

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL  
DE LAS AMÉRICAS  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA PARA EL REDISEÑO DEL  
SISTEMA INTEGRADO DE PROGRAMACIÓN Y  
CONTROL DE LAS CIRUGÍAS DEL HOSPITAL SAN  
RAFAEL DE ALAJUELA.**

**Para optar por el grado de Licenciatura en  
Ingeniería Industrial**

**AUTOR**

**SERGIO ALVARADO VARGAS**

**TUTOR**

**ING. ÓSCAR DÍAZ ALVARADO**

## CONTENIDO

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN .....	1
Generalidades de la institución .....	1
Generalidades del hospital .....	3
Problemática.....	3
Crecimiento de la población adscrita del Hospital San Rafael de Alajuela.....	4
Demanda insatisfecha o lista de espera.....	6
PROBLEMA.....	8
OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....	8
Objetivo general .....	8
Objetivos específicos .....	8
GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	8
Misión del proyecto.....	9
Visión del proyecto .....	9
Alcance.....	9
Zona de impacto del proyecto .....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	10
Herramientas utilizadas en el diseño.....	14
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	24
Enfoque .....	24

Método .....	24
Muestra de la investigación.....	24
VARIABLES O UNIDADES DE ANÁLISIS .....	24
Instrumentos .....	25
Proceso para la recolección de datos.....	25
Método de análisis.....	27
Cronograma.....	29
<b>CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>31</b>
Estancia hospitalaria.....	33
Análisis de egresos .....	37
Análisis de cirugías .....	42
Análisis de capacidad.....	47
Capacidad de infraestructura.....	49
Capacidad de recurso humano .....	49
Capacidad utilizada .....	52
Análisis de estancias. ....	54
<b>CAPÍTULO V: DISEÑO .....</b>	<b>57</b>
Módulo integral para la programación en EDUS.....	57
Proyección de la demanda.....	58
Secuencia para las cirugías.....	63

Costo de la propuesta .....	69
Cronograma de implantación .....	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
Conclusiones .....	75
ANEXOS .....	78
Trabajos citados .....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Elección de una técnica de pronóstico .....	15
Tabla 2 Distribución anual de horas para equipos de enfermería según turno. ....	49
Tabla 3 Cantidad anual de horas quirófano para el Hospital San Rafael de Alajuela según especialidad.....	50
Tabla 4 Comparación de errores estadísticos para los métodos matemáticos utilizados para proyectar la demanda del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela. ....	60
Tabla 5 Proyecciones obtenidas con el método Winters para la demanda del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela. ....	62
Tabla 6 Duración promedio según procedimiento .....	64
Tabla 7 Cantidad de procedimientos proyectados para el 2017 según especialidad.....	65
Tabla 8 Calculo diario de procedimientos según especialidad .....	66
Tabla 9 Uso de salas según criterio de clasificación de las cirugías.....	67
Tabla 10 Propuesta de programación para las cirugías.....	68
Tabla 11 Cantidad de recurso disponible contra recurso necesario para cirugía. ....	69
Tabla 12 Inversión para la nueva propuesta de programación para las salas de cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela. ....	70
Tabla 13 Propuesta alternativa de programación para las salas de cirugía. ....	<b>¡Error!</b>

**Marcador no definido.**

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proyección de crecimiento para la población adscrita a Alajuela. ....	4
Figura 2 Pirámide poblacional proyectada para la provincia de Alajuela. ....	5
Figura 3 Comportamiento de pacientes que ingresaron a lista de espera para Hospital San Rafael de Alajuela. ....	6
Figura 4 Casos para la lista de espera según año y servicio al que pertenecen.....	7
Figura 5 Respuesta que debe de responder un Sistema de Control de la Producción.....	11
Figura 6 Fórmula para la estimación del nivel de la serie temporal .....	17
Figura 7 Fórmula para la estimación de la tasa de crecimiento en el periodo .....	17
Figura 8 Fórmula para la nueva estimación del factor estacional .....	17
Figura 9 Formula para el cálculo de pronóstico mediante descomposición multiplicativa. .....	18
Figura 10 Fórmula para el error promedio de pronóstico .....	19
Figura 11 Fórmula para calcular la desviación media absoluta .....	20
Figura 12 Analogía de tubería para explicar las diferentes capacidades en un proceso. ...	21
Figura 13 Gráfica de volumen contra variedad.....	22
Figura 14 Información para la elaboración del proyecto según fuentes. ....	26
Figura 15 Información para la elaboración del proyecto según fuentes. ....	29
Figura 16 Diagrama de Proceso para las Hospitalizaciones en el Centro San Rafael de Alajuela. ....	31
Figura 17 Serie de tiempo para la estancia promedio del Hospital San Rafael de Alajuela. .....	34

Figura 18 Serie de tiempo para la estancia promedio del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela.....	35
Figura 19 Comparación de promedios para la estancia pre y posoperatoria del hospital San Rafael de Alajuela para el año 2016. ....	36
Figura 20 Proporción de egresos según vía de ingreso para el Hospital San Rafael de Alajuela.....	37
Figura 21 Serie de tiempo para los egresos del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela.....	38
Figura 22 Comportamiento estadístico de los egresos del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela.....	39
Figura 23 Egresos según vía de ingreso para el Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela.....	40
Figura 24 Egresos según vía de ingreso para el Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela.....	41
Figura 25 Cantidad de cirugías realizadas para el Hospital San Rafael de Alajuela para el año 2016 según especialidad.....	42
Figura 26 Cantidad de cirugías suspendidas para el Hospital San Rafael de Alajuela para el año 2016 según mes .....	43
Figura 27 Diagrama de Pareto para las causas de suspensión de cirugías del Hospital San Rafael de Alajuela para el año 2016. ....	44
Figura 28 Diagrama de Pareto para los retrasos de cirugías del Hospital San Rafael de Alajuela para el año 2016. ....	47

Figura 29 Componentes de la capacidad para de cirugía para el Hospital San Rafael de Alajuela.....	48
Figura 30 Análisis de capacidad para los diferentes componentes del hospital San Rafael de Alajuela .....	51
Figura 31 Cantidad de horas quirófano utilizadas en el Hospital San Rafael de Alajuela para el año 2016, según servicio. ....	52
Figura 32 Horas quirófano utilizadas en el Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela, según mes. ....	53
Figura 33 Estancia promedio para el Servicio de Cirugía, según especialidad .....	54
Figura 34 Modelo lineal general para los días de estancia para el servicio y la vía de ingreso.....	55
Figura 35 Funcionamiento del módulo integral de la información para la programación de personal médico .....	57
Figura 36 Componentes para determinar la demanda real para el Servicio de Cirugía General del Hospital San Rafael de Alajuela.....	59
Figura 37 Proyecciones de la demanda del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela con el método Winters.....	61
Figura 38 Proyecciones de la demanda del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela con el método Winters.....	72
Figura 39 Cronograma para la implementación de mejora. ....	74

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Este proyecto se lleva a cabo en el Servicio de Cirugía del Hospital Regional, San Rafael de Alajuela, de la red noroeste de la Caja Costarricense del Seguro Social, donde al ser un centro perteneciente al sistema público de salud, existe un compromiso y una necesidad, con la sociedad, de un adecuado funcionamiento y una maximización en el uso de sus recursos.

Por lo anterior, el estudio se enfoca en comprender los requisitos de los usuarios y con esto se logre programar de una manera más ágil los procedimientos quirúrgicos en el Servicio de Cirugía, proporcionando así un mayor aprovechamiento de los quirófanos. Este documento presenta la propuesta de proyecto, así como la metodología utilizada y los resultados obtenidos en cada una de las diferentes etapas.

En la etapa de diagnóstico consiste en el análisis del sistema actual de programación y control que está implementado el Hospital San Rafael de Alajuela, así como la identificación de restricciones que afecten de manera directa la capacidad resolutive para los pacientes en cuanto a cirugía.

La última etapa consiste en la validación de un modelo de programación integrado para las cirugías del Hospital San Rafael de Alajuela que responde a la problemática detectada al inicio del proyecto por lo que unido a esta propuesta se presentan las conclusiones y recomendaciones.

Para el desarrollo de este estudio, se realizan visitas al hospital analizado y se utiliza la información brindada por el Departamento de Estadística de ese nosocomio, así como la información de la población adscrita al centro aportada por la Dirección Institucional de Actuarial.

### **Generalidades de la institución**

La Caja Costarricense del Seguro Social es una institución que tiene por misión proporcionar a los costarricenses servicios de salud, protección económica y de pensiones, conforme la legislación vigente, en forma integral al individuo, la familia y la comunidad. Tiene una estructura organizacional compuesta por la Junta Directiva, Presidencia Ejecutiva, la

Gerencia Médica, la Gerencia Financiera, la Gerencia Administrativa, la Gerencia Logística, la Gerencia de Pensiones y la Gerencia de Infraestructura y Tecnologías.

En lo que respecta a la dotación de servicios, la Caja Costarricense del Seguro Social, divide al país en tres redes de servicios:

- Red Sur: cuenta con 226 EBÁIS (Equipos Básicos de Atención Integral en Salud), 19 Áreas de Salud, cuatro hospitales periféricos y uno regional. Su hospital nacional general es el San Juan de Dios.
- Red Este: cuenta con 229 EBÁIS (Equipos Básicos de Atención Integral en Salud), 27 Áreas de Salud, dos hospitales periféricos y dos regionales. Su hospital nacional general es el Calderón Guardia.
- Red Noroeste: cuenta con 458 EBÁIS (Equipos Básicos de Atención Integral en Salud), 57 áreas de Salud, siete hospitales periféricos y cuatro regionales. Su hospital nacional general es el México.

A su vez, los centros de atención, se encuentran agrupados en niveles de atención, según el grado de complejidad que se atiende y capacidad resolutive que tenga. Teniendo el primer nivel de atención, cuyo grado de resolución es básico fundamentado en diagnósticos, medicación, exámenes complementarios de diagnóstico (laboratorio y rayos x) y en algunos casos procedimientos ambulatorios de menor riesgo. En este nivel se agrupa los EBÁIS y Áreas de Salud.

El segundo nivel tiene una mayor de resolución con respecto al anterior cuenta con procedimientos ambulatorios y hospitalización, además de exámenes complementarios de diagnóstico un poco más especializados. En este nivel se encuentran los hospitales regionales y periféricos.

Por último, el tercer nivel de atención son aquellos centros especializados y hospitales nacionales, cuya complejidad de atención es muy elevada así como especializada. Este proyecto se desarrolla en la red noroeste del país, en el segundo nivel de atención, en el Hospital Regional San Rafael de Alajuela.

## **Generalidades del Hospital**

El Hospital San Rafael se encuentra ubicado en la provincia de Alajuela, siendo esta la segunda ciudad más poblada del país. Depende administrativamente de la Dirección Regional de Servicios de Salud Central Norte. Brinda servicios de un Segundo Nivel de atención.

La provincia de Alajuela cuenta con un índice de desarrollo social de 73,78, el cual es inferior a las provincias de Cartago y Heredia y superior a provincias como: San José, Limón y Puntarenas. Su extensión territorial es de 9.757,5 km<sup>2</sup> y cuenta con una densidad poblacional de 73,5 habitantes por km<sup>2</sup>.

El Hospital San Rafael de Alajuela, se fundó en 1883, específicamente el 24 de octubre, en la sesión del 1º. de junio de 1882 se tomó el acuerdo para fundar un hospital y concretamente el 24 de octubre de 1883, se inauguró el Hospital de Alajuela, contando con un médico, una enfermera y un portero. Para el 12 de mayo de 1905, el Presidente Ascensión Esquivel inauguró oficialmente la planta física en la que se ubicó el Hospital. Contaba con tres pabellones y una cocina.

Estando bajo la tutela de la Junta de Protección Social de Alajuela, el 09 de setiembre de 1975 se acordó el traspaso a la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), la cual se efectuó el 15 de enero de 1976. Dado el crecimiento de la población y la necesidad latente de dotar a los habitantes de la provincia de Alajuela de un hospital que contara con más equipo médico y especialidades, el 4 de octubre del 2004 el nuevo Hospital San Rafael inició sus actividades, convirtiéndose en uno de los centros médicos más modernos en su diseño, construcción y equipamiento.

El Hospital San Rafael de Alajuela refiere al Hospital México para los pacientes que requieren una atención más especializada. El Hospital San Francisco de Asís, ubicado en el cantón de Grecia y El Hospital Carlos Luis Valverde Vega, ubicado en el cantón de San Ramón; le refieren, al Hospital San Rafael de Alajuela, aquellos pacientes cuya complejidad no permite ser resuelta en un hospital Periférico.

## **Problemática**

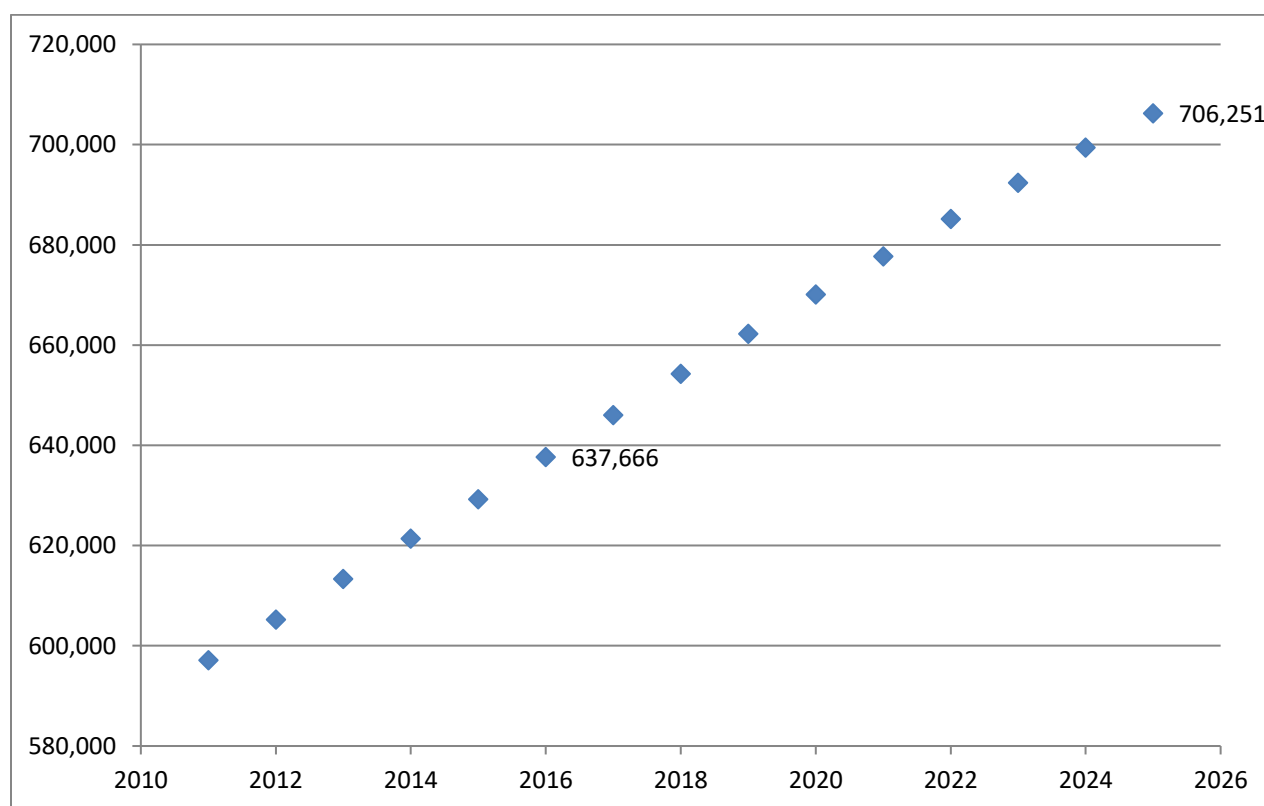
La problemática en este centro, se evidencia con el aumento de las listas de espera para el Servicio de Cirugía en este centro. Este crecimiento está relacionado con dos factores que son el

crecimiento poblacional que ha tenido y tendrá la población de Alajuela, así como la capacidad del centro para resolver en forma oportuna los casos de cirugía que se presentan diariamente en el Hospital San Rafael de Alajuela. En los siguientes apartados, se profundizará en estos temas, además de estudiar el efecto que tiene cada uno en la gestión hospitalaria del centro en estudio.

### **Crecimiento de la población adscrita del Hospital San Rafael de Alajuela**

Para iniciar con el análisis se grafica la población adscrita de este centro, basados en la proyección realizada por la Dirección de Actuarial de la Caja Costarricense del Seguro Social, que utilizó información actualizada del CENSO elaborado en el año 2011, donde puede apreciarse un crecimiento anual de 7 620 personas.

**Figura 1 Proyección de crecimiento para la población adscrita a Alajuela.**

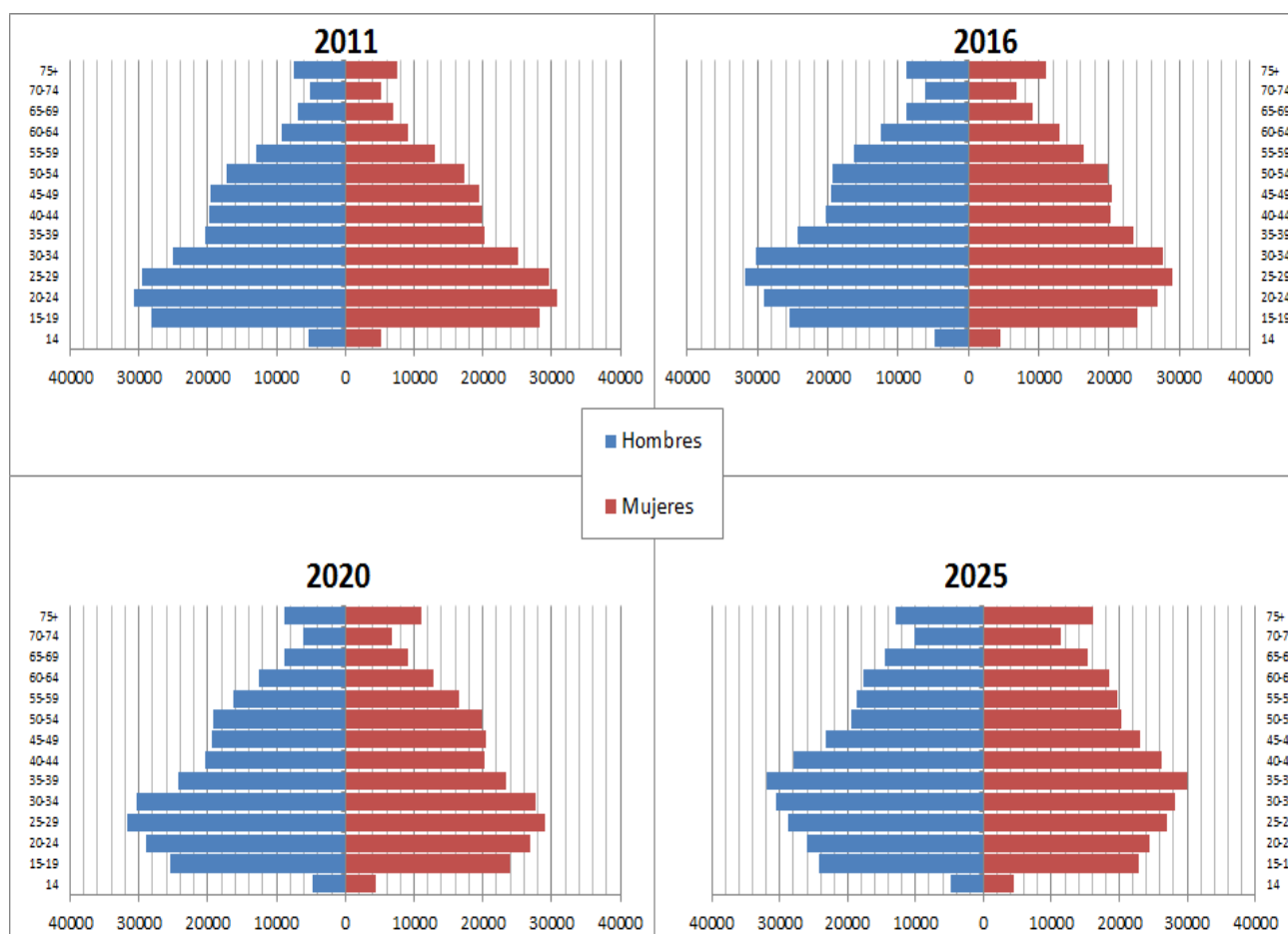


Fuente: Dirección de Actuarial C.C.S.S.

