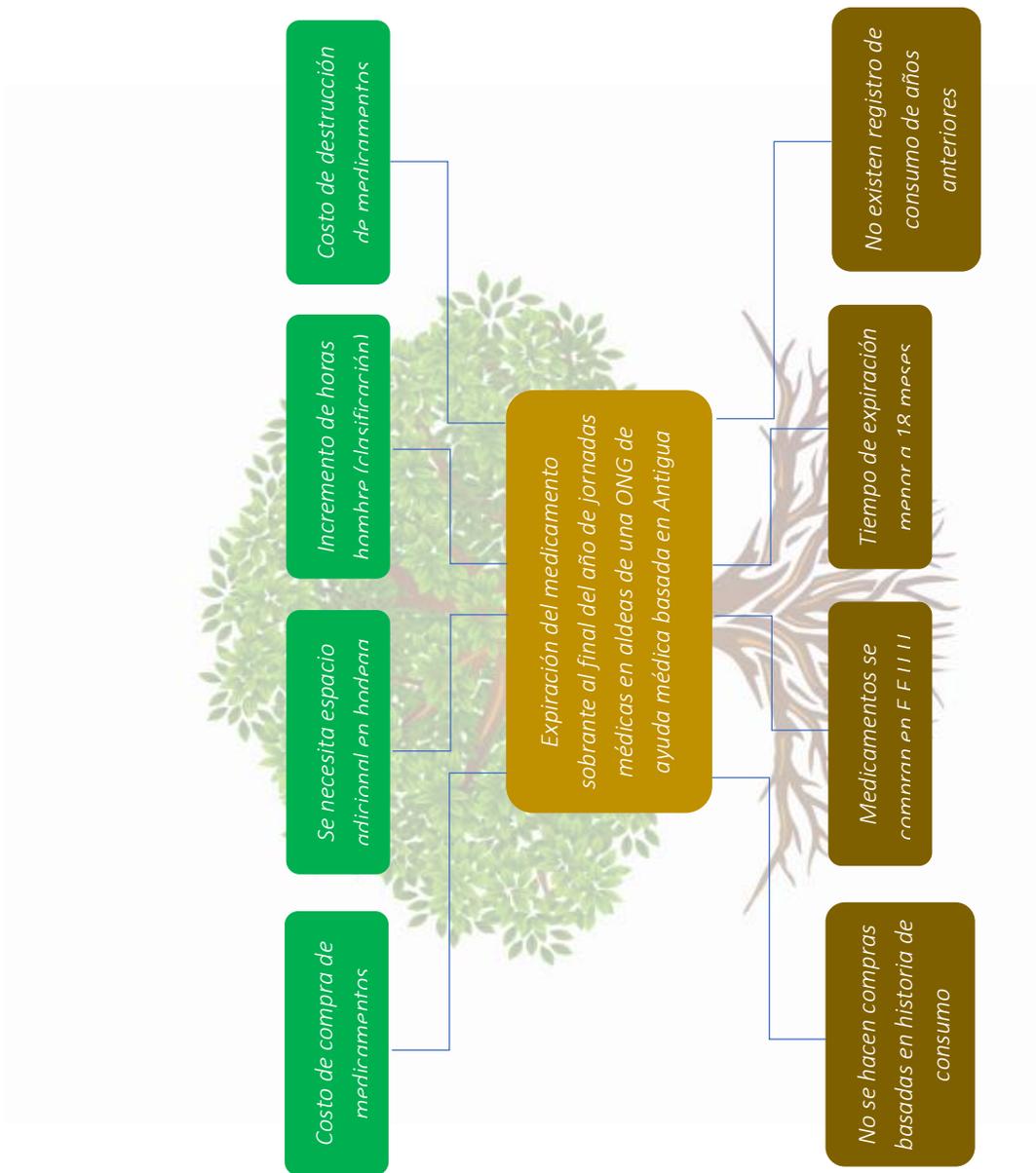
Johns Hopkins Center for Civil Society Studies. Recuperado de <https://www.ssc.wisc.edu/~wright/Social%20Economy%20PDFs/GLOBAL%20CIVIL%20SOCIETY%20--%20Chapter1.pdf>

21. Vidal, C. J. (2017). *Fundamentos de control y gestión de inventarios*. Guatemala: Programa Editorial. Recuperado de <https://www.readcube.com/articles/10.25100/peu.48>
  
22. Vocal, C. (2011). *Análisis situacional de la gestión de medicamentos de la ONG "Solidaridad Médica Canaria" en la provincia San Ignacio de Moxos de la ciudad de Beni de enero a junio de 2011*. (Tesis de maestría). Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. Recuperado de <http://atlas.umss.edu.bo:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/110/AN%C3%81LISIS%20SITUACIONAL%20DE%20GESTI%C3%93N%20DE%20MEDICAMENTOS%20ESENCIALES%20DE%20LA%20ONG%20S MC.pdf?sequence=1>



# APÉNDICES

Apéndice 1. **Árbol del problema**



Fuente: elaboración propia.