Del gráfico anterior, es posible identificar que se espera un crecimiento poblacional del 10,76% entre los años 2016 y 2025.

Sin embargo, aunado al aumento de la población Alajuelense se debe de analizar su distribución y comportamiento es por esto que se genera la pirámide poblacional para los años 2011, 2016, 2020 y 2025; donde se separa la población según sexo y edad como se muestra en la Figura 2 de la página siguiente.

**Figura 2 Pirámide poblacional proyectada para la provincia de Alajuela.**



Fuente: Dirección de Actuarial C.C.S.S.

De la Figura anterior, se puede observar un aumento promedio de 15% cada año en el grupo de personas adultas (que comprende edades entre los 35 y 39 años), así como el grupo de edades entre 40 hasta 44 años donde en promedio aumenta un 11,2% cada año.

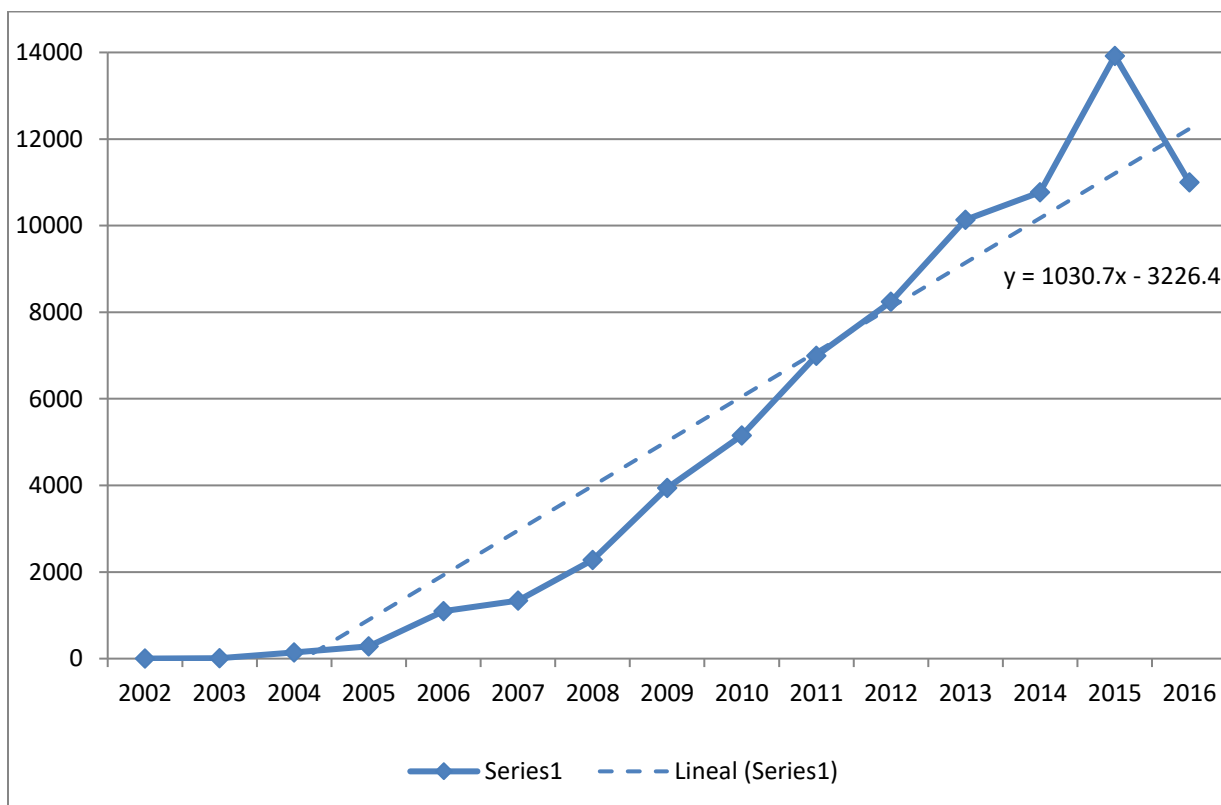
Lo anterior obliga al Hospital a prepararse para brindar un mayor volumen de consultas, así como para atender a una población más longeva, cuya recuperación posoperatoria es más compleja y requiere más tiempo de estancia dentro del centro.

Esto provoca una disminución en la capacidad resolutive del centro, por lo que en el siguiente apartado se analiza el comportamiento de la lista de espera.

### **Demanda insatisfecha o lista de espera**

Las listas de espera son aquellos pacientes que requieren una intervención quirúrgica, sin embargo, por la capacidad resolutive del centro deben esperar por un espacio un periodo mayor a 90 días. El Hospital San Rafael de Alajuela no se escapa de esta espera por lo que el siguiente gráfico muestra el comportamiento del ingreso de lista de espera según año.

**Figura 3 Comportamiento de pacientes que ingresaron a lista de espera para Hospital San Rafael de Alajuela.**

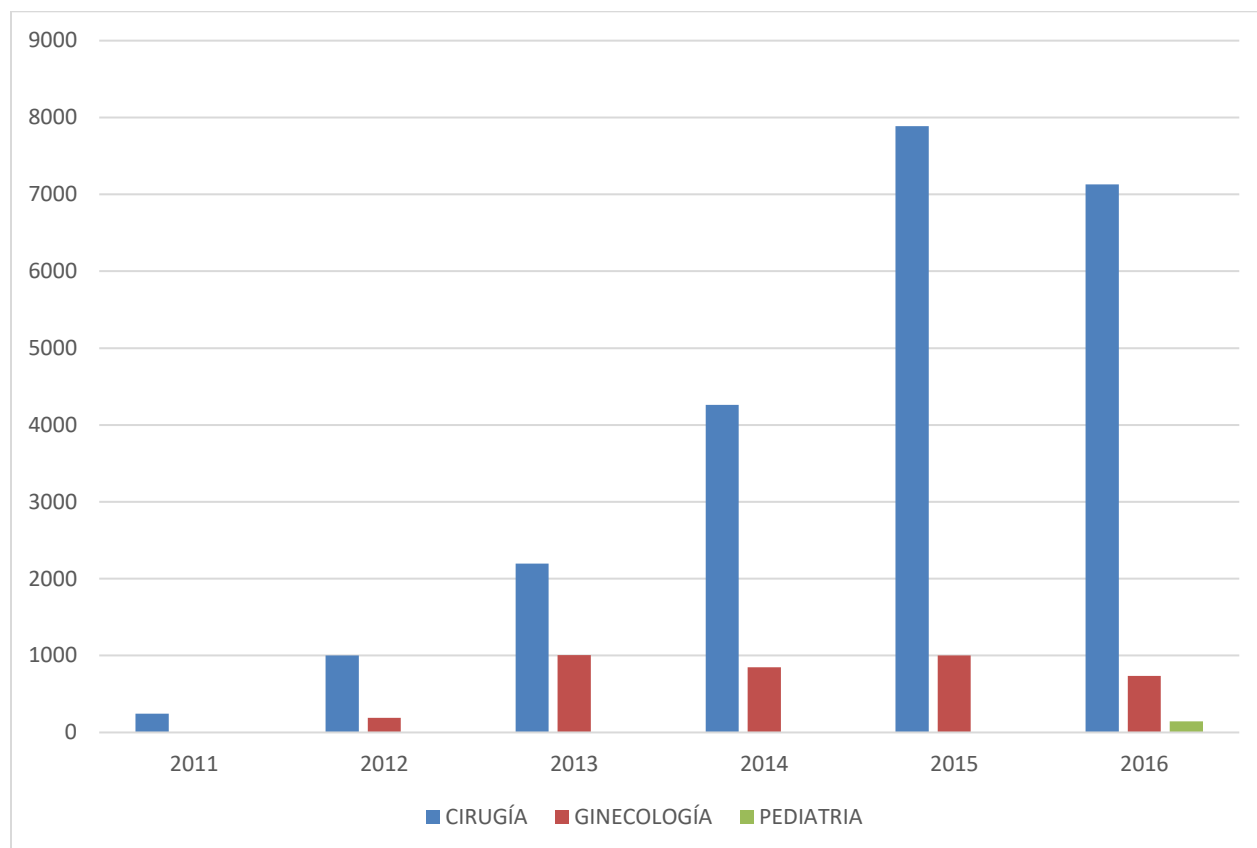


Fuente: Sección De Estadística, Servicio Registros Médicos H.S.R.A.

De la Figura anterior, es posible observar que los ingresos a la lista de espera tienen un comportamiento exponencial, donde inicia su crecimiento a partir del año 2005 con un total de 281 ingresos a la lista de espera cerrando el 2016 con un total de 10 999 nuevos ingresos.

Esta lista de espera se distribuye según los diferentes servicios que tiene el centro. En la Figura 4, que se muestra en la página siguiente, se puede observar la cantidad de pacientes pendientes de procedimiento según el servicio al que pertenece.

**Figura 4 Casos para la lista de espera según año y servicio al que pertenecen.**



*Fuente: Sección De Estadística, Servicio Registros Médicos H.S.R.A.*

Del gráfico anterior, se puede observar como el Servicio de Cirugía es quien contabiliza la mayor cantidad de pacientes pendientes de la lista de espera, para el año 2016, el 89% de la demanda insatisfecha del centro proviene de las diferentes especialidades que alberga el Servicio de Cirugía.

## **PROBLEMA**

Según lo mencionado en el apartado anterior surge como enunciado de problemática el siguiente:

¿Cómo aumentar, en al menos un 15%, la cantidad de procedimientos del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela, mediante un rediseño del sistema integrado de programación y control de las cirugías para eliminar las listas de espera?

## **OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### **Objetivo general**

Aumentar la cantidad de procedimientos del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela, en al menos un 15%, mediante un rediseño del sistema integrado de programación y control de las cirugías para eliminar las listas de espera.

### **Objetivos específicos**

- Determinar el comportamiento de la demanda real del Servicio de Cirugía General del Hospital San Rafael de Alajuela.
- Determinar la Capacidad instalada real en quirófanos para el Servicio de Cirugía General en el Hospital San Rafael de Alajuela.
- Evaluar los recursos necesarios para satisfacer la demanda real en el Servicio de Cirugía General del Hospital San Rafael de Alajuela.
- Definir los requisitos para los procedimientos del Servicio de Cirugía General del Hospital San Rafael de Alajuela.
- Determinar las causas del desaprovechamiento de los quirófanos del Servicio de Cirugía General en el Hospital San Rafael de Alajuela.
- Sugerir una ruta de producción para los procedimientos del Servicio de Cirugía General del Hospital San Rafael de Alajuela.

## **GENERALIDADES DEL PROYECTO**

Una vez establecida la estrategia para el desarrollo del proyecto, es importante demarcar y definir una guía que guíen u oriente hacia donde se va a dirigir el esfuerzo, decisiones, y acciones en este proyecto. Por lo anterior, es posible definir:

### **Misión del proyecto**

Diseñar una metodología para la programación y control de los procedimientos quirúrgicos, que permita mejorar la cantidad de egresos del Servicio de Cirugía en el Hospital San Rafael de Alajuela.

### **Visión del proyecto**

Encontrar una respuesta basada en herramientas de Ingeniería Industria, para la eliminación de las listas de espera en el Servicio de Cirugía.

### **Alcance**

Dada la magnitud y complejidad de la Caja Costarricense del Seguro Social, este proyecto se desarrollará únicamente en el Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela y brindará los siguientes entregables:

- Modelo de programación y control de las cirugías: este diseño debe contemplar los factores fundamentales que influyen en una cirugía exitosa en un menor tiempo posible.
- Análisis de escenarios del modelo: consiste en el análisis del escenario o escenarios tomando en consideraciones supuestos en el levantamiento de restricciones así como comportamientos de la demanda.

### **Zona de impacto del proyecto**

El proyecto que se desarrollará permitirá beneficios para:

La sociedad: de implementarse el proyecto, se estará viendo beneficiada la segunda ciudad más poblada del país con una posible implementación.

El centro hospitalario: este proyecto permitirá definir una metodología que permita mejorar el procesamiento de los pacientes en menor tiempo posible así como determinar aquellos motivos que provocan retrasos o entorpecimientos en el proceso de cirugía.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

El Hospital Regional San Rafael de Alajuela, pertenece a la Caja Costarricense del Seguro Social, esta institución pertenece a un sistema de producción orientado al servicio (Sipper, 1998) “los sistemas de producción orientados a servicios pueden tener insumos/productos intangibles, como la información. Las transformaciones pueden no ser físicas...” (p. 33).

Este centro se puede catalogar como un de sistema productivo de trabajos por pedidos. Este tipo de producción lo define Richard B Chase como (2009):

Fabricar para pedidos sólo se activa en respuesta a un pedido colocado. El inventario (de trabajo en proceso y de bienes terminados) se mantiene al mínimo. En teoría, se esperaría que el tiempo de respuesta fuese lento porque es preciso terminar todas las actividades antes de entregar el producto al cliente. Los servicios, por su naturaleza, muchas veces utilizan procesos de fabricación para pedidos (164-165).

Diariamente se asignan la misma cantidad de cupos para cirugía a los diferentes servicios y especialidades, sin tomar en cuenta la cantidad de personas que esperan por intervención, el tiempo de recuperación, etc.

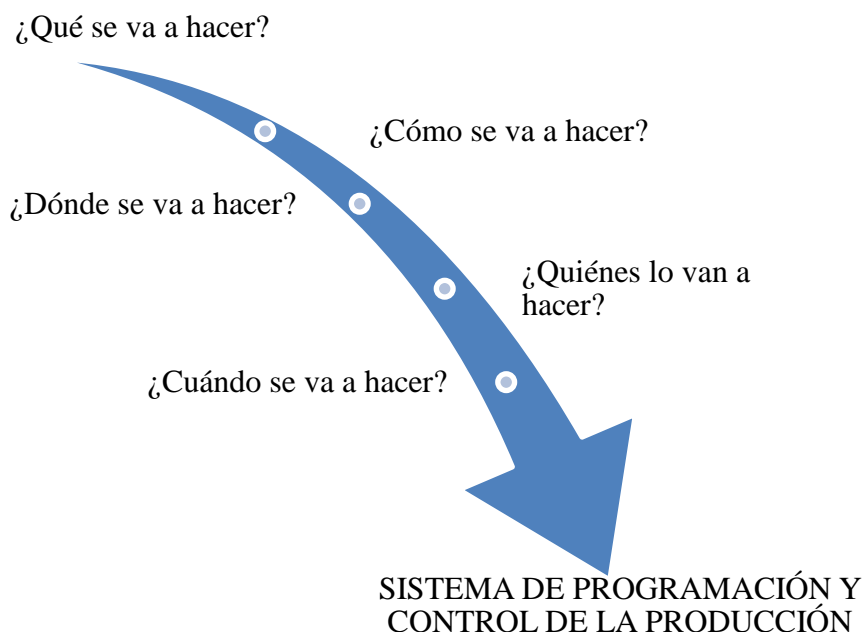
Lo anterior y aunado a que la demanda tiene un comportamiento hacia el infinito, provoca que existan líneas de espera para la atención, que Roberto Carro Paz y Daniel González Gómez definen en su libro Administración de Operaciones (2007) como:

Se conoce como línea de espera a una hilera formada por uno o varios clientes que aguardan para recibir un servicio. Los clientes pueden ser personas, objetos, máquinas que requieren mantenimiento, contenedores con mercancías en espera de ser embarcados o elementos de inventario a punto de ser utilizados. Las líneas de espera se forman a causa de un desequilibrio temporal ente la demanda de un servicio y la capacidad del sistema para suministrarlo. (p.1)

Es por lo anterior que el Hospital debe de realizar un control de la producción para buscar una mejor utilización de los servicios mediante una optimización en las secuencias de cirugía.

El Control de la Actividad de Producción (CAP) se encarga de vigilar la actividad real de fabricación de un producto, o la prestación de un servicio. Esto implica que la planificación ya se ha realizado y que la orden real para manufacturar el producto o prestar el servicio ya se ha ejecutado.

**Figura 5 Respuesta que debe de responder un Sistema de Control de la Producción.**



*Fuente: Analista*

Según la Figura anterior, es evidente como el sistema de programación enlaza la planeación y el control para el funcionamiento actual y a futuro del proceso donde interfieren factores internos y externos.

En el caso del Hospital San Rafael de Alajuela, es importante mencionar que al tratarse de un sistema de salud, el homologo al análisis de ventas seria la caracterización de la demanda, que no solo requiere de un análisis numérico sino también de uno cualitativo de las

clasificaciones pues un paciente se puede catalogar, de manera general, dentro de cinco servicios y su vez cada servicio tiene diferentes subespecialidades.

La clasificación anterior, provoca que la cantidad de quirófanos sea asignado según cada servicio, sin embargo, esta forma de distribución no brinda la flexibilidad ni adaptación que el usuario busca, todo lo contrario esto provoca estancias cada vez más extensas además de listas de espera interminables y como lo menciona en su artículo Restrepo (2014):

De este modo, un servicio de hospitalización con estancias prolongadas de pacientes pueden considerarse como indicador de falta de eficiencia en el flujo de pacientes. Además, de la relación directa entre la prolongación de la estancia y la disponibilidad de camas, también se aumentan los costos de la atención, el riesgo de eventos adversos y la mortalidad. (p. 276)

Por lo tanto, es importante cambiar el paradigma actual que tiene la institución y dotar los centros hospitalarios de capacidad resolutive, teniendo en cuenta lo manifestado por Restrepo (2014) “para reducir la estancia hospitalaria la opción más económica es aumentar la capacidad del hospital, reduciendo con ello el retraso de los egresos y las operaciones electivas mayores, mientras que la opción más costosa es aumentar el número de camas del hospital.” (p. 283).

Este trabajo se analizará la capacidad que tiene el Hospital para realizar cirugías, donde se utilizan métodos para la definición de problemas principales del proceso para determinar las causas del no cumplimiento del número de cirugías. Para esta definición se utilizará diagrama de Pareto (Stachú, 2009):

El diagrama de Pareto es una comparación ordenada de factores relativos a un problema. Esta comparación nos va a ayudar a identificar y enfocar los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores útiles. Esta herramienta es especialmente valiosa en la asignación de prioridades a los problemas de calidad, en el diagnóstico de causas y en la solución de las mismas, (p.4)

Con esto podemos tener un conocimiento de uso que tiene de la capacidad la cual puede ser abordada desde varias aristas sin embargo S. Chapman en su libro la define capacidad como:

Una declaración de la tasa de producción y, por lo general, se mide como la salida (o resultado) del proceso por unidad de tiempo. Las empresas que utilizan una medición diferente de la capacidad por lo general son organizaciones de servicio especializado. Los hospitales, por ejemplo, suelen medir la capacidad en función del número de camas. (p. 164).

De esta manera se definirán tres tipos de capacidad para el hospital San Rafael de Alajuela:

La capacidad teórica, definida por Naim Caba Villalobos, Oswaldo Chamorro Altahona y Tomás José Fontalvo Herrera en su libro *Gestión de la Producción y Operaciones* (2011) "...es la capacidad máxima de producción y que está prevista desde la construcción y/o conformación de los sitios de trabajo; este nivel de capacidad nunca se trabaja y solo sirve para fronteras de análisis." (p.185)

Siguiendo con el mismo autor y libro, define capacidad disponible como (Naim Caba Villalobos, 2011):

Esta capacidad es con la que realmente trabaja una empresa ya que reconoce las deficiencias con que normalmente labora la organización. Adicionalmente se establecen las condiciones de producción que dependen de la política interna y de la administración de recursos de manufactura, así como las normas de trabajo y la jurisprudencia en que se circunscribe. (p.187)

Por último define la capacidad necesaria (Naim Caba Villalobos, 2011) "Es la capacidad que se requiere para cumplir con un programa o plan de producción determinado. Este plan normalmente se trabaja con los pronósticos de ventas."

Con estas capacidades podremos definir la restricción del sistema y poder programar los recursos en función de éste.

### **Herramientas utilizadas en el diseño**

Como primer elemento del diseño se encuentra la gestión de la demanda, como lo menciona Stephen N. Chapman en su libro (2006): “El punto de inicio de prácticamente todos los sistemas de planificación se da a partir de la demanda real o esperada de los clientes.” (p. 17)

Para definir la demanda esperada por los clientes se utilizan los pronósticos de series de tiempo, Stephen N. Chapman en su libro (2006): “La formulación de pronósticos (o proyección) es una técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro.”

Es importante tener claro que al definir un pronóstico no es únicamente obtener un número de las cantidades que se estiman, si no, es necesario un análisis en los diferentes patrones subyacentes en la demanda pasada:

- El patrón aleatorio (Capman, 2006) “...que parte del supuesto de que la demanda siempre posee un elemento aleatorio.” (p. 23)
- El patrón de tendencia (Chapman, 2006) “Las tendencias pueden ser crecientes o decrecientes, y tener naturaleza lineal o no lineal.”
- El patrón estacional (Chapman, 2006) “...estos patrones en realidad son patrones cíclicos, ya que pueden estar ligados o no a la estaciones del año.”

El comportamiento de estos patrones va a determinar el método utilizado para proyectar la demanda, pues existen requisitos para la elección de la técnica que (Wichern, 2006) los resume en la siguiente tabla:

Tabla 1 Elección de una técnica de pronóstico

<i>Método</i>	<i>Patrón de datos</i>	<i>Horizonte de tiempo</i>	<i>Tipo de modelo</i>	<i>Requisitos mínimos de datos</i>	
				<i>No estacionales</i>	<i>Estacionales</i>
Informal	ST, T, S	S	TS	1	
Promedios simples	ST	S	TS	30	
Promedios móviles	ST	S	TS	4-20	
Suavizamiento exponencial	ST	S	TS	2	
Suavizamiento exponencial lineal	T	S	TS	3	
Suavizamiento exponencial cuadrático	T	S	TS	4	
Suavizamiento exponencial estacional	S	S	TS		$2 \times s$
Filtración adaptativa	S	S	TS		$5 \times s$
Regresión simple	T	I	C	10	
Regresión múltiple	C, S	I	C	$10 \times V$	
Descomposición clásica	S	S	TS		$5 \times s$
Modelos de tendencia exponencial	T	I, L	TS	10	
Ajuste de curva S	T	I, L	TS	10	
Modelos Gompertz	T	I, L	TS	10	
Curvas de crecimiento	T	I, L	TS	10	
Censo X-12	S	S	TS		$6 \times s$
Box-Jenkins	ST, T, C, S	S	TS	24	$3 \times s$
Indicadores principales	C	S	C	24	
Modelos econométricos	C	S	C	30	
Regresión múltiple con series de tiempo	T, S	I, L	C		$6 \times s$

*Patrones de datos:* ST, estacionarios; T, tendencia; S, estacional; C, cíclico.

*Horizonte de tiempo:* S, corto plazo (menos de tres meses); I, intermedio; L, largo plazo.

*Tipo de modelo:* TS, serie de tiempo; C, causal.

*Estacional:* s, longitud de la estacionalidad.

*Variable:* V, número de variables.

(p.78)

Dentro de las técnicas, la suavización exponencial le asigna más peso a los acontecimientos recientes como lo expone Wichern en su libro (2006):

“...revisa continuamente el valor estimado a la luz de experiencias más recientes. Este método se basa en promediar (suavizar los valores pasados de una serie en una forma exponencialmente decreciente. La observación más próxima recibe el peso más grande  $\alpha$  (donde  $0 < \alpha < 1$ ), la siguiente observación más cercana recibe menos peso  $\alpha(1-\alpha)$ , la observación de dos periodos anteriores en el pasado recibe incluso menos peso  $\alpha(1-\alpha)^2$ , y así sucesivamente.” (p. 114).

Otro método para elaboración de pronósticos es el Holt-Winters, que se utiliza para los siguientes casos (O'Connell, 2007 ):

El método aditivo de Holt-Winters es el adecuado cuando una serie temporal muestra una tendencia lineal con un patrón estacional aditivo para el cual el nivel, la tasa de crecimiento y el patrón estacional podrían estar cambiando.

La forma de calcular la proyección utilizando este método sería la siguiente (O'Connell, 2007 ):

Para llevar a cabo el método aditivo de Holt-Winters se denota con  $\ell_{T-1}$  la estimación del nivel en el tiempo T-1, y con  $b_{T-1}$  se denota la tasa de crecimiento en el tiempo T-1. Luego suponga que observamos un nuevo valor  $y_L$  de la serie temporal en el periodo T, y sea  $s_{T-L}$  la estimación “más reciente” del factor estacional para la estación que corresponde al periodo T. Aquí L es el número de estaciones en un año (L=12 para datos mensuales, y L=4 para datos trimestrales), y por consiguiente T-L es el periodo que ocurre un año previo al periodo T. Además el subíndice T-L de  $s_{T-L}$  denota el hecho de que el valor de la serie temporal en el periodo T-K es el valor de la serie observada, más recientemente en la estación que se está analizando y, por tanto, es el valor de la serie temporal más reciente que se usa para ayudar a  $s_{T-L}$ . Entonces la estimación del nivel de la serie temporal en el periodo T utiliza la constante de suavización  $\alpha$  y es

**Figura 6 Fórmula para la estimación del nivel de la serie temporal**

$$\ell_T = \alpha(y_T - sn_{T-L}) + (1 - \alpha) (\ell_{T-1} + b_{T-1})$$

*Fuente: Pronósticos, series de tiempo y regresión un enfoque aplicado*

Donde  $(y_T - sn)$  es la observación compensada respecto de la variación estacional en el periodo T. La estimación de la tasa de crecimiento en el periodo T utiliza la constante de suavización  $\gamma$ , y es

**Figura 7 Fórmula para la estimación de la tasa de crecimiento en el periodo**

$$b_T = \gamma (\ell_T - \ell_{T-1}) + (1 - \gamma) b_{T-1}$$

*Fuente: Pronósticos, series de tiempo y regresión un enfoque aplicado*

La nueva estimación del factor estacional  $sn_t$  es el periodo T utiliza la constante suavización  $\delta$  y es

**Figura 8 Fórmula para la nueva estimación del factor estacional**

$$sn_T = \delta (\gamma_T - \ell_T) + (1 - \delta) sn_{T-L}$$

*Fuente: Pronósticos, series de tiempo y regresión un enfoque aplicado*

Donde  $(\gamma_T - \ell_T)$  es una estimación de la variación estacional recientemente observada. (p. 367)

Por último, se el método de descomposición clásica para el cálculo de la pronósticos que se utiliza en (O'Connell, 2007 ):

La idea básica en la que se apoyan los modelos es la descomposición de las series temporales en varios factores: tendencia, (error) estacional, cíclico e irregular. Las estimaciones de estos factores se utilizan para describir las series temporales. Además, si

los parámetros de las series temporales no cambian, las estimaciones se pueden usar para determinar pronósticos puntuales.

En la sección 7.1 se trata el modelo de descomposición multiplicativa. Este modelo es útil al modelar series temporales que manifiestan una variación estacional creciente o decreciente. (p. 325)

La forma de calcular la proyección utilizando este método sería la siguiente (O'Connell, 2007 ):

Considere una serie de tiempo que manifiesta variación estacional creciente o decreciente. Cuando los parámetros que describen la serie no cambian en el tiempo, a veces, la serie temporal se puede modelar en forma adecuada usando lo que se llama modelo de descomposición multiplicativa. Este modelo puede plantearse como sigue:

El modelo de descomposición multiplicativa es

**Figura 9 Formula para el cálculo de pronóstico mediante descomposición multiplicativa.**

$$y_t = TR_t \times SN_t \times CL_t \times IR_t$$

*Fuente: Pronósticos, series de tiempo y regresión un enfoque aplicado*

donde

$y_t$  = valor observado de la serie temporal en el periodo t

$TR_t$  = el componente (o factor) de la tendencia en el periodo t

$SN_t$  = el componente (o factor) estacional en el periodo t

$CL_t$  = el componente (o factor) cíclico en el periodo t

$IR_t$  = el componente (o factor) irregular en el periodo t

(P. 326)

Hay que tener claro que las proyecciones no sustituyen la demanda, debido a que existe un margen de error asociado a los métodos matemáticos, Stephen N. Chapman en su libro (2006) define técnicas para calcular el error como lo son:

Error promedio de pronóstico (MFE, por sus siglas en inglés, Mean Forecast Error). Como su nombre lo indica, este número se calcula a partir del error de pronóstico promedio matemático sobre un periodo específico. La fórmula es:

**Figura 10 Fórmula para el error promedio de pronóstico**

$$MFE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)}{n}$$

*Fuente: Planificación y Control de la Producción*

Representa la diferencia entre la demanda real y el pronóstico para cualquier periodo, y también se le conoce como error de pronóstico. El MFE implica sumar todos los errores de pronóstico individuales, y dividirlos entre el número total de errores. La importancia de este número no radica en su valor real, sino en su signo: si es positivo, indica que la demanda real fue mayor al pronóstico sobre el rango de números incluidos. Otra forma de explicar esto es que el método de pronóstico se sesgó sobre el extremo inferior. Si su signo es negativo, naturalmente, significa que los pronósticos fueron mayores que la demanda en promedio, lo que implica que el método de pronóstico se sesgó sobre el extremo superior. Por este motivo, el MFE en ocasiones se conoce también como pronóstico de sesgo.

Desviación Media Absoluta (MAD, por sus siglas en inglés, Mean Absolute Deviation). Una vez más, la fórmula puede deducirse a partir del nombre del término. Literalmente significa el promedio de las desviaciones absolutas matemáticas de los errores de pronóstico (desviaciones). La fórmula, por lo tanto, es:

**Figura 11 Fórmula para calcular la desviación media absoluta**

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |A_i - F_i|}{n}$$

*Fuente: Planificación y Control de la Producción*

Esto representa un número muy importante, ya que nos indica el error de pronóstico promedio (siempre positivo) sobre el periodo en cuestión. (pp. 36 - 37)

En los servicios de salud, los pronósticos nos pueden orientar hacia los cambios que tienen las patologías que ingresan al proceso de cirugía y como lo menciona en su libro Gutierrez, H. (2013) “este es un asunto clave, sobre todo porque la demanda del cliente no es constante. Por lo que el reto es que el proceso pueda ser flexible y pueda adaptarse a la demanda del cliente.” (p. 441).

Una flexibilidad en un proceso parece una utopía, sin embargo (Richard B. Chase, 2009) definen “El término planeación de ventas y operaciones se creó en las empresas para hacer referencia al proceso que ayuda a las compañías a mantener un equilibrio entre la oferta y la demanda.” (p.516), el ajustar esta metodología para poder mantener un equilibrio entre los pacientes que requieren un procedimiento quirúrgico y la capacidad de respuesta que tiene el centro.

Para logara este equilibrio se necesita integrar la información generada en diferentes etapas del proceso hospitalario, sin embargo (Richard B. Chase, 2009) ya se contempla esta combinación mediante un sistema de planeación de recursos de una empresa.

El sistema de planeación de recursos de una empresa (ERP), cuando se implementa en la forma correcta, conecta a todas las áreas del negocio. Manufactura se entera de los nuevos pedidos tan pronto como se registran en el sistema. Ventas conoce la situación exacta del perdido de un cliente. Compras sabe al minuto lo que necesita manufactura y el sistema contable se actualiza a medida que ocurren todas las operaciones pertinentes. Los beneficios potenciales son considerables. Tan sólo los ahorros en el envío redundante de la información le pueden ahorrar a una compañía millones de dólares al año.(p. 456)

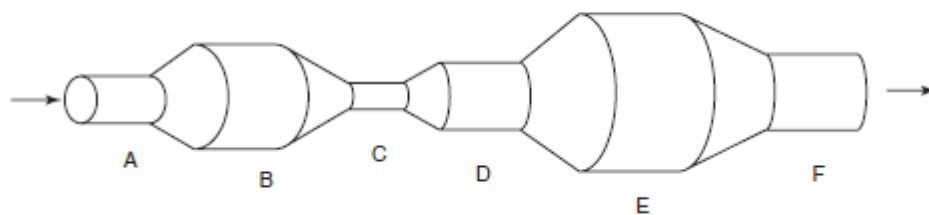
Para el Hospital San Rafael de Alajuela, este ERP debe buscar una interrelación entre las diferentes áreas del hospital ya que a modo de ejemplo, un cirujano no puede operar si no tiene los resultados de los exámenes realizados en el Laboratorio, sin embargo, el asistente de pacientes debe entregar la solicitud de exámenes.

Lo anterior proviene de diferentes servicios que generan su propio entregable y es una suma de acciones para poder brindar una atención al paciente, esto es una de las funciones del sistema de programación y control de la producción, Sipper lo menciona en su libro (1998):

Los elementos están colocados en varios lugares a lo largo de la ruta del flujo. No se muestra la interacción entre ellos. La función del PCP integra el flujo de material usando la información del sistema. (p. 17)

Al ser una serie de acciones independientes que están interrelacionados, cada actividad tiene una capacidad diferente y esto provoca que no importe la eficiencia en las operaciones si existe alguna que está por debajo de la capacidad de las anteriores como se muestra en la siguiente Figura.

**Figura 12 Analogía de tubería para explicar las diferentes capacidades en un proceso.**



Fuente: Analista

Para poder producir cada pedido o en el caso del Hospital San Rafael de Alajuela para intervenir a cada paciente, el sistema de programación debe de involucrar todos los elementos mencionados y mediante un sistema de empuje que S. Chapman lo define como (2006):

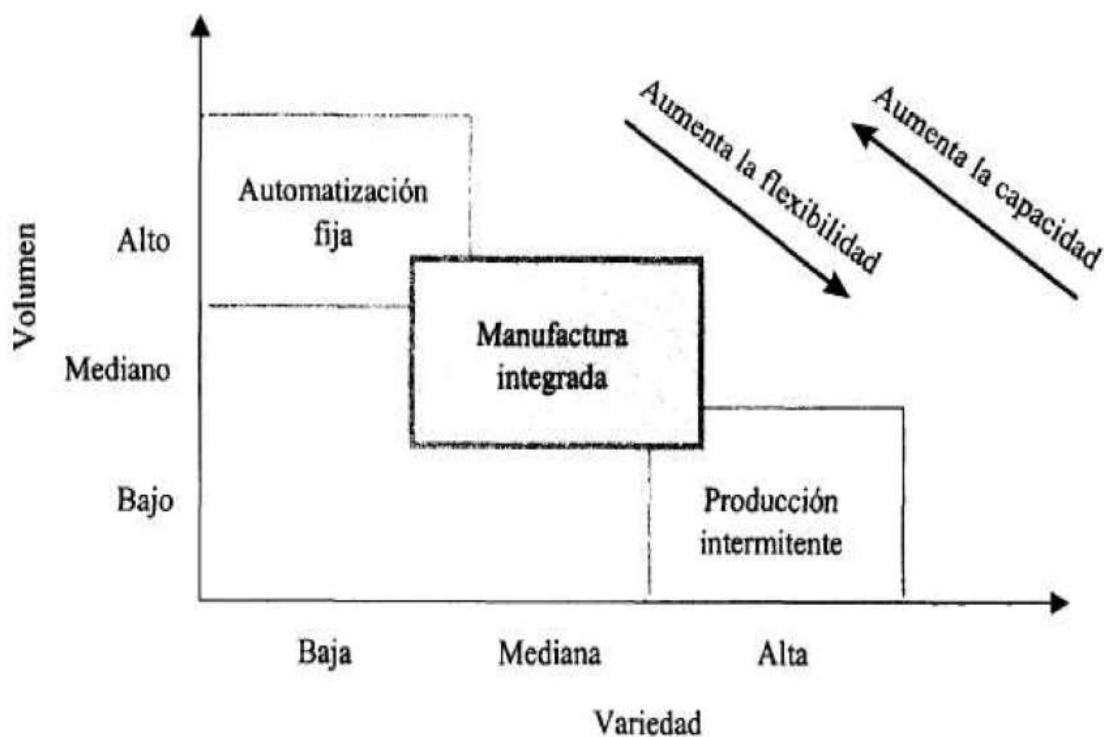
Sistema *push* (o de empuje), lo que significa que es preciso calcular con antelación el material que requerirá la operación (liberaciones planificadas de pedidos), para luego —en caso de no presentarse cambios importantes en los planes— “empujarlo” hacia el sistema mediante

una orden de producción. Lo que “dispara” el plan total es el pronóstico de la necesidad de producto final, determinado en el programa maestro de producción (PMP). (p. 205)

Este programa debe de contar con una secuencia de producción entiéndase por secuencia lo escrito por Juan Velasco Sánchez y Juan Antonio Campins Masriera en su libro *Gestión de la producción en la empresa: planificación, programación y control* (2013) donde define secuencia como “...(determinado el orden de ejecución de entre las diferentes operaciones que esperan ser procesadas en dicha máquina).” (p. 219)

Esta secuencia sirve es medular en el sistema de programación y control de la producción ya que origina la velocidad de procesamiento y de esta manera se pueden implantar estrategias de producción como se muestra en la siguiente Figura.

**Figura 13 Gráfica de volumen contra variedad**



Fuente: Daniel Sipper & Robert L. Bulfinch Jr

Según la Figura número 8, mostrada en la página anterior, el reto para este proyecto, es poder ajustar los cambios de demanda, la capacidad de oferta, planeación de recursos, la secuencia de los pacientes e integrar toda esta información dentro de un sistema para la programación y control de las cirugías.

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **Enfoque**

El análisis de los servicios hospitalarios desde la perspectiva de ingeniería no es nuevo, existen libros y estudios que se enfocan en un mejoramiento en las diferentes secciones de un hospital mediante metodologías y herramientas de ingeniería industrial, por lo anterior, se podría decir que este estudio será con un enfoque mixto, ya que no solo se hará una cuantificación y medición de los hechos que afectan cirugías en el Hospital San Rafael de Alajuela, se profundizará en estas causas, las cuales se dimensionarán numéricamente, para así lograr comprender tanto el contexto, así como su impacto y poder determinar una solución al problema, además es importante aclarar, que no existe un control sobre las fenómenos ligados a las cirugías, tampoco así, existe una hipótesis preliminar que se quiera validar.

### **Método**

En lo que respecta al método, se hará un análisis de los histórico de los indicadores de gestión hospitalaria para dimensionar la problemática de demanda que presenta el centro, además se analizará la capacidad de oferta definiendo el grado de utilización que tiene cada una de las salas de cirugía con esto analizar si el problema requiere un sistema de programación y control de la producción o por el contrario necesita un aumento de capacidad instalada en lo que se refiere a salas de cirugía para dar abasto con las necesidad impuesta por la demanda.

### **Muestra de la Investigación**

El estudio se lleva a cabo en el Hospital San Rafael de Alajuela, por lo que se deberá trabajar con información de personas que sufrieron una intervención quirúrgica en este Hospital. Debido a que estamos hablando de registros tan delicados, la información recolectada de los boletines estadísticos así como de la base de datos del sistema de atención está codificada de manera que no se puede llegar a conocer la información principal de los pacientes como el nombre o número de cédula, protegiendo de esta manera la identidad de las personas atendidas en este centro.

### **Variables o unidades de análisis**

En lo que respecta al proceso quirúrgico, hay que tener claro que un egreso “salida del paciente a cualquiera de los siguientes destinos: casa, otra institución de salud, otro servicio, alta

voluntaria, permisos o fuga” (ENFERMERIA.ME, 2017), para esta información los registros estadísticos contabilizan mensualmente este dato.

### **Instrumentos**

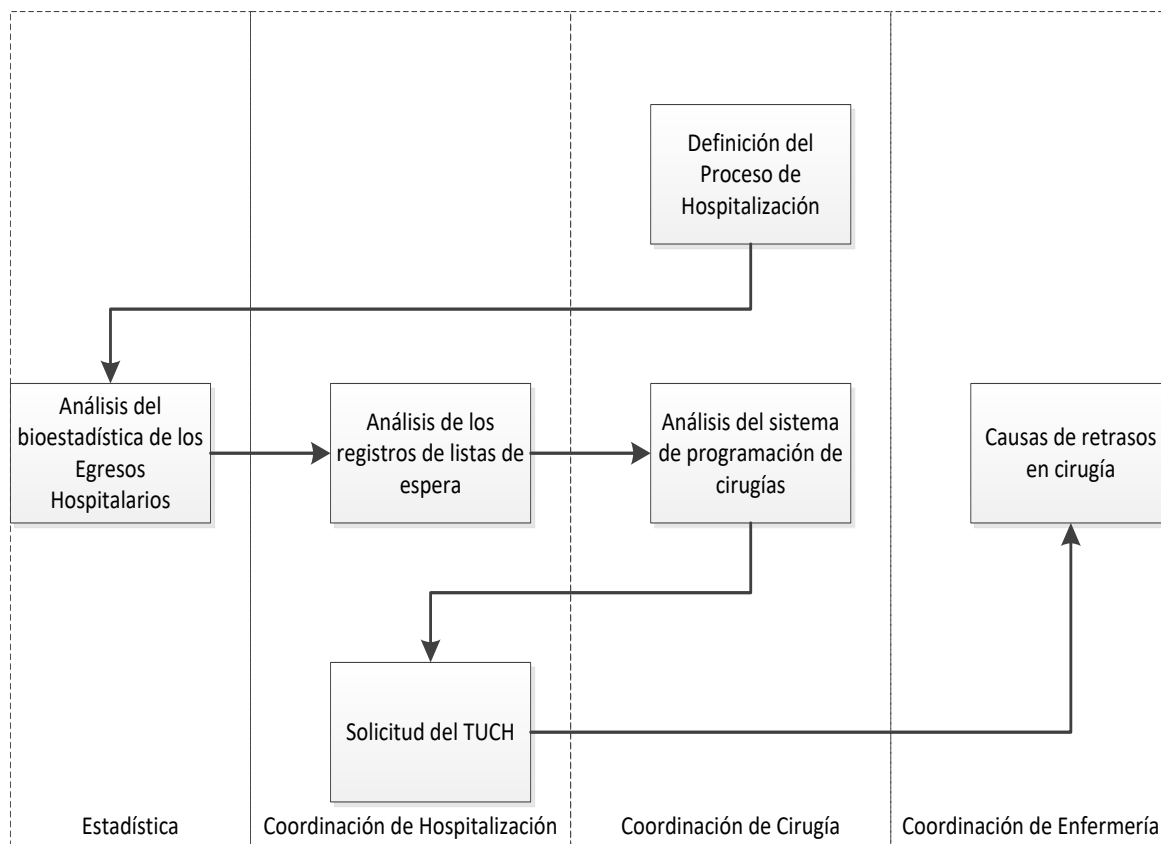
Se procesará la información existente y recopilada en los informes oficiales de la institución para la recolección de estadística de los egresos, usos de salas quirúrgicas así como los informes operativos anuales de las salas de operaciones.