## Apéndice 2. Matriz de coherencia

Tema	Título	Problema	Pregunta Central	Preguntas Secundarias	Objetivo Central	Objetivos Secundarios
Gestión de Almacenamamiento, Inventarios y Distribución	Diseño de un sistema de pronóstico en el consumo de medicamento, utilizando el método de suavizamiento exponencial, para un año de jornadas médicas en aldeas de una ONG ubicada en Antigua Guatemala	Expiración del medicamento sobrante al final del año de jornadas médicas en aldeas de una ONG de ayuda médica basada en Antigua Guatemala	¿Cuál es el sistema de pronóstico que se debe utilizar para estimar el consumo de medicamento durante un año de jornadas en aldeas de una ONG de ayuda médica ubicada en Antigua Guatemala?	¿Cuáles son las causas por las que existe un alto porcentaje de medicamento sobrante expirado al final del año de jornadas médicas en aldeas?  ¿Qué sistema de gestión de inventarios se puede implementar que sea efectivo y ayude a reducir el número de horas invertidas en conteos de hombres invertidos en conteos de medicamento?  ¿Qué beneficios se obtendrán de la implementación del sistema de pronóstico de consumo de medicamento durante un año de jornadas en aldeas?	Diseñar un sistema de pronóstico en el consumo de medicamentos, utilizando el método de suavizamiento exponencial, para un año de jornadas médicas en aldeas de una ONG ubicada en Antigua Guatemala.	Determinar las causas por las cuales existe un alto porcentaje de medicamento sobrante expirado al final del año de jornadas médicas en aldeas  Evaluar qué método de gestión de inventario es el más efectivo y que ayude a reducir el número de horas hombre invertidas en conteos de medicamento.  Determinar los beneficios que se obtendrán de la implementación un sistema de pronóstico de consumo de medicamento para un año de jornadas en aldeas.

Fuente: elaboración propia.



# ANEXOS

## Anexo 1. Formulario de medicamentos

Medication & Strength	Location	Brand Name	Unit size	Units per team	Total per team
Acetaminophen 325 mg tabs	1A,1B	Tylenol	20	500	10000
Acetaminophen 80 mg Chew	1C	Tylenol	20	135	2700
Acetaminophen elixir 160mg/5mL	XMT	Tylenol			0
Acyclovir 200 mg caps	1C	Zovirax	35	12	420
Albendazole 200mg liquid (kids)	XMT				0
Albendazole 400mg	XMT				0
Albuterol Inhalers	1D	Proventil, ProAir	1	33	33
Albuterol Syrup 2mg/5ml	1E	Proventil	1	4	4
Albuterol Tabs 2mg	1D	Proventil	60	12	720
Albuterol Tabs 4mg	1D	Proventil	30	8	240
Allergy Eye Drops / Naphazoline HCl .01%	1F	VasoClear	1	202	202
Amlodipine 5 mg	1D	Norvasc	30	43	1290
Amoxicillin 250 mg Caps	1E	Amoxil	21	50	1050
Amoxicillin 250 mg Chew tabs	1E	Amoxil	20	90	1800
Amoxicillin 500 mg caps	2A	Amoxil	21	50	1050
Amoxicillin Susp 250mg/5ml	2A	Amoxil	1	35	35
Aspirin 325mg	2B	Bayer Aspirin	30	71	2130
Aspirin 81 mg	2B	Bayer Aspirin	45	48	2160
Atenolol 25 mg	2B	Tenormin	100	110	11000
Amoxicillin/Clavulanate Susp 600/42.9mg	2C	Augmentin	1	10	10
Amoxicillin/Clavulanate Tabs 875mg/125mg	XMT	Augmentin			0
Azithromycin 250 tabs	2C	Zithromax	1	200	200
Azithromycin 250 tabs (Z-Pac)	2C	Z-Pack	6	36	216
Azithromycin Susp 200 mg/5 mL	2D	Zithromax	1	13	13
Bacitracin/Neomycin/Polymyxin Oint	2D	Neosporin	5	22	110
Baclofen 10mg	2D		30	10	300
Bisacodyl 5 mg Tabs	2D	Dulcolax	20	50	1000
Biofreeze (muscle rub)	2E		10	11	110
Bismuth	2E	Pepto- Bismol	10	52	520
Calcium Carbonate	2F	Tums	30	120	3600
Carbamazepine 200 mg tabs	2E	Tegretol	180	8	1440
Carbamide ear drops	2D	Debrox	1	36	36
Carvedilol 25mg	2E	Coreg	60	28	1680

Continuación anexo 1.