### **Proceso para la recolección de datos**

Todos los centros de salud de la Caja Costarricense del Seguro Social cuentan con un el departamento de estadística, quien es el encargado de ingreso de diagnósticos, egresos e ingresos de pacientes, etc. Este departamento será el proveedor de la información numérica a quien se le puede solicitar cruces de variables que sean de interés para el desarrollo del análisis, sin embargo no es el único responsable de otorgar la información para el desarrollo del proyecto estudio.

Según la Figura número 7, se grafican las diferentes necesidades de información según su fuente y el orden de solicitud, para poder llevar a cabo el desarrollo del estudio.

**Figura 14 Información para la elaboración del proyecto según fuentes**



Fuente: Analista

Todo inicia con la definición del proceso de hospitalización para ello se solicita con la coordinación de cirugía una entrevista para de ella poder diagramar el proceso para la hospitalización. Conocido el proceso en estudio, se solicita a estadística toda aquella bioestadística necesaria en virtud de la cantidad de egresos que ha presentado el hospital fin de ser comparado con la demanda insatisfecha que tiene el centro determinando de esta manera la demanda real del hospital.

Para analizar el sistema de programación actual con que cuenta el Hospital San Rafael de Alajuela, se entrevista a la coordinación de cirugía. Además se solicita a la coordinación de hospitalización la lista de procedimientos realizados la cual contiene hora de inicio de cirugías por especialidad sala paciente entre otras variables. Por último para definir causas de retraso y obtener la capacidad real de los quirófanos, se solicita a la coordinación de enfermería las causas y frecuencia de los retrasos en los procedimientos quirúrgicos.

### Método de Análisis

<b>VARIABLES O UNIDADES DE ANÁLISIS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	<b>MÉTODO DE ANÁLISIS</b>	<b>FASE</b>
Proceso de hospitalización	Observación, Entrevistas	Diagrama de flujo proceso.	Observación	Diagnóstico
Egresos	Bioestadística	Análisis de Boletín estadístico, exclusión de fallecidos y CMA	Gráfica y análisis por hoja de cálculo	Diagnóstico
Demanda insatisfecha	Registro de Cirugías en espera	Análisis de Registro según mes y servicio	Gráfica y análisis por hoja de cálculo	Diagnóstico
Capacidad real de salas	Horas contratadas y laboradas por especialistas	Análisis de Registro según mes y especialista	Gráfica y análisis por hoja de cálculo	Diagnóstico
Causas de suspensión de Cirugía	Entrevistas, Lluvia de Ideas con personal, Análisis de	Enlistar en causas asignables los retrasos en las cirugías	Tabulación de causas expuestas por los profesionales	Diagnóstico

	Informe anual de sala de operaciones.			
Factores que inciden en prolongación de las estancias	Informe anual de sala de operaciones	Priorización de factores que inciden en prolongación de estancias	Elaboración mediante Software estadístico, un Modelo lineal General	Diagnóstico
Brecha de recursos	Comparación demanda real y demanda necesaria	Análisis comparativo de demanda real y demanda necesaria en cuanto a Recurso Humano, Infraestructura o Material	Gráfica y análisis por hoja de cálculo	Diseño
Secuencia de cirugías	Lista de procedimientos realizados	Análisis de tiempo en cirugía según procedimiento y servicio	Gráfica y análisis por hoja de cálculo	Diseño



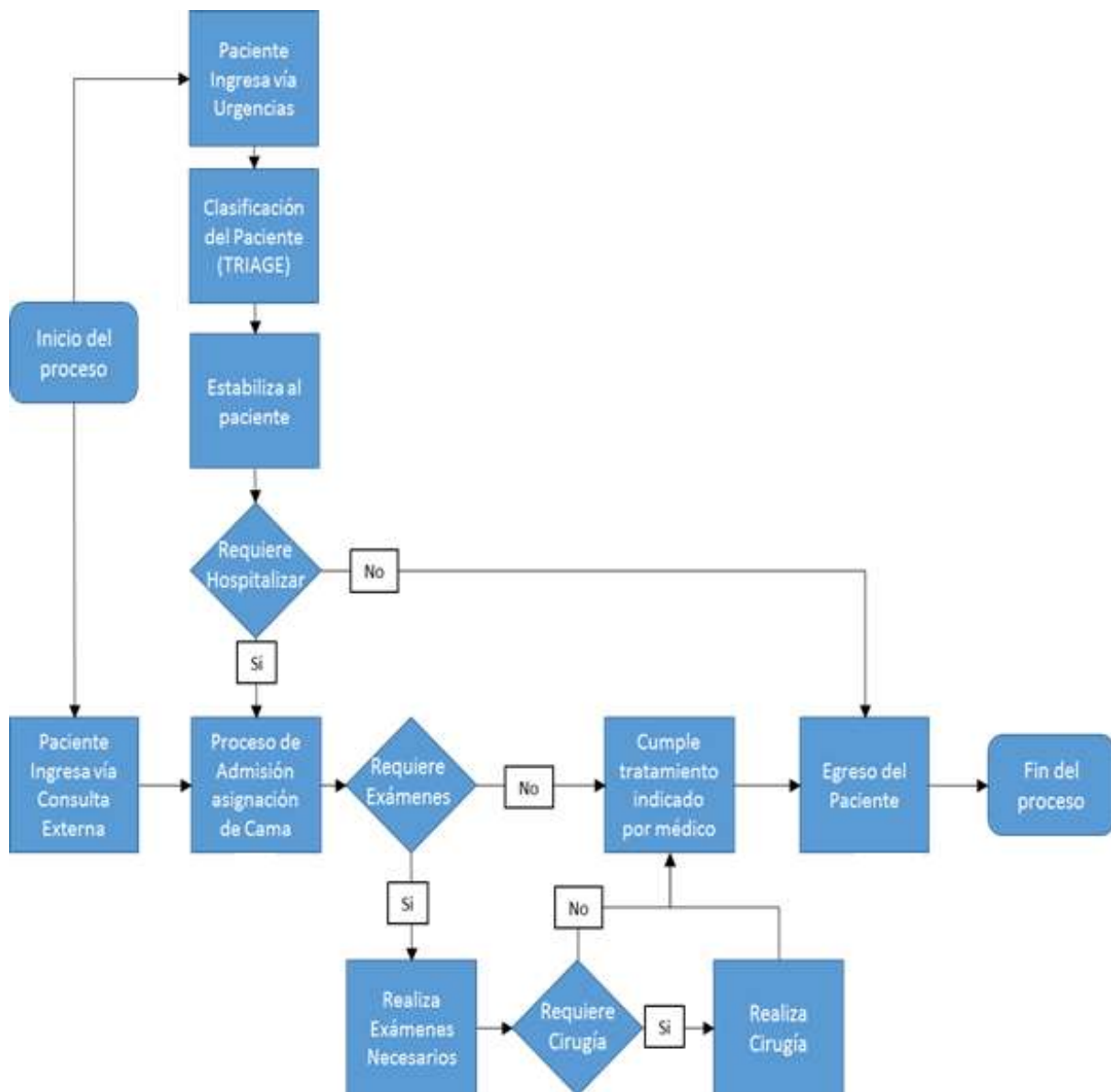
En la Figura 8 se pueden observar las diferentes actividades necesarias para el desarrollo y la presentación del proyecto. Es importante mencionar que se realiza una entrega previa del marco teórico, metodológico y la definición del problema.

Una vez aprobada esta etapa, el trabajo se orienta al desarrollo del documento con el tutor para ello se genera una actividad hito que son las reuniones, mismas no están contempladas en la Figura anterior.

## CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO

El objetivo de este apartado es analizar la manera en que el hospital San Rafael de Alajuela lleva a cabo el proceso de cirugía y hospitalización, para esto, la siguiente Figura muestra el diagrama de proceso.

**Figura 16 Diagrama de Proceso para las Hospitalizaciones en el Centro San Rafael de Alajuela.**



Fuente: Analista

Según la Figura 8 de la pagina anterior, es posible identificar que el ingreso del paciente puede ser por dos vías, consulta externa (aquellos pacientes de lista de espera) o vía Urgencias.

Si el paciente tuvo ingreso por el servicio de Urgencias, se procede a estabilizarlo y en caso de requerir hospitalización, el servicio de registros médicos procede a realizar la admisión y asignación de cama.

La asignación de cupo para hospitalización va a depender del servicio y del género, debido a que la infraestructura de la cada especialidad tiene una división física, de esta manera se separan los pacientes hospitalizados según el sexo. La cantidad determinada de camas en cada especialidad es dividida en partes iguales.

Una vez asignada la cama, el médico programa el procedimiento quirúrgico, para ello, teniendo en cuenta los resultados de los diferentes exámenes complementarios (en caso de requerirlos).

Es importante mencionar que aquellos estudios que no se realizan en el centro, deben ser enviados al Hospital Nacional México, lo que puede provocar que las estancias de los pacientes se extiendan por más tiempo.

Una vez que reúna todos los exámenes y esté preparado para la intervención, el medico procede a realizar la cirugía, esta actividad amerita toda una programación de quirófano, recurso humano y materiales, teniendo como resultado el paciente intervenido y en estado de recuperación.

### **Estancia hospitalaria**

El proceso descrito anteriormente se comporta de una manera definida y para lograr entenderlo se analiza desde una serie de indicadores de gestión. Existen una vasta cantidad de indicadores referentes a hospitalización, giro cama, índice de ocupación, entre otros; sin embargo, nos concentraremos en la estancia hospitalaria.

Se analiza la estancia hospitalaria ya que según (Mercedes, 2007) “El rendimiento de la cama viene condicionado por dos factores: su índice de sustitución y las estancias de los pacientes que las ocupan. Sobre ambos puede actuar la gestión de pacientes para favorecer su disminución.”

Al analizar la estancia promedio, José Luis Temes Montes y Mercedes Mengibar Torres, su libro Gestión hospitalaria define como indicador de estancia promedio (2007):

Estancia media

A nivel global, se calcula:

$$\frac{N^{\circ} \text{ de estancias causadas en el periodo}}{\text{Número de ingresos en el periodo}}$$

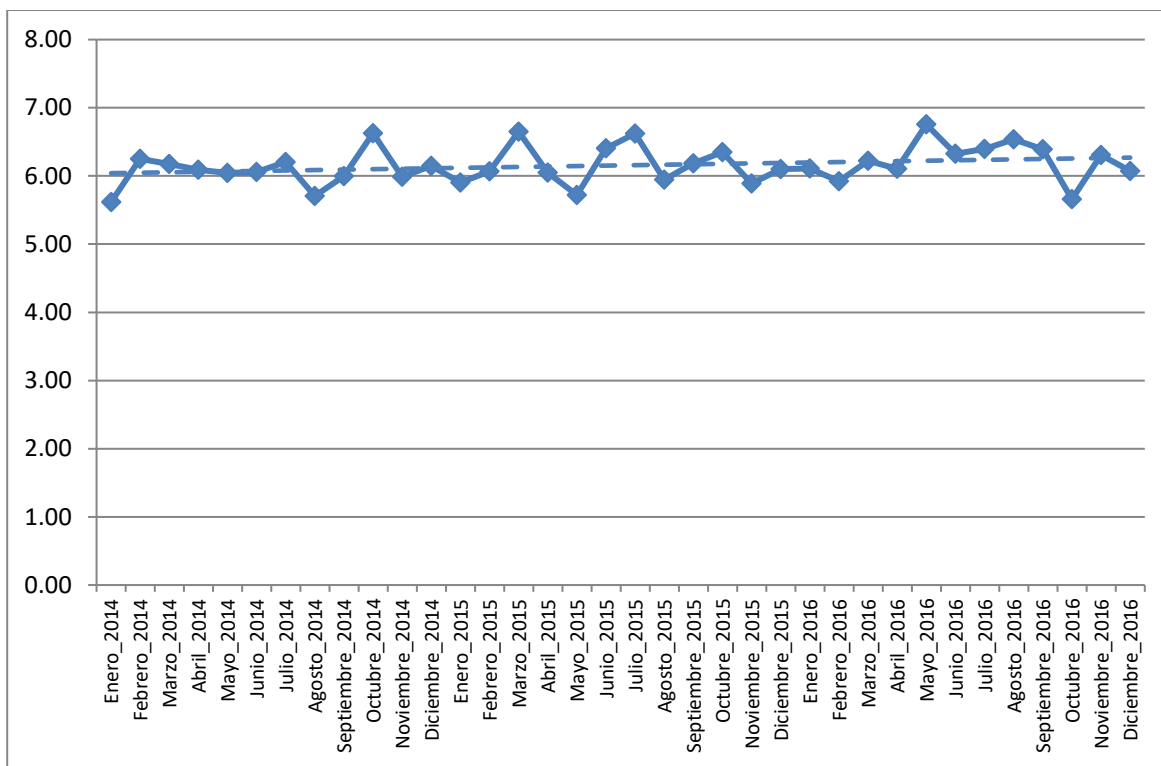
En el nivel de servicio o unidad:

$$\frac{N^{\circ} \text{ de estancias causadas en el periodo}}{\text{Entradas del periodo}}$$

(P.119)

Según lo anterior, se analiza la estancia promedio general para el Hospital San Rafael de Alajuela mediante una serie histórica que abarca desde el año 2014 hasta el año 2016 obteniendo la siguiente Figura 9 que se muestra en la siguiente página.

**Figura 17 Serie de tiempo para la estancia promedio del Hospital San Rafael de Alajuela**

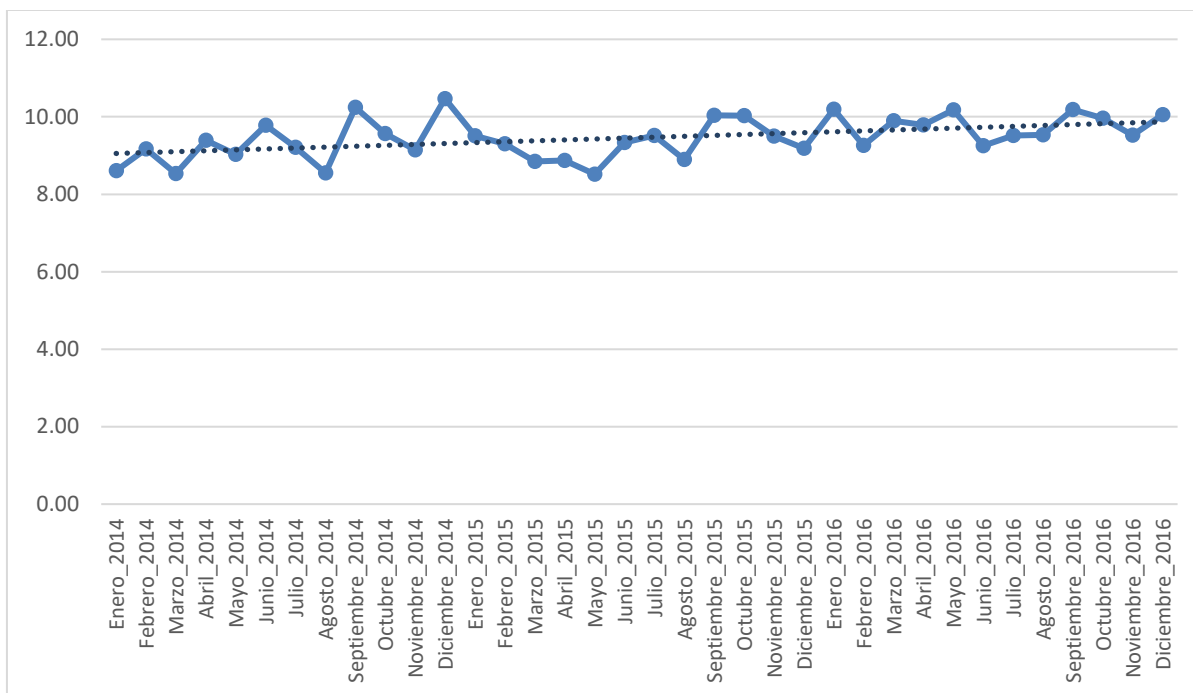


*Fuente: Dirección Estadística H.S.R.A.*

En la Figura número 9, no es posible definir un patrón pudiéndose observar una tendencia leve hacia a la alta.

De la misma manera se grafica una serie de tiempo partiendo del 2014 hasta el año 2016 de la estancia promedio, esta vez, únicamente para el Servicio de Cirugía como se aprecia en la siguiente Figura.

**Figura 18 Serie de tiempo para la estancia promedio del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela.**



*Fuente: Dirección Estadística H.S.R.A.*

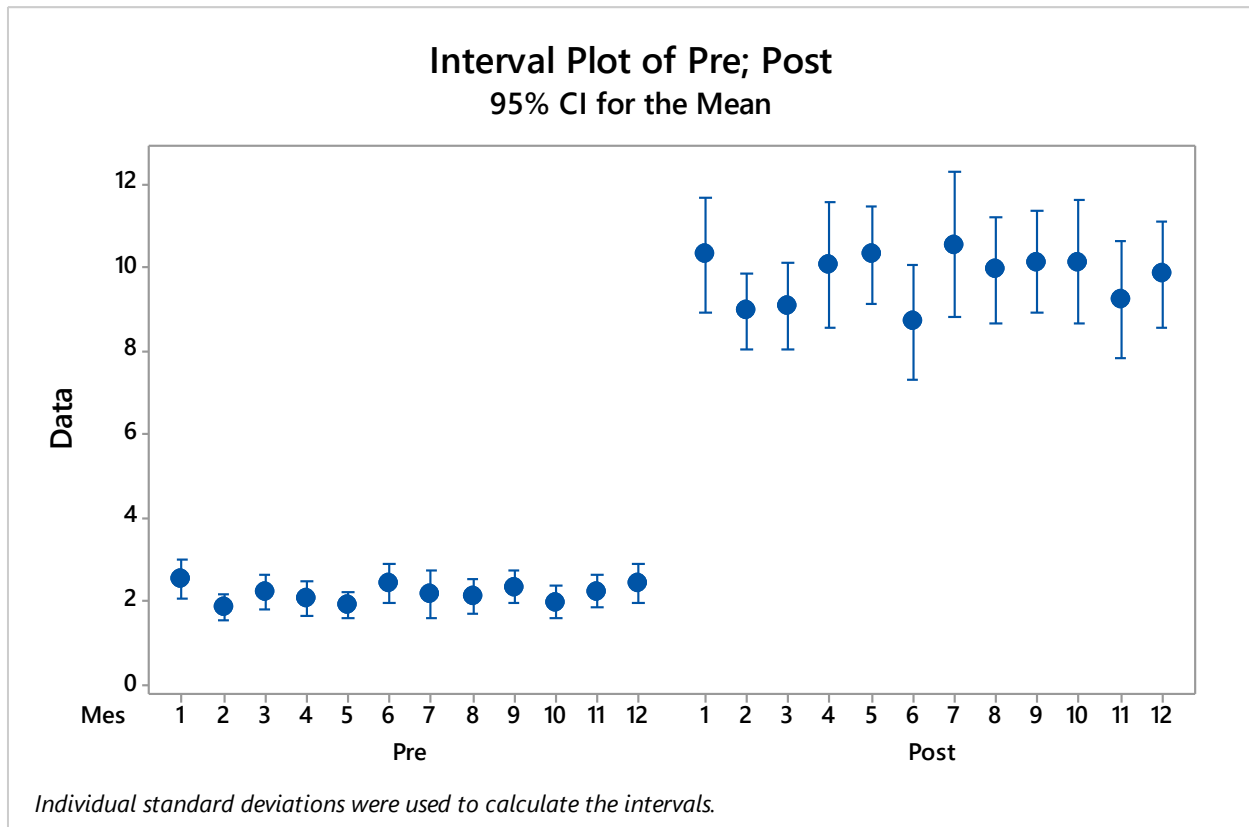
En la Figura número 10, se puede observar un patrón aleatorio donde existe una tendencia positiva, esto quiere decir, que las personas del Servicio de Cirugía están durando más internadas en el hospital a diferencia de hace dos años.

Dentro del estudio de estancias se debe analizar la estancia pre y post hospitalaria, dado que una estancia pre operatoria alta indica una mala gestión hospitalaria (Mercedes, 2007)

El asegurar el estudio preoperatorio ambulatorio del paciente, el verificar previamente al ingreso la conformidad del anestesista, el cirujano y el paciente con la cirugía propuesta y con la fecha prevista para su realización; el realizar la programación de la fecha de ingreso adecuada al tipo de intervención, al diagnóstico y a la comorbilidad del paciente, y a la fecha prevista de cirugía, así como la reserva eficaz de cama y de tiempo quirúrgico para el paciente, redundan en una disminución de las admisiones prematuras, en un acortamiento de la estancia preoperatoria y en una disminución de las intervenciones anuladas. (p.220)

Por lo anterior, se comparan las estancias pre y post hospitalarias del año 2016, Registradas en el Hospital San Rafael de Alajuela, como se muestra en la siguiente Figura.

**Figura 19 Comparación de promedios para la estancia pre y post operatoria del hospital San Rafael de Alajuela para el año 2016.**



*Fuente: Dirección Estadística H.S.R.A*

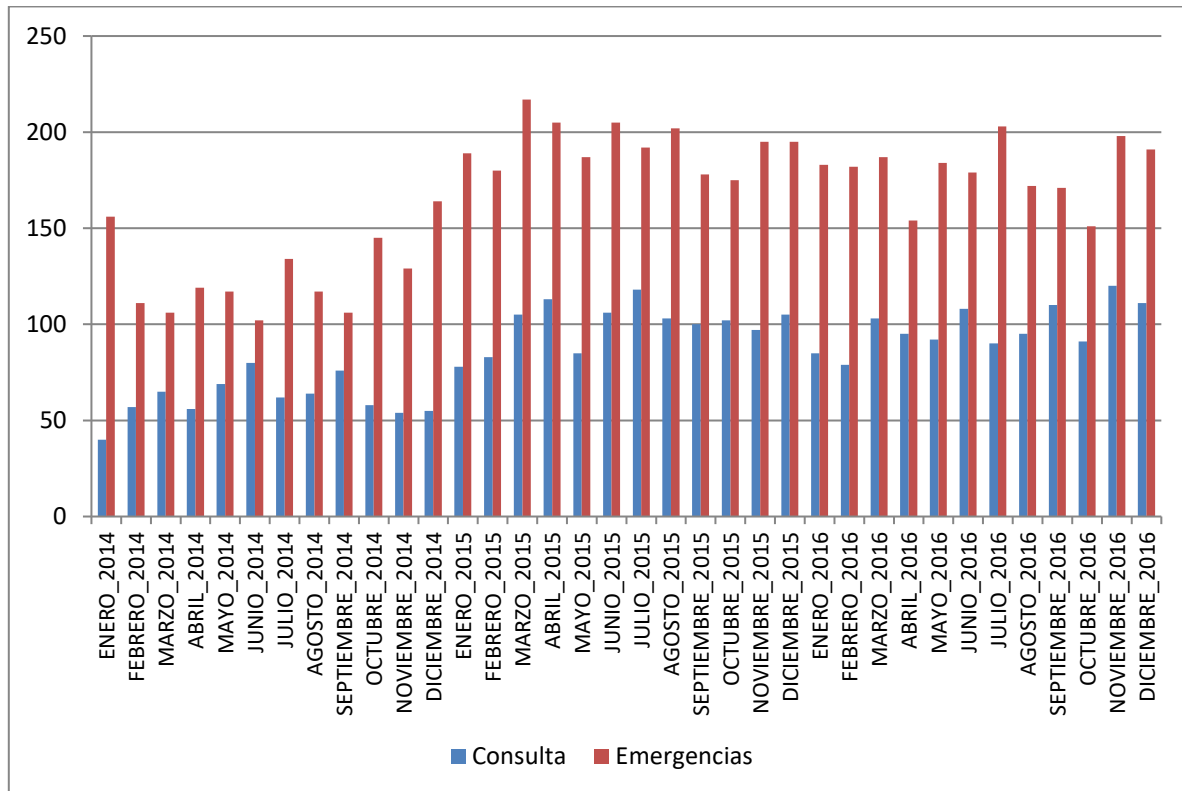
La Figura número 11, muestra la comparación de la estancia pre operatoria, que ronda un promedio de 2,20 días, contra la estancia pos operatoria la cual ronda un promedio de los 9,76 días; mostrando una diferencia de 7,56 días.

Este comportamiento del proceso es capaz de generar egresos y a lo largo del próximo apartado, se analizarán los egresos que tuvo el centro.

### Análisis de egresos

Una vez que se conoce el proceso de Hospitalización y su comportamiento, es analiza la oferta que produce este proceso. Para ello se analiza la cantidad de egresos generados desde el 2014 hasta el 2016, como se muestra en la siguiente Figura.

**Figura 20 Proporción de egresos según vía de ingreso para el Hospital San Rafael de Alajuela**

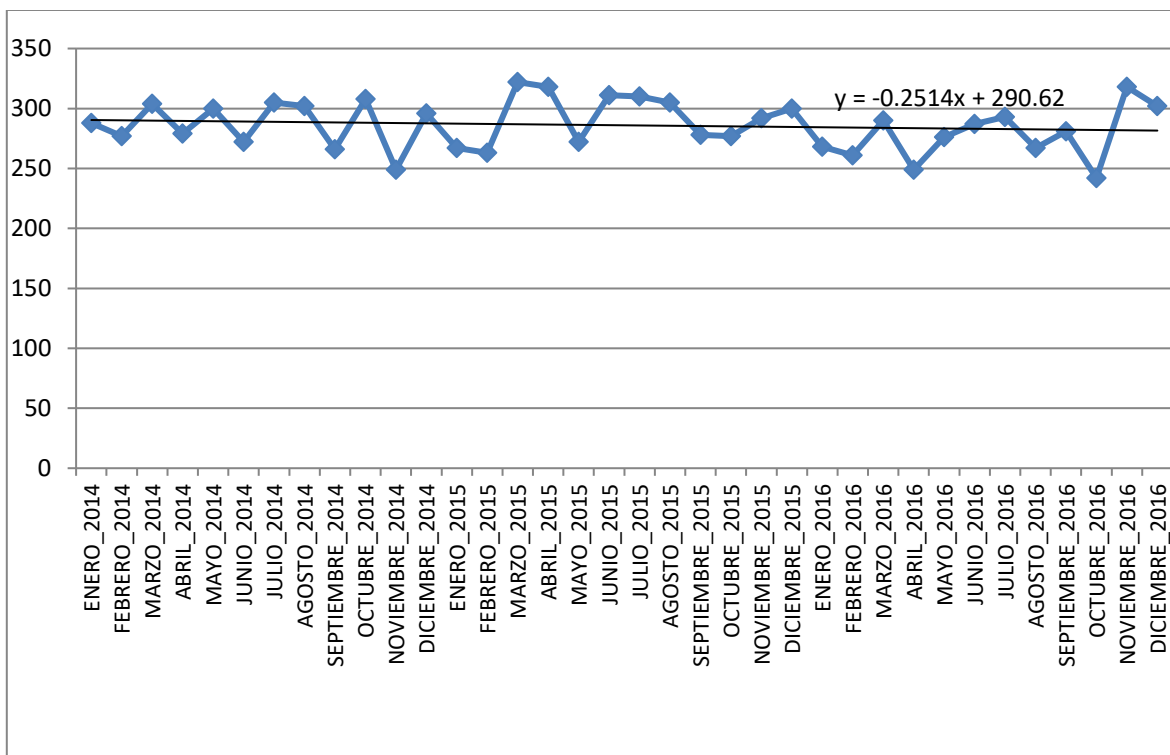


Fuente: H.S.R.A.

La Figura número 12, muestra la proporción promedio de los egresos que provienen del servicio de Urgencias alcanzando un 66% de y restante 34% son casos que provienen del Servicio de Cirugía.

Siguiendo con el análisis, se realiza una serie histórica de los egresos del Servicio de Cirugía como se pudo observar en la siguiente Figura.

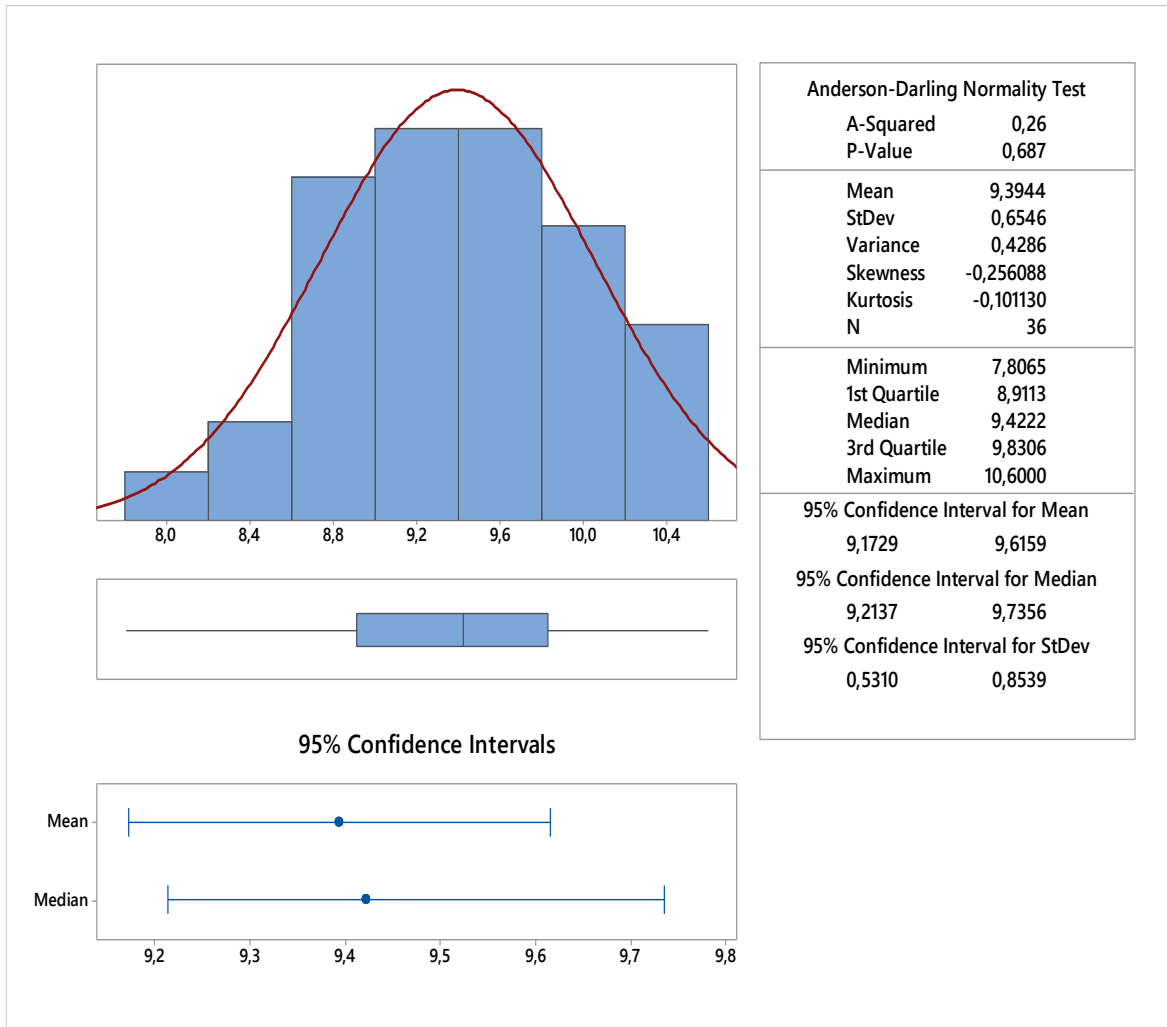
**Figura 21 Serie de tiempo para los egresos del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela.**



*Fuente: Dirección Estadística H.S.R.A.*

De la Figura número 13, es posible observar un patrón aleatorio con un comportamiento estable en los últimos dos años sin una tendencia definida a lo largo de este tiempo. Partiendo del supuesto que los egresos se realizan únicamente en días hábiles, se analiza su comportamiento estadístico como se muestra en la siguiente Figura.

**Figura 22 Comportamiento estadístico de los egresos del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela.**

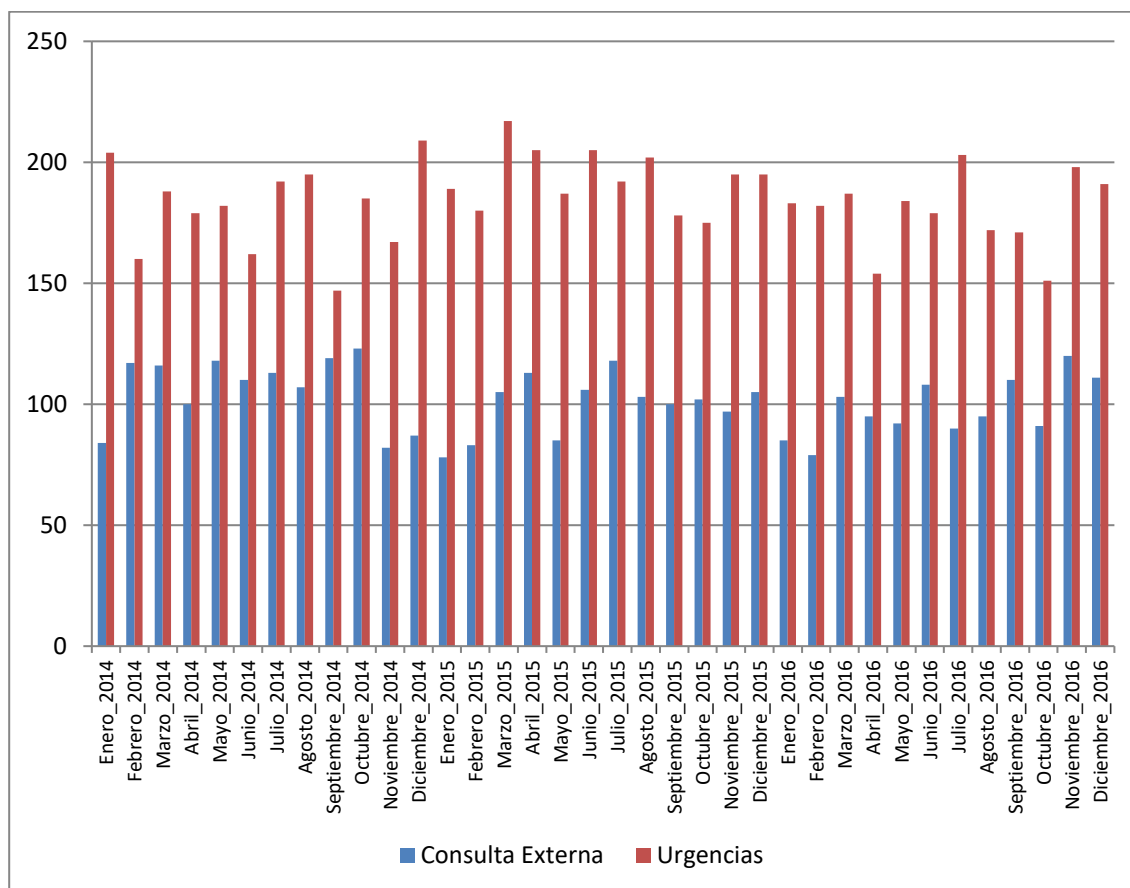


Fuente: Dirección Estadística H.S.R.A.

De la Figura número 14, puede observarse que existe evidencia estadística suficiente para afirmar que los egresos del Servicio de Cirugía se ajusta a un comportamiento normal con promedio 9.39 y una desviación estándar de 0.65 egresos.

Para conocer la proveniencia de los pacientes egresados por el Servicio de Cirugía se elabora un análisis contemplando la vía de ingreso del paciente, como se muestra en la siguiente Figura.

**Figura 23 Egresos según vía de ingreso para el Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela**

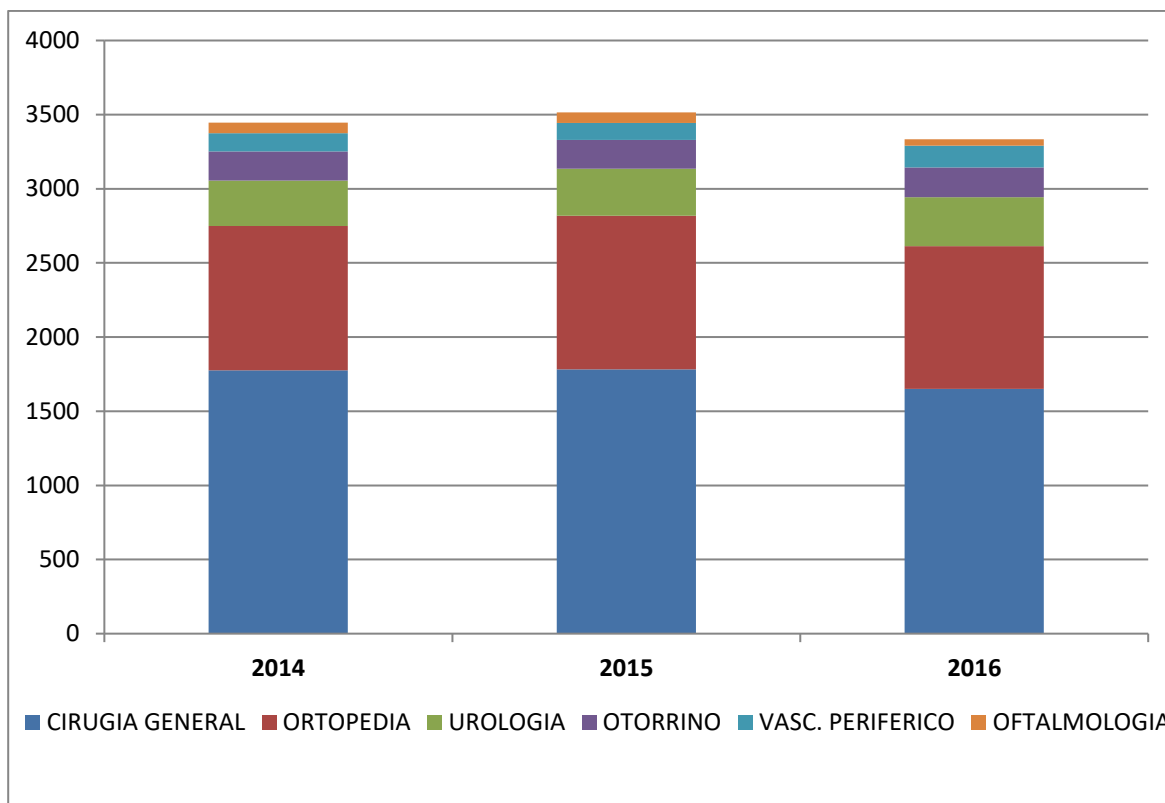


Fuente: Dirección Estadística H.S.R.A.

De la Figura número 15 se puede observar que de los egresos registrados, el 64.55% ingresan al hospital vía Urgencias, dejando un 35,45% provenientes de consulta externa. Esto es importante debido a que si la programación de los recursos, se hace en función de la consulta externa, los pacientes que ingresan vía urgencia arruinan esa programación, evidencia de esto está que la cantidad de egresos registrados por urgencias es mayor que los registrados por consulta externa.

Siguiendo con el desarrollo se analizan los egresos según especialidad, para determinar la que registra más egresos, para ello se elabora la siguiente Figura.