Medication & Strength	Location	Brand Name	Unit size	Units per team	Total per team
Ceftriaxone 1 Gm	2E	Rocephin	1	7	7
Cephalexin 250 mg caps	2E	Keflex	28	95	2660
Cephalexin 500 mg caps	2C	Keflex	28	25	700
Cephalexin Susp 250mg/5ml 100mL	XMT				0
Cetirizine 10mg tablets	3A	Zyrtec	30	41	1230
Chlorpheniramine 4 mg tabs	3A	Chlortrimeton	30	33	990
Ciprofloxacin 500 mg tabs	3A	Cipro	6	100	600
Ciprofloxacin Opth Solution 5ml	3A	Cipro	1	6	6
Clarithromycin 500 mg	3A	Biaxin	10	4	40
Clindamycin 150 mg	3A	Cleocin	30	7	210
Clotrimazole 500mg vaginal tab	3B	Gyne-Lotrimin	1	49	49
Clotrimazole Topical Crm 1%	3B	Lotrimin	1	50	50
Clotrimazole Vaginal Crm 1%	3C	Gyne-Lotrimin	1	27	27
Cough Drops-Cherry Flavor	3B	Halls	10	53	530
Cyclobenzaprine 10mg	3A	Flexeril	10	60	600
Decongestant Nose Spray	XMT				0
Dicyclomine 10mg	XMT	Bentyl			0
Diphenhydramine 25 mg caps	3C	Benadryl	30	18	540
Diphenhydramine Elix.12.5mg/5ml (4oz)	3D	Benadryl	1	14	14
Divalproex Sodium 250 mg ER Tablets	3D	Depakote ER	180	5	900
Docusate Sodium 100 mg*	3E	Colace	10	58	580
Doxycycline 100 mg*	3E	Vibramycin	14	43	602
Estradiol 1 mg w/lubricating jelly	3E	Estrace	30	3	90
Ferrous Sulfate 325 mg (Iron)	3F	Ferosul	90	36	3240
Ferrous Sulfate 220 mg/5mL (Iron)	3F	Fer-in-sol	1	1	1
Fluconazole 200 mg tabs	4A	Diflucan	30	18	540
Fluoxetine 20 mg caps	XMT	Prozac			0
Fluticasone Propionate Spray 50mcg	4A	Flonase	1	17	17
Folic Acid 0.8 mg	4A	Folic Acid	50	4	200
Gabapentin 300mg capsule	4A	Neurontin	60	19	1140
Gentamicin opth Soln.	4B	Gentak	1	14	14
Glipizide 5mg	4B	Glucotrol	90	24	2160
Guaifenesin/DM 100mg/10mg per 5mL	4C	Robitusin DM	1	24	24
Guaifenesin 400 mg	4B	Fenesin IR	10	15	150
HCTZ (Hydrochlorothiazide) 25 mg	4B	Hydrodiuril	90	35	3150
Hemorrhoidal Oint	4D	Prep-H	1	5	5
Hormone replacement	XMT	Lusia-F			0
Hydrocortisone Crm 1% 0.5 oz.	4E	Cortisone	1	80	80

Continuación anexo 1.