**Figura 24 Egresos según vía de ingreso para el Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela**



*Fuente: Dirección Estadística H.S.R.A.*

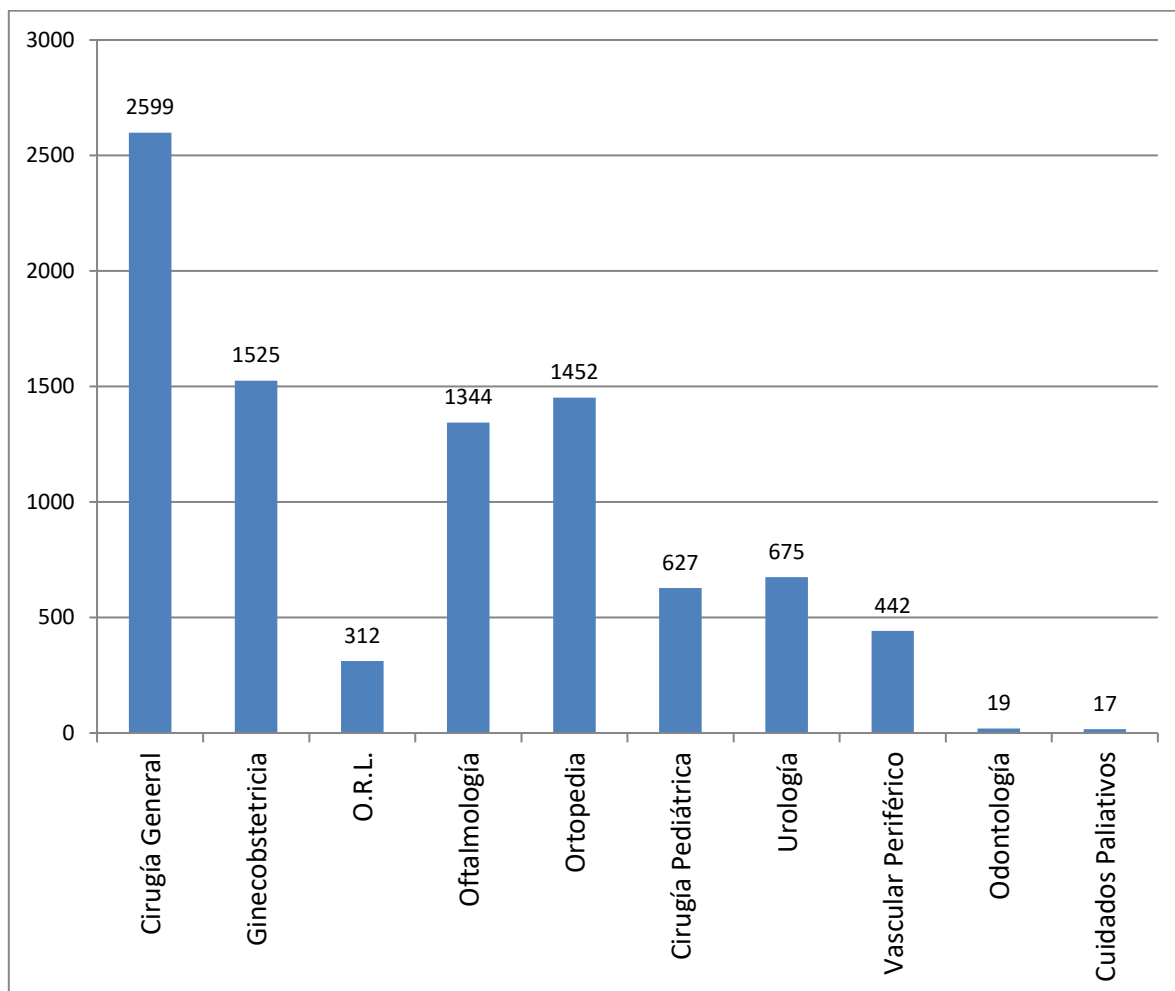
En la Figura número 16, se puede observar que el 80% de los egresos registrados por el Servicio de Cirugías, provienen de la especialidad de Cirugía General y Ortopedia.

Esto sirve de referencia para comprender la proporción existentes en las diferentes especialidades y la tónica que debe tener la programación de los quirófanos.

### Análisis de cirugías

Si bien es cierto, una cirugía genera un egreso, muchas veces por un tema de estancias, puede realizarse un procedimiento un mes y registrar el egreso hasta el siguiente periodo o provienen de modalidades ambulatorias. Contemplado cirugías ambulatorias y de Hospitalización, durante el año 2016, se realizaron 9012 procedimientos como se muestra en la siguiente Figura.

**Figura 25 Cantidad de cirugías realizadas para el Hospital San Rafael de Alajuela para el año 2016 según especialidad**



Fuente: Dirección Enfermería H.S.R.A.

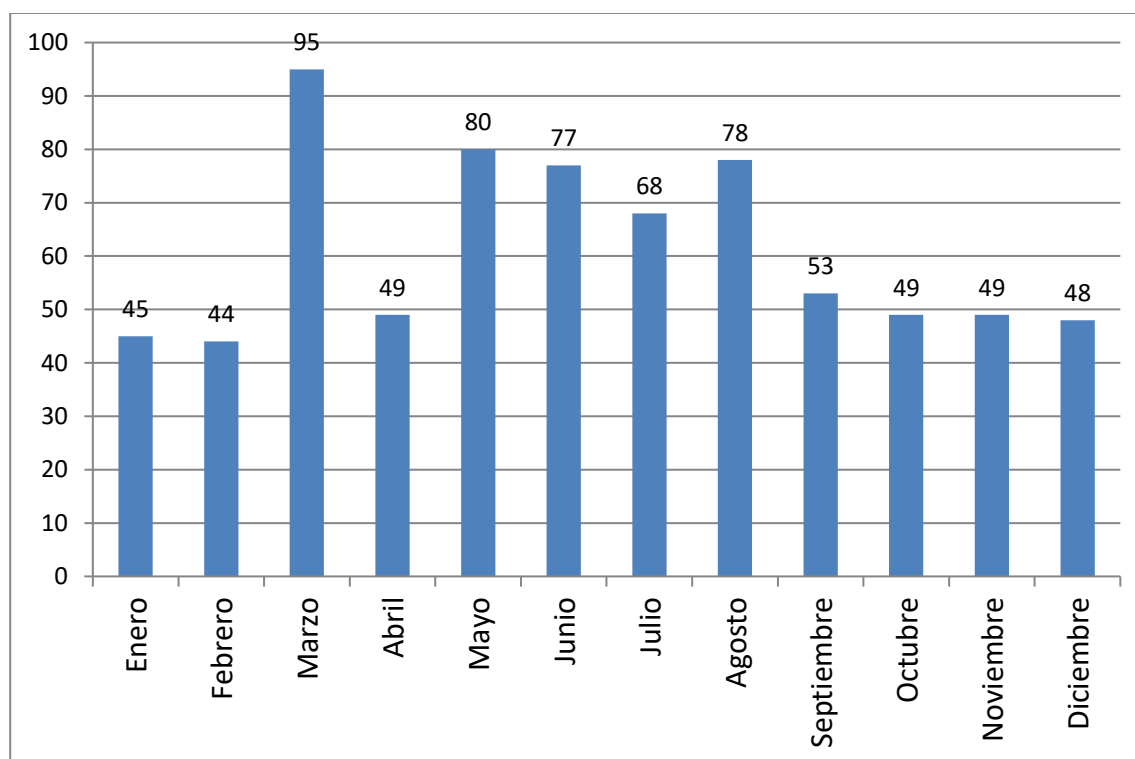
La Figura número 17 muestra que únicamente el 24,27% son procedimientos provenientes de un servicio distinto a cirugía. Además se puede apreciar que el 80% de los

procedimientos del Servicio de Cirugía se distribuye entre cirugía general, Ortopedia y Oftalmología, respectivamente.

Es importante aclarar que existen procedimientos que no se llevan a cabo que Temes Montes, José Luis, and Mengíbar Torres, Mercedes lo define en su libro Gestión hospitalaria como (2007): "...aquellas intervenciones quirúrgicas programadas que por cualquier razón no se realizaron en la fecha en que inicialmente fueron previstas y tampoco se sustituyeron en la programación del quirófano." (P.120)

Para el año 2016, el Hospital San Rafael de Alajuela, tuvo un porcentaje de suspensión de un 8% del total de las cirugías contabilizando un total de 735 suspensiones como lo muestra la siguiente Figura.

**Figura 26 Cantidad de cirugías suspendidas para el Hospital San Rafael de Alajuela para el año 2016 según mes**

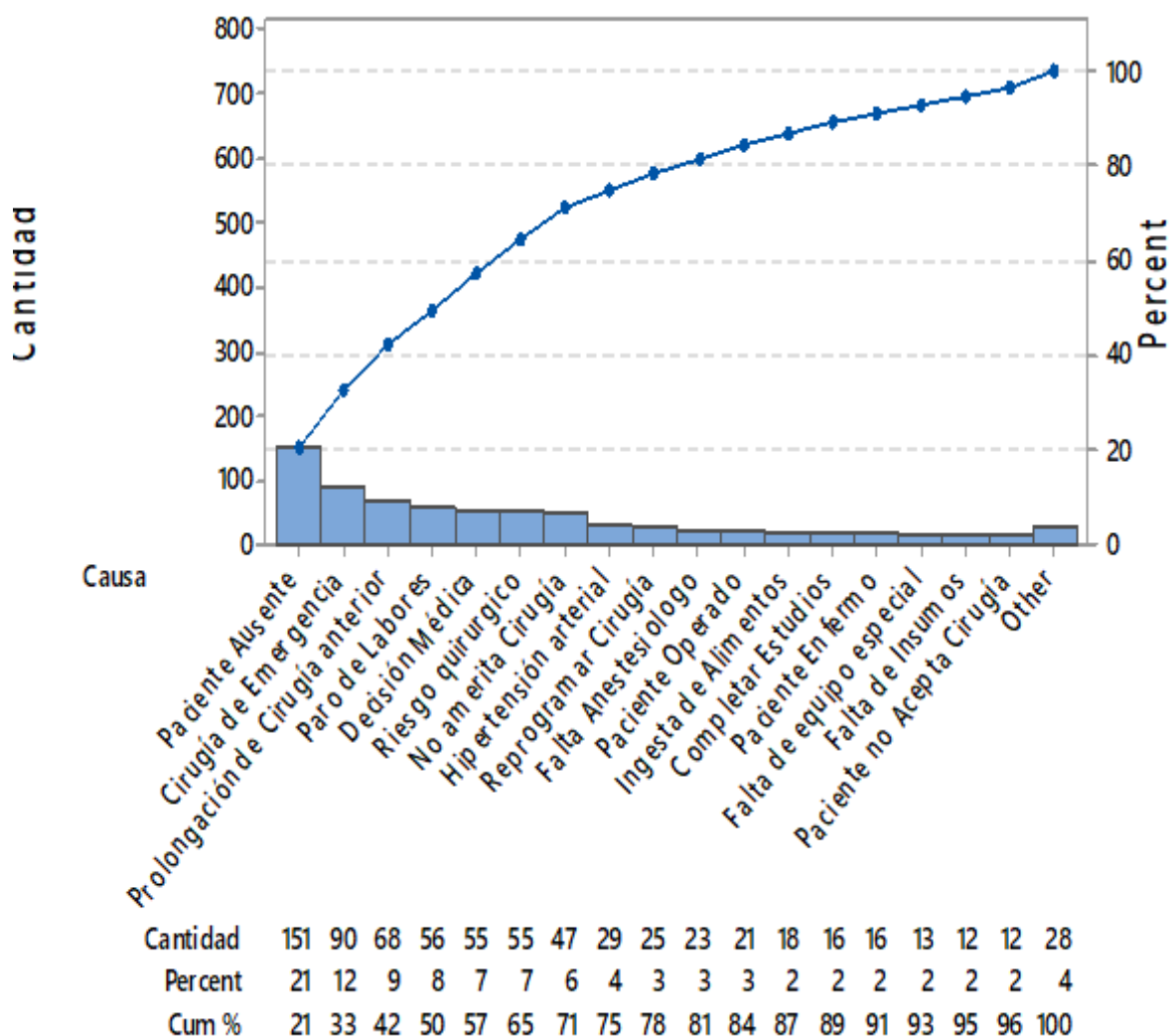


Fuente: Dirección Enfermería H.S.R.A

De la Figura número 18 de la página anterior, se logra observar que el mes de marzo presenta la mayor cantidad de suspensión de cirugías para año 2016 y el mes de febrero registra la menor cantidad de suspensiones de cirugías para ese mismo año.

Es necesario comprender el motivo de suspensión de las cirugías, por lo anterior, se elabora un diagrama de Pareto con las causas de suspensión de cirugía registradas por el servicio de enfermería.

**Figura 27 Diagrama de Pareto para las causas de suspensión de cirugías del Hospital San Rafael de Alajuela para el año 2016.**



Fuente: Dirección Enfermería H.S.R.A

De la Figura número 19, mostrada en la página anterior, se puede observar que el 80% de las causas, se podría distribuir en dos categorías, criterio médico y fallas del proceso.

La primera categoría comprende las siguientes causas:

- Decisión médica
- Riesgo quirúrgico
- No amerita cirugía
- Paciente con Hipertensión arterial.

Es importante mencionar que este estudio no contempla estas causas, debido a que proviene de una decisión profesional, justificada por un profesional en la rama quien evaluó cada caso específico.

Sin embargo existen suspensiones que se puede designar como fallas del proceso, en estas se consideran:

- Paciente no se presentó.
- Cirugía de emergencia.
- Prolongación de la cirugía anterior.
- Paro de labores.
- Reprogramación de la cirugía.
- Falta de anestesiólogo.

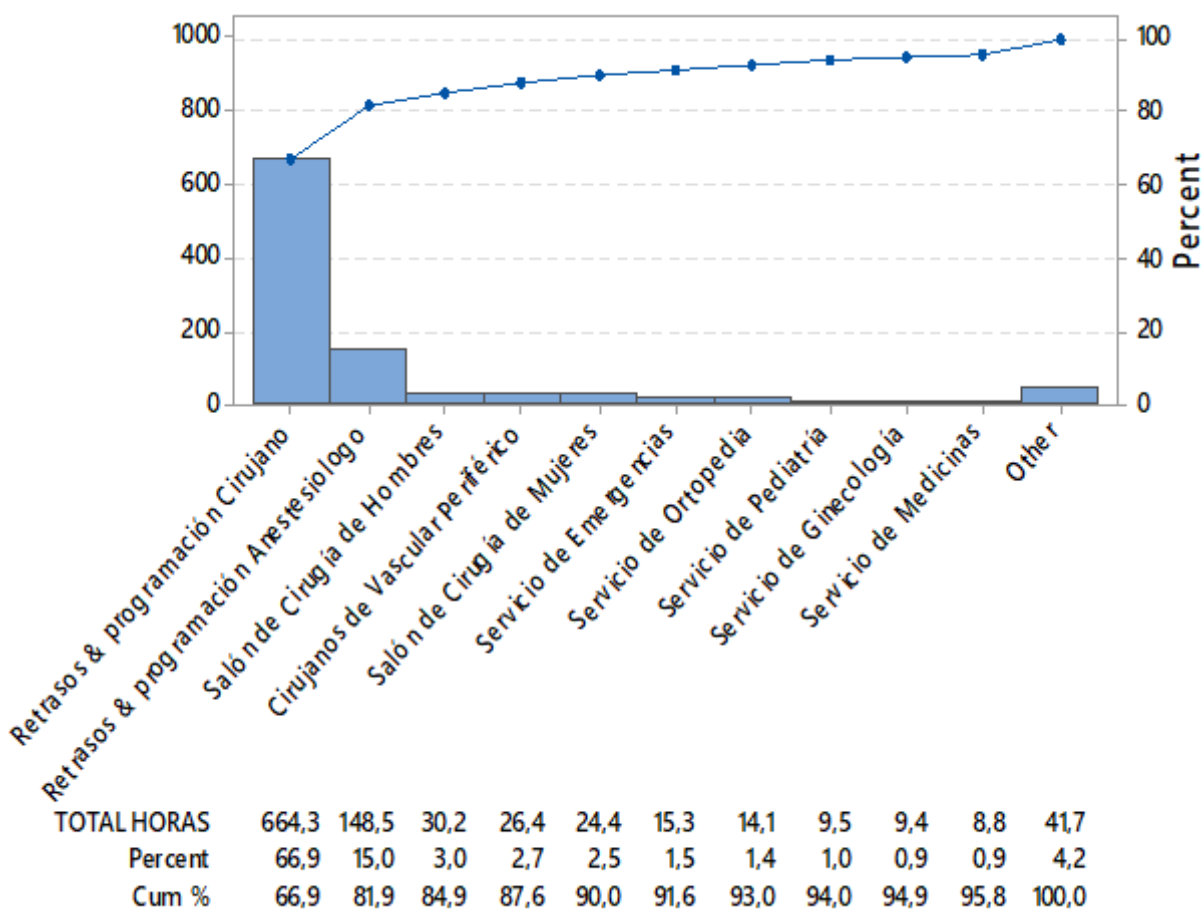
Es importante mencionar que el paro de labores contabiliza muchas suspensiones de cirugías debido al paro de labores que se dio por parte de los anestesiólogos en el año 2016. Apartando esa causa atípica, las restantes pueden asociarse a un problema de gestión, control o programación (MINISTERIO DE SANIDAD Y POLÍTICA SOCIAL GOBIERNO DE ESPAÑA, 2005).

La tasa de cancelaciones puede reducirse utilizando un adecuado protocolo preoperatorio 21,43, en el que la adecuada información al paciente tiene un papel relevante: programando de forma realista la utilización de los quirófanos -tiempos, consideración de las cirugías urgentes, etc.-, desarrollando una gestión integral del proceso, incorporando a todas las partes implicadas en el mismo, y dotando de un área de preparación pre-operatoria para ingresos el mismo día de la cirugía.

Si la operación es cancelada se debe reprogramar con el paciente la intervención en el momento más conveniente para él. (p.85)

Sin embargo, el Hospital San Rafael de Alajuela, también presentó anualmente un total de 992 horas por retrasos, las causas se muestran en la siguiente página en la Figura 20.

**Figura 28 Diagrama de Pareto para los retrasos de cirugías del Hospital San Rafael de Alajuela para el año 2016**



Fuente: Dirección Enfermería H.S.R.A

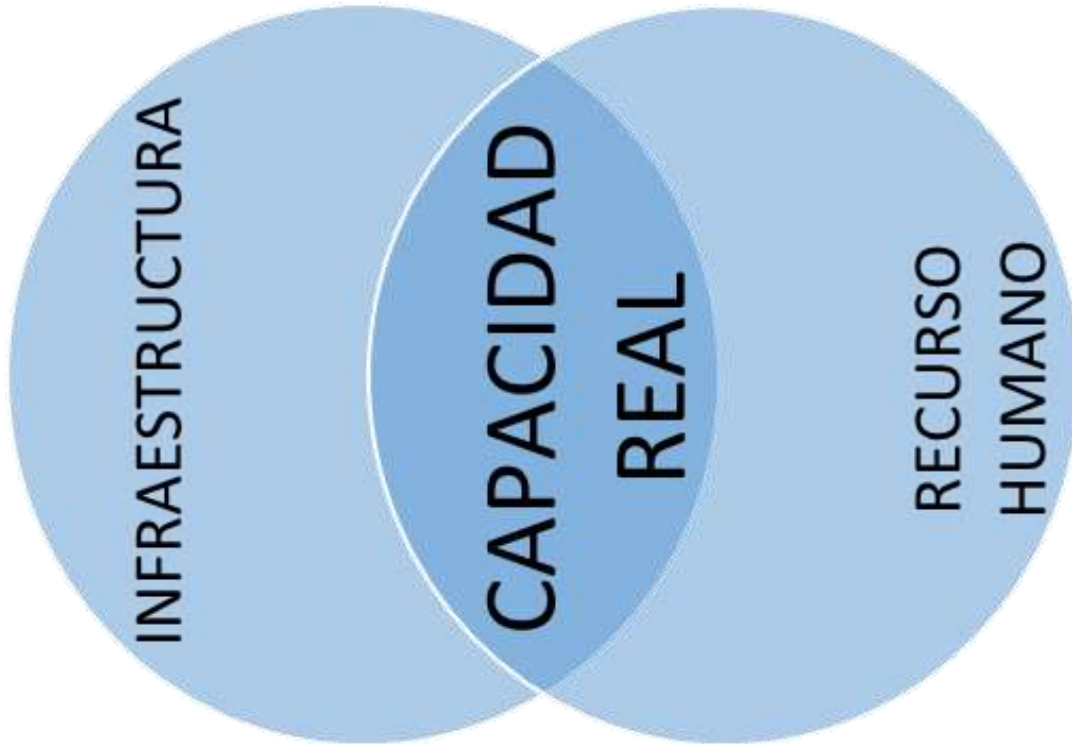
De la Figura número 20, muestra que el 82% de las causas, pueden asignarse a problemas de programación del personal.

Analizadas la cantidad de cirugías realizadas, así como los inconvenientes presentados, hay un panorama más claro de la problemática que vive el Centro. El próximo apartado se aboca al análisis de la capacidad desde dos perspectivas la infraestructura y el recurso humano, para determinar la base productiva con respecto al recurso que limite el proceso de hospitalización.

### **Análisis de capacidad**

Para definir la capacidad en el Hospital San Rafael de Alajuela es importante tener claro que es necesario analizar dos componentes como se muestran en la siguiente Figura.

**Figura 29 Componentes de la capacidad para de cirugía para el Hospital San Rafael de Alajuela**



*Fuente: Analista*

Como muestra la Figura número 21, la capacidad real estará definida por aquellos la convergencia de los factores, por ejemplo si existe un exceso de recurso humano y capacidad limitada en quirófanos la capacidad real será donde estas dos se unen.

Se inicia el análisis definiendo la capacidad máxima que tiene el hospital para esto se analiza el diseño del centro tomando como perspectiva la infraestructura, donde el utilizaremos el número de quirófanos con que se concibió el hospital en el momento de su construcción.

### **Capacidad de infraestructura**

Para iniciar el análisis de la capacidad física del Hospital San Rafael de Alajuela, se tiene que el centro cuenta con 10 quirófanos, esto supone una capacidad de 87.600 horas para cirugía durante un año (partiendo de que trabajen 24 horas durante los 365 días del año).

Sin embargo, debido a las camas de recuperación únicamente se encuentran habilitados 8 salones para cirugía, presentando de esta manera la primera limitante del proceso productivo, que reduce la capacidad en 17.520 horas anuales pasando de 87.600 a un total de 70.080 horas anuales para cirugía.

En el siguiente apartado, se analizará las restricciones del centro en lo que respecta al recurso humano

### **Capacidad de Recurso Humano**

Este apartado analiza la capacidad del centro desde la perspectiva del recurso humano, donde es importante contemplar tres tipos: el anestesiólogo, el cirujano y el equipo de enfermería, ya que la ausencia de cualquiera de ellos, provoca la suspensión del procedimiento quirúrgico.

El equipo de enfermería, está compuesto por el asistente de quirófano, el asistente de enfermería e instrumentalista, que asisten al médico cirujano durante el procedimiento. El Hospital San Rafael de Alajuela cuenta con un total de 11 equipos distribuidos durante los tres turnos de trabajo de la siguiente manera.

**Tabla 2 Distribución anual de horas para equipos de enfermería según turno.**

	Total de equipos	I Turno	II Turno	III Turno
Cantidad de personas según horario	11	7	2	2
Cantidad de Horas	21 450	13 650	3 900	3 900

*Fuente: H.S.R.A.*

De la tabla número 2 se puede observar que los equipos de enfermería cuentan con un total de 21 450 horas anuales es importante mencionar que vacaciones, permisos de demás ausencias están previstas y existe personal para sustitución para estos casos.

Continuando con el análisis del recurso humano al analizar los médicos quirúrgicos, es importante comprender que cada especialidad tiene diferente tiempo asignado para realizar los procedimientos, el tiempo de cada cirujano, se distribuye en visitas hospitalarias, interconsultas, consulta médica, y otras tareas que deben realizar los médicos.

La programación anual de los cirujanos según especialidad para el hospital San Rafael de Alajuela, puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 3 Cantidad anual de horas quirófano para el Hospital San Rafael de Alajuela, según especialidad**

Especialidad	Horas Semanales	Horas Anuales
Cirugía General	160	8 000
Vascular Periférico	24	1 200
Ortopedia	128	6 400
Urología	24	1 200
ORL	24	1 200
Oftalmología	40	2 000
Cirugía Infantil	16	800
Gineco-Obstetricia	48	2 400

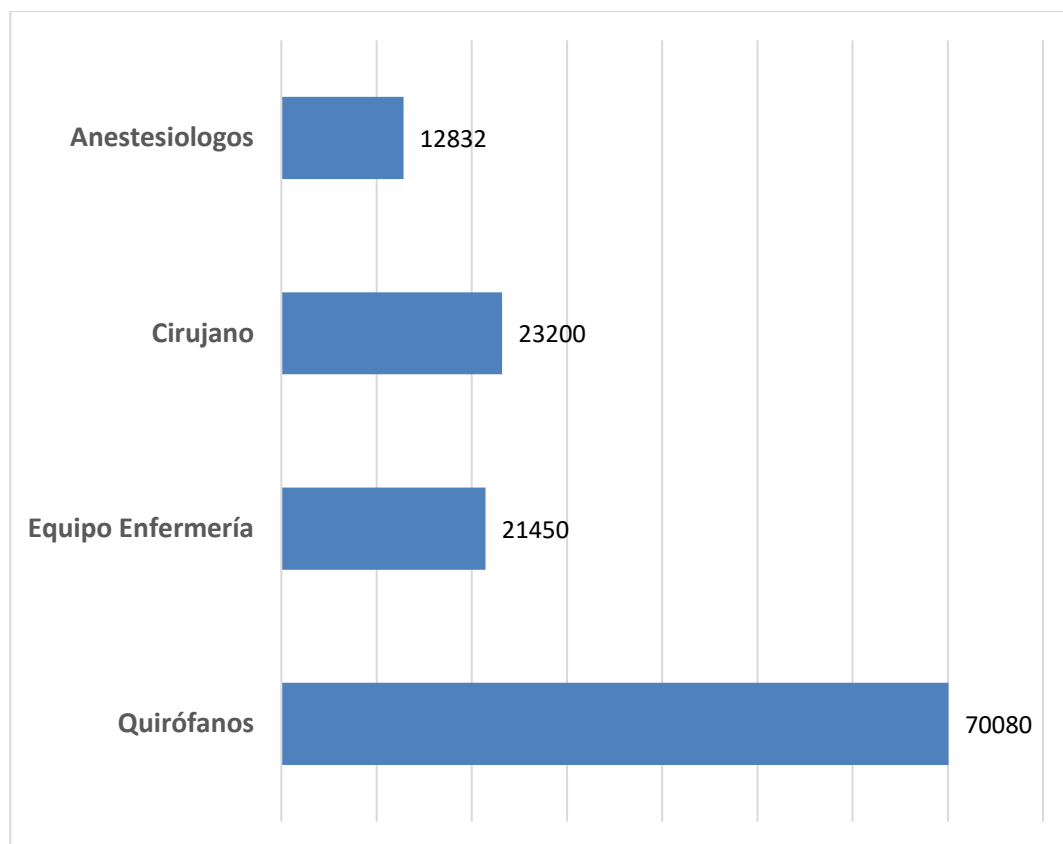
*Fuente: H.S.R.A.*

De la tabla número 3, presentada en la página anterior, se puede observar que el Hospital San Rafael de Alajuela, en las diferentes especialidades, suma un total de 23 200 horas anuales disponibles para realizar procedimientos quirúrgicos.

Por último, el Hospital cuenta con un total de 8 anestesiólogos en tiempo completo lo que supone un total de 16000 horas anuales, sin embargo, después de sustraer lo correspondiente a vacaciones por periodo y vacaciones profilácticas las cuales contabilizan un total de 3168 horas al año, el centro dispone de un total de 12 832 horas anestesiólogo para realizar los procedimientos.

Como se puede observar en la siguiente Figura, la capacidad de Hospital, está determinada por las horas anestesiólogos que tiene el centro.

**Figura 30 Análisis de Capacidad para los diferentes componentes del hospital San Rafael de Alajuela**



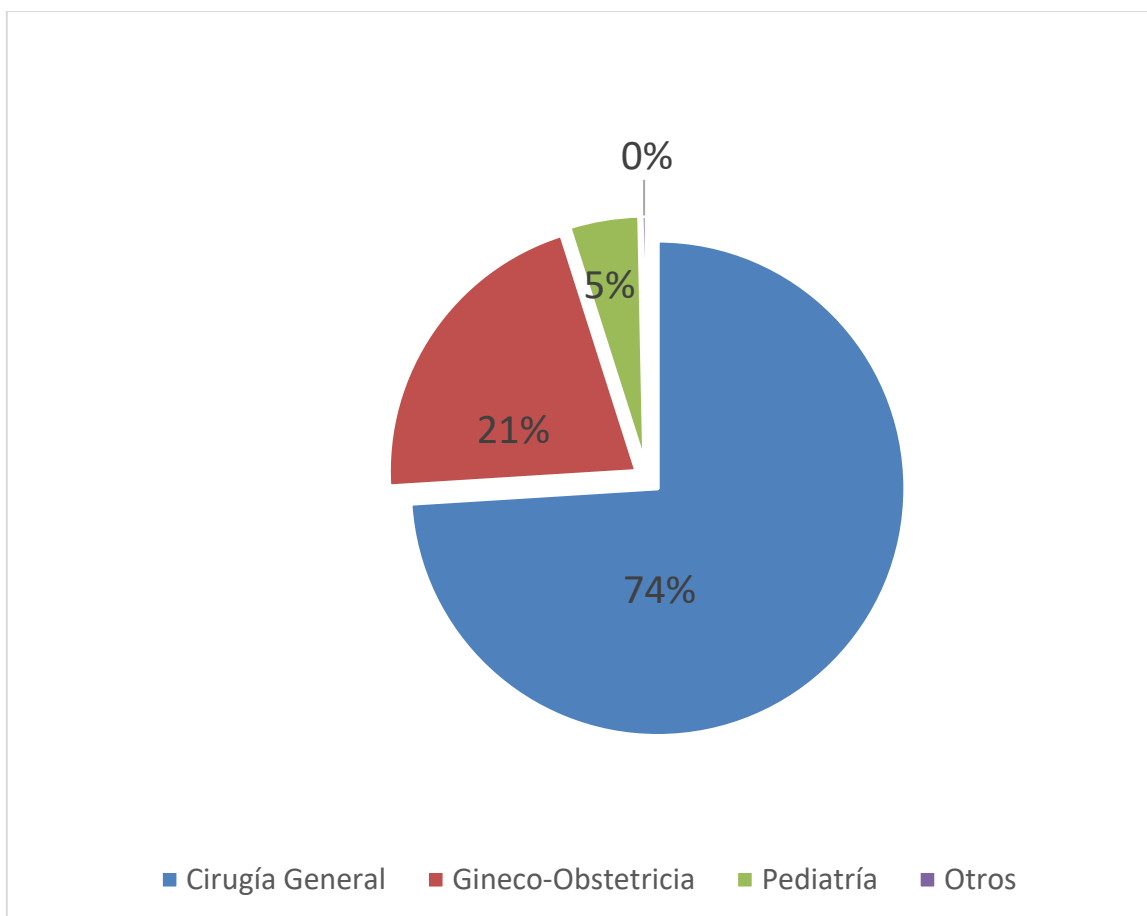
*Fuente: H.S.R.A.*

Según la Figura número 22, se puede observar que el centro tiene una capacidad teórica en infraestructura de 87.600 horas, sin embargo, la limitante de anestesiólogos provoca que el hospital funcione a una capacidad real de 12 832 horas lo que equivale a un 14,64% respecto a la capacidad teórica de la infraestructura.

### Capacidad Utilizada

Al definir la capacidad real que tienen el hospital, se determinada cuanto fue la utilización que tuvieron los quirófanos. Para el año 2016, se contabilizó un total de 11.135 horas quirófano que se distribuyeron para todos los servicios centro como se muestra en la siguiente Figura.

**Figura 31 Cantidad de horas quirófano utilizadas en el Hospital San Rafael de Alajuela para el año 2016, según Servicio.**

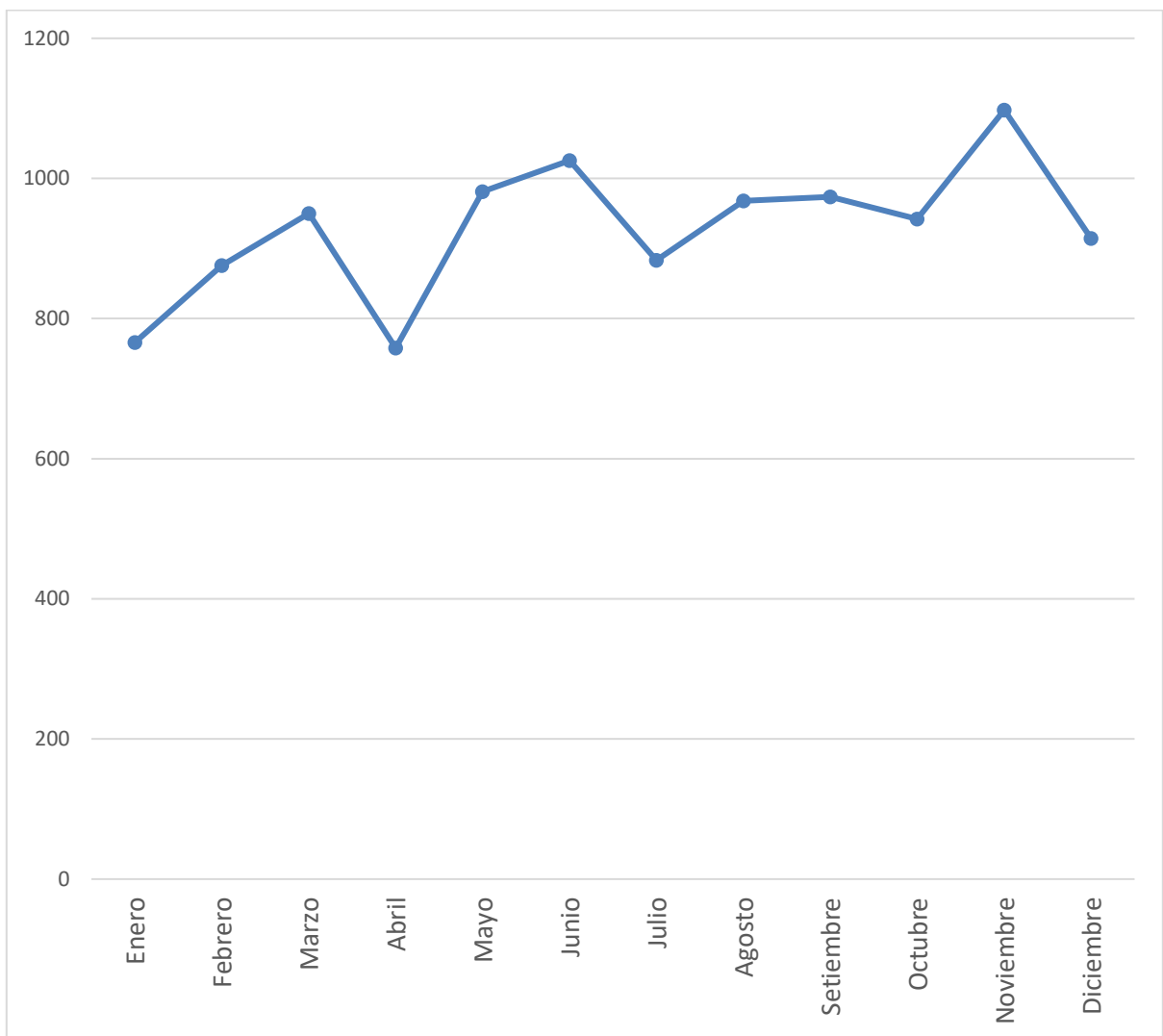


Fuente: H.S.R.A.

En la Figura número 23, puede observar que la utilización de los quirófanos fue de un 86,77% respecto a la capacidad real donde el Hospital San Rafael de Alajuela utilizó los quirófanos a un 95,13%, respecto a la capacidad real, donde un 74% de las horas totales fueron destinadas a procedimientos provenientes del Servicio de Cirugía.

En la siguiente Figura se muestra la distribución de horas quirófano utilizadas en el año 2016 según mes.

**Figura 32 Horas quirófano utilizadas en el Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela, según mes**



Fuente: H.S.R.A.

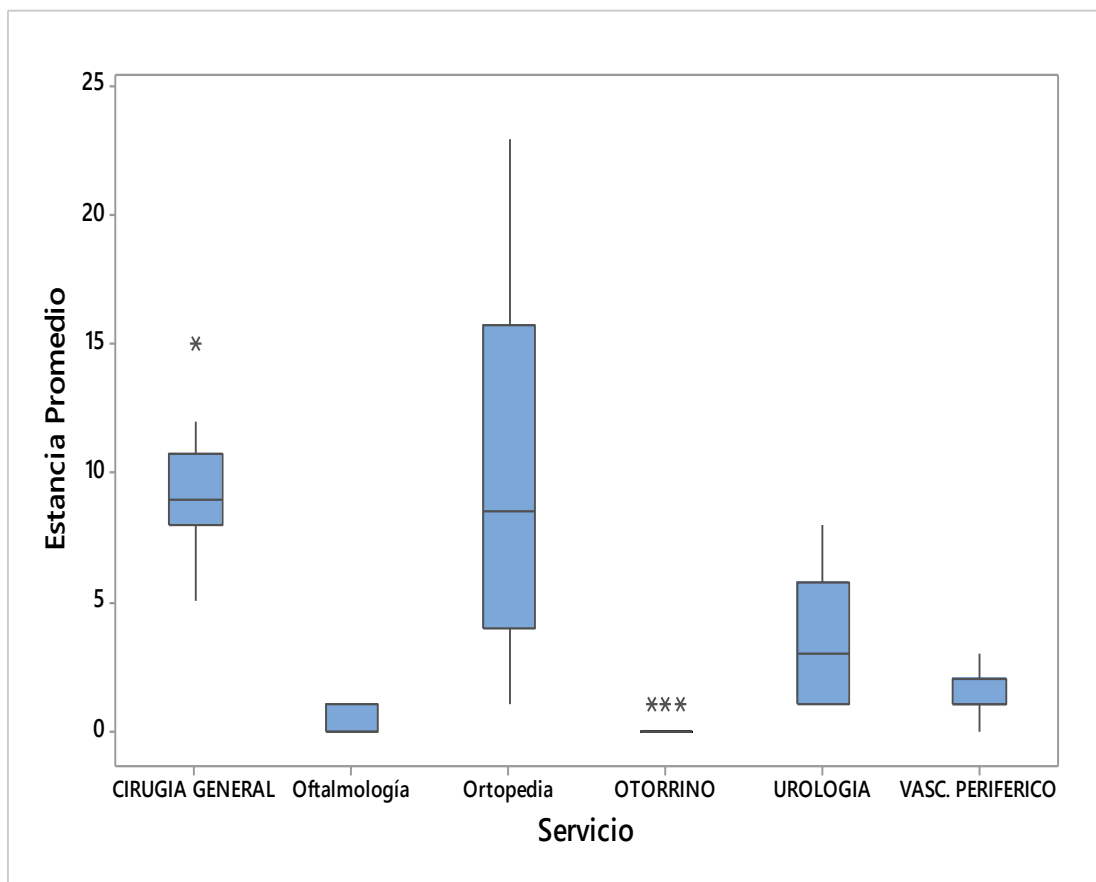
Como se muestra en la Figura número 24, noviembre es el mes con mayor cantidad de horas registradas mientras que de abril se cuantifica la menor cantidad.

Al analizar el tiempo de procesamiento, se debe de incluir el tiempo de estancia para los procedimientos que requieren hospitalización, desarrollándose en el próximo apartado.

### **Análisis de estancias.**

Al analizar la estancia en el Servicio de Cirugía según la especialidad, se utilizan aquella especialidad que registraron una estancia hospitalaria a lo largo del 2016, esta estancia se divide entre el número de días del mes para obtener un promedio de días para cada una de las especialidades, obteniendo como resultado la siguiente Figura.