Medication & Strength	Location	Brand Name	Unit size	Units per team	Total per team
Ibuprofen Susp. 100 mg/5ml	4F	Motrin, Advil	1	22	22
Ibuprofen 400 mg	5A-F	Motrin, Advil	20	600	12000
Ivermectin 6 mg	XMT	Stromectol			0
Lice Shampoo	6A	Nix	3	28	84
Lidocaine 1% 20ml w/o epi	XMT	Xylocaine			0
Lisinopril 10mg	6A	Prinivil, Zestril	90	55	4950
Loperamide 2mg tabs	6A	Immodium AD	10	29	290
Lubricating Eye Drops Multi-Use	6B	Lubricant Drops	1	100	100
Lubricating Eye Drops Single Use	6B	Thera-tears	1	26	26
Meclizine HCL Chewable Tablets 25mg	6A	Antivert	20	3	60
Medroxyprogesterone 10mg tab	6A	Provera	30	10	300
Melatonin 3mg	6C		30	96	2880
Meloxicam 15mg	6C	Mobic	30	20	600
Metformin 500 mg tabs	6D	Glucophage	90	110	9900
Methocarbamol 500 mg tabs	6E	Robaxin	30	12	360
Metoprolol 25 mg	6E	Lopressor	90	74	6660
Metronidazole 125mg/5mL	6E	Flagyl	1	6	6
Metronidazole 250 mg	6F	Flagyl	30	50	1500
Metronidazole 500 mg	6F	Flagyl	20	30	600
Miconazole Nitrate 2% Cream	6C		1	85	85
Mupirocin Oint 22 g	6F	Bactroban	1	15	15
Naproxen 220 mg tabs	7A	Aleve	20	105	2100
Nasal saline spray	7A	Ocean spray	1	20	20
Nystatin Oral susp 100,000 unit/mL	7B	Mycostatin	1	5	5
Nystatin Ointment	7B	Mycostatin	1	4	4
Ofloxacin 0.3% ophthalmic	7B	Ocuflox	1	19	19
Omeprazole 20mg	7C	Prilosec	30	148	4440
Ondansetron 4 mg ODT tabs	8A	Zofran ODT	5	2	10
Ondansetron 4 mg tabs	8A	Zofran	5	12	60
Permethrin 5% cream	8A	Elimite	1	22	22
Phenylephrine 10mg tablets	8B	Sudafed PE	12	71	852
Polyethylene Glycol 3350	8C	Miralax	1	10	10
Prednisone 10mg	XMT	Deltasone			0
Prednisone 5mg tabs	XMT	Deltasone			0
Promethazine 25 mg	8A	Phenergan	5	18	90
Propylene Glycol 16oz	8A	Propylene Glycol	1	1	1
Ranitidine 150 mg tabs	8D-F	Zantac	20	225	4500

Continuación anexo 1.

Medication & Strength	Location	Brand Name	Unit size	Units per team	Total per team
Ranitidine Syrup 15mg/ml 480mL	8A	Zantac	1	1	1
Rehydration packets	9A		1	100	100
Selenium Sulfide 7 oz	9A	Selsun	1	5	5
Silver Sulfadiazine 1% 50gram	9B	Silvadene, SSD	1	8	8
Sodium Chloride for Irrigation 1L	9B		1	2	2
Sulfamethoxazole/Trimeth susp 200/40	9C	Sulfatrim	1	16	16
Sulfamethoxazole/Trimethoprim 400/80	9C	Bactrim SS	1000	1	1000
Sulfamethoxazole/Trimethoprim 800/160 #6	9D	Bactrim SS	6	200	1200
Sulfamethoxazole/Trimethoprim 800/160 #14	9D	Bactrim SS	14	90	1260
Suspending Agent (Ora-Sweet)	9E	Ora-Sweet	1	1	1
Tamsulosin Hydrochloride Capsules 0.4mg	9E	Flomax	30	20	600
Terazosin 2mg tab	9F	Hytrin	30	20	600
Timolol 0.5%, 10ML eye drops	9F	Timoptic	1	4	4
Tinidazole 500 mg	XMT	Tindamax			0
Tobramycin 0.3%/Dex 0.1% ophth soln	9F	Tobradex	1	19	19
Tobramycin Ophth 0.3% drops	9F	Tobrex	1	16	16
Tolnaftate 1% crm 0.5 oz	9F	Tinactin	1	7	7
Triamcinolone 0.1% 15 g	9F	Kenalog	1	20	20
Triamcinolone 0.1% 454 g	9F	Kenalog	1	1	1
Triamcinolone 0.1% 80 g	9F	Kenalog	1	1	1
Triamcinolone inj 40mg/ml	10A	Kenalog	1	5	5
H. pylori Packs	10B		1	20	20
Amoxicillin 500 mg caps (H Pylori Pack)			40	20	800
Omeprazole 20mg (H Pylori Pack)			20	20	400
Metronidazole 500 mg (H Pylori Pack)			20	20	400
Zinc Oxide	10A		1	8	8
White Petrolatum	10A		144	1	144
Vitamins drops (Poly-Vitamin Drops)	10C-D	Supp. Infant Drops	1	100	100

Fuente: FIP (2019) Medicamentos establecidos.