**Figura 33 Estancia promedio para el Servicio de Cirugía, según especialidad**

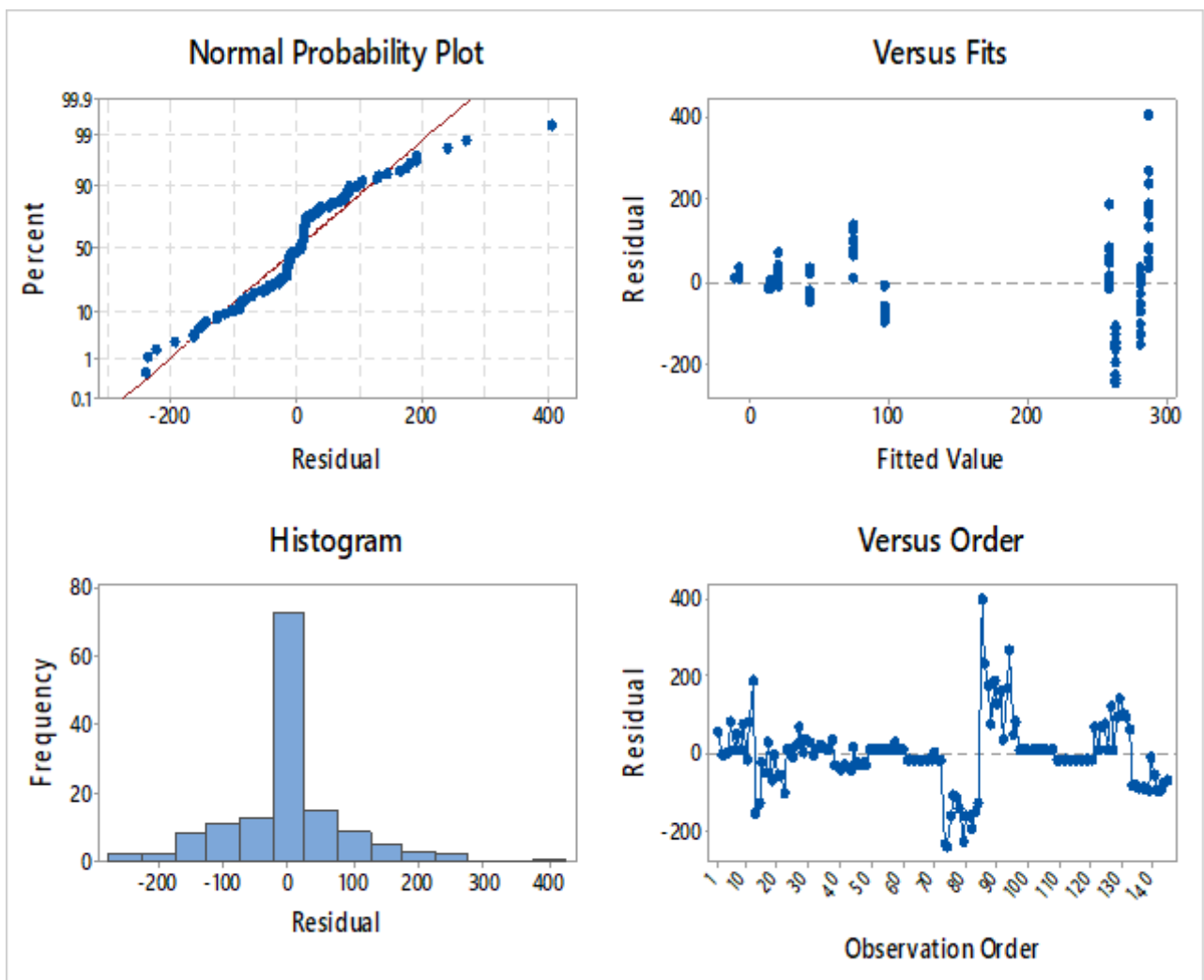


Fuente: Analista

En la Figura número 25, es posible determinar que la especialidad de ortopedia cuenta con más variación de la estancia, donde el 50% de las estancias fluctúan entre 4 y 15 días.

Según lo anterior, se analiza si el servicio y la vía de ingreso del paciente incide en el tiempo de estancia, para ello se desarrolla un modelo lineal general mostrado en la siguiente Figura.

**Figura 34 Modelo Lineal general para los días de estancia para el servicio y la vía de ingreso**



*Fuente: Analista*

Según el modelo lineal general mostrado la Figura número 26, de la página anterior, explica en un 64,02% la variación de los datos, es posible observar que existe suficiente evidencia estadística para afirmar la vía de ingreso no afecta en el tiempo estancia.

A su vez, es posible afirmar que las diferentes especialidades son un factor que incide en el tiempo de estancia del paciente.

Según lo anterior, es necesario que el sistema de cirugía sea efectivo, por lo que un sistema debe existir una priorización de los pacientes de manera que pueda atender las emergencias diarias y también ir cubriendo aquellos procedimientos pendientes.

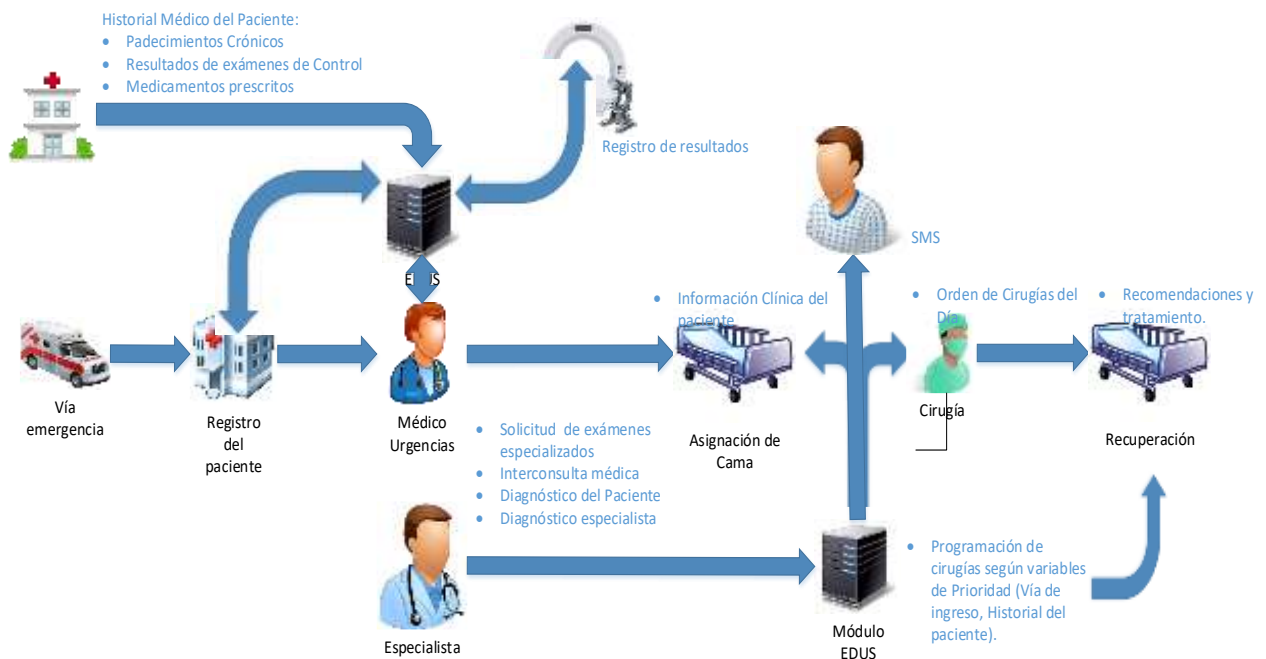
## CAPÍTULO V: DISEÑO

### Módulo integral para la programación en EDUS

Para programar las salas de cirugía, es importante tener información eficiente y veraz en el momento oportuno. Sin embargo, la reseña de cada paciente se construye conforme atraviesa en los diferentes procesos dentro del hospital.

Según lo anterior, sistema EDUS (Expediente Digital Único en Salud) debe incluir un módulo para la programación quirúrgica que se abastezca de variables necesarias obtenidas a lo largo de la atención del usuario como se muestra en la siguiente Figura.

**Figura 35 Funcionamiento del módulo integral de la información para la programación de personal médico**



Fuente: Analista

La Figura número 27, muestra la manera de integrar la información generada en las diferentes unidades con el sistema institucional EDUS y de esta manera poder programar tanto el recurso y tener una mejor utilización de las salas de Cirugía.

La integración con información básica del paciente, obtenida en los centros básicos de atención como lo son los EBÁIS y las Áreas de Salud colocándolos dentro de la base de datos de EDUS.

Esta información abarca datos personales del paciente (número de cédula, lugar de residencia, teléfono, patrono, etc.), historial médico con resultados de exámenes de control, diagnóstico de enfermedades crónicas de interés (hipertensión, diabetes, etc.), así como el control farmacéutico con medicamentos y las respectivas dosis en cada paciente.

En el momento de requerir hospitalización, sin importar la vía de ingreso, existe una base de datos con el historial médico de cada paciente, lo cual otorga al médico tratante una mejor perspectiva de la patología presente en el paciente, así como posibles dificultades en el momento de una cirugía.

En el tanto el médico tratante necesite exámenes especiales para apoyar su diagnóstico, debería de solicitarlo y obtener resultados mediante el EDUS. Esto mejoraría la gestión previa en las salas de cirugía, pudiendo establecerse regla en el sistema, de manera que hasta que cuente con todos los resultados requeridos según el procedimiento, se le puede asignar una cama.

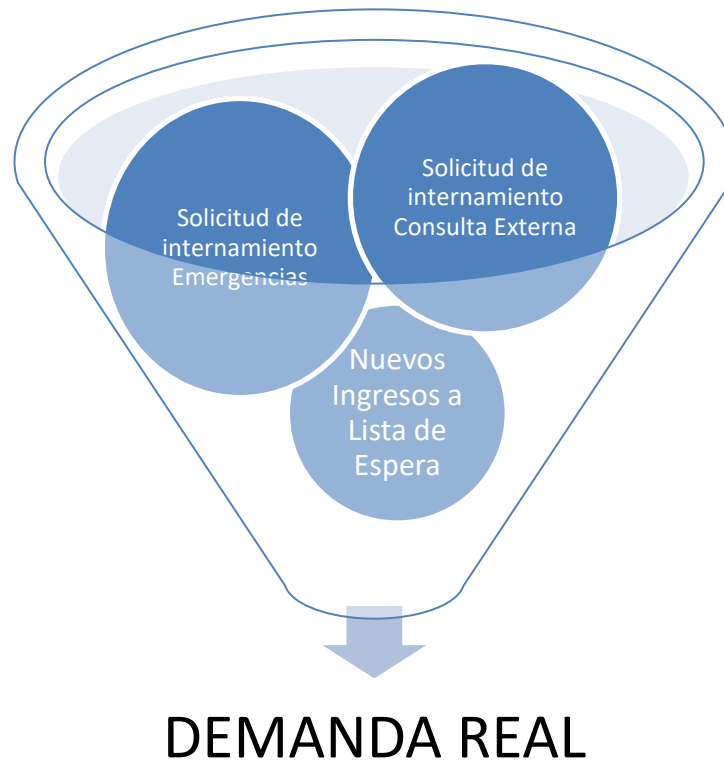
Se puede utilizar este sistema para enviar mensajes SMS al paciente para recordarle al paciente la fecha de la cirugía así como los requisitos que debe tener el día del procedimiento.

La ventaja de un sistema integrado de información, es que puede conocerse a en tiempo real la cantidad de procedimientos pendientes, según especialidad y tipo y de esta manera realizar los cambios necesarios en la programación de los cirujanos.

### **Proyección de la demanda**

Para el desarrollo de la demanda se toma en cuenta tres factores que se muestra en la siguiente Figura.

**Figura 36 Componentes para determinar la demanda real para el Servicio de Cirugía General del Hospital San Rafael de Alajuela**



*Fuente: Analista*

En la Figura número 28, se puede observar que la demanda del Servicio de Cirugía en el Hospital San Rafael de Alajuela, está conformado por las solicitudes de internamiento del servicio de emergencias y de consulta externa; así como los nuevos registros de la lista electiva o lista de espera (aquellos pacientes que requieren cirugía; sin embargo, la capacidad del centro no permite darle solución hasta un plazo mayor a noventa días). Lo anterior basado en el comportamiento de la demanda así como las causas de suspensión de cirugías, que se desarrollaron en el capítulo anterior.

Para el cálculo de esta proyección, se utiliza como base la información de treinta y seis meses, abarcando desde el mes de enero del 2014, hasta el mes de diciembre del 2016. Esta información sirve de insumo para procesarse en los diferentes modelos matemáticos de proyección.

Para la demanda del Hospital, se utilizaron cuatro métodos de proyección los cuales fueron: la suavización exponencial simple, suavización exponencial doble, método winters y el método de descomposición.

Lo importante al analizar los diferentes métodos de proyección es elegir aquel que tenga un mejor ajuste al comportamiento histórico que presentó la demanda. Para esto, existen pruebas estadísticas que determinan el error que presentan los datos obtenidos.

**Tabla 4 Comparación de errores estadísticos para los métodos matemáticos utilizados para proyectar la demanda del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela.**

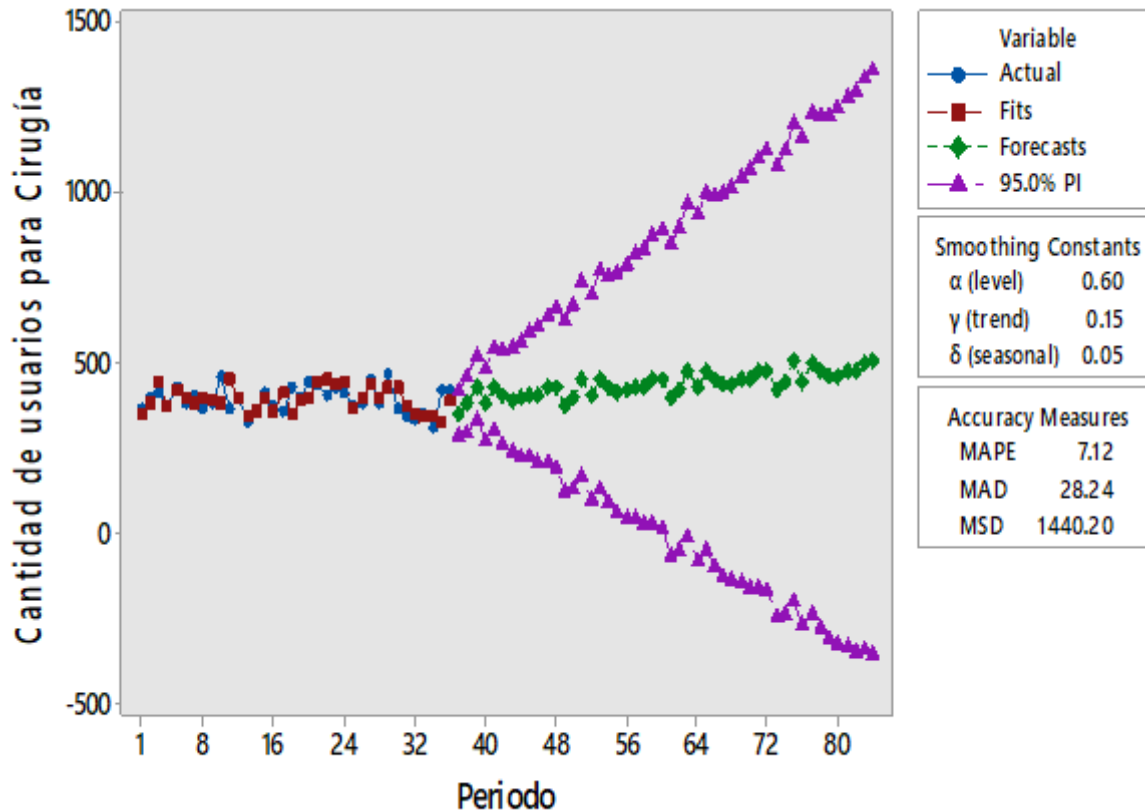
MÉTODO	MAPE	MAD	MSD
Suavización Exponencial Simple	8,9	34,77	1 638,30
Suavización Exponencial Doble	9,64	37,96	2 099,65
Winters	7,12	28,24	1 440,20
Descomposición	7,42	28,54	1 223,05

*Fuente: Analista*

Como se observa en la tabla número 4, la diferencia entre los pronósticos y la demanda real es menor al 10%, sin embargo, se eligen las proyecciones obtenidas con el método Winters ya que presenta un error porcentual medio absoluto más bajo respecto a los otros métodos utilizados.

Se grafica la serie de tiempo obtenida con el método seleccionado, como se aprecia en la siguiente Figura.

**Figura 37 Proyecciones de la demanda del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela con el método Winters.**



*Fuente: Analista*

Según la Figura número 29, se puede observar como este método es utilizado para proyecciones a corto plazo por lo que conforme aumentan los periodos el error aumenta, con esta aclaración, la demanda que se espera en el Hospital San Rafael de Alajuela para los años 2017, 2018, 2019 y 2020 se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 5 Proyecciones obtenidas con el método Winters para la demanda del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela.**

<b>Periodo</b>	<b>Demanda</b>	<b>Periodo</b>	<b>Demanda</b>
Enero_2017	354	Enero_2018	375
Febrero_2017	379	Febrero_2018	401
Marzo_2017	429	Marzo_2018	455
Abril_2017	381	Abril_2018	404
Mayo_2017	427	Mayo_2018	452
Junio_2017	402	Junio_2018	426
Julio_2017	393	Julio_2018	415
Agosto_2017	395	Agosto_2018	418
Septiembre_2017	407	Septiembre_2018	430
Octubre_2017	409	Octubre_2018	432
Noviembre_2017	427	Noviembre_2018	451
Diciembre_2017	431	Diciembre_2018	456
<b>Periodo</b>	<b>Demanda</b>	<b>Periodo</b>	<b>Demanda</b>
Enero_2019	397	Enero_2020	418
Febrero_2019	424	Febrero_2020	446
Marzo_2019	480	Marzo_2020	506
Abril_2019	426	Abril_2020	449
Mayo_2019	477	Mayo_2020	502
Junio_2019	449	Junio_2020	473
Julio_2019	438	Julio_2020	461
Agosto_2019	441	Agosto_2020	464
Septiembre_2019	453	Septiembre_2020	477
Octubre_2019	455	Octubre_2020	479
Noviembre_2019	476	Noviembre_2020	500
Diciembre_2019	480	Diciembre_2020	505

*Fuente: Analista*

Según la tabla número 5, mostrada en la página anterior, el centro debe de prepararse para dos picos en la demanda en los meses de marzo y diciembre, además, para los meses de enero se espera una caída en la demanda.

Es importante recalcar que para estimar estas proyecciones se utilizan supuestos en diferentes factores (recurso humano, infraestructura, gestión, cambios en la demanda, entre otros), por lo que cualquier variación de estos elementos puede provocar un cambio de las condiciones del centro, así como una variación en la demanda.

Determinada la demanda a futuro, y conociendo las limitantes que existen en el sistema, se procede a generar una secuencia para procesar los procedimientos quirúrgicos la cual será desarrollada en el siguiente apartado.

### **Secuencia para las cirugías**

Existen una gran variedad de técnicas para secuenciar las cirugías, sin embargo, este diseño se abocará en el análisis en la mejor utilización de las salas. Es por lo anterior, que la programación se orientará para obtener más cantidad de cirugías por periodo de tiempo.

Para esto, se calcula el tiempo promedio en anestesia, ya que de esta manera se contempla el tiempo del procedimiento y la recuperación del paciente, en la siguiente tabla se tiene el cálculo de este tiempo, según procedimiento.

**Tabla 6 Duración promedio según procedimiento**

<b>.Procedimiento</b>	<b>Tiempo Promedio (Min)</b>	<b>Tiempo Promedio (Horas)</b>	<b>Desviación Estándar (Min)</b>
CIRUGIA GENERAL (HOSPITALIZACIÓN)	100.3	01:40	67,18
OFTALMOLOGIA (HOSPITALIZACIÓN)	63.2	01:00	40,92
ORTOPEDIA (HOSPITALIZACIÓN)	102.0	01:40	66,90
OTORRINO (HOSPITALIZACIÓN)	88.5	01:30	62,73
UROLOGIA (HOSPITALIZACIÓN)	99.4	01:30	77,53
VASC. PERIFERICO (HOSPITALIZACIÓN)	101.5	01:40	86,07
CIRUGIA GENERAL (AMBULATORIA)	62.3	01:00	41,29
OFTALMOLOGIA (AMBULATORIA)	58.7	01:00	27,85
ORTOPEDIA (AMBULATORIA)	69.7	01:10	54,67
OTORRINO (AMBULATORIA)	87.9	01:30	77,02
UROLOGIA (AMBULATORIA)	56.6	01:00	31,59
VASCULAR PERIFERICO (AMBULATORIA)	73.2	01:10	33,41

*Fuente: H.S.R.A.*

Como puede observarse en la tabla número 6, existen procedimientos ambulatorios y de hospitalización para cada especialidad, en la misma tabla puede observarse que los tiempos promedios para los procedimientos ambulatorios ocupan en menor cantidad las salas que aquellos procedimientos de hospitalización. Además se puede concluir que existen puntos extremos debido a alta variación en el proceso.

Ante una variable que no se ajusta a una distribución normal, es difícil describir los datos en términos de su media y la desviación estándar, por lo que se utiliza, únicamente, la media para obtener un tiempo aproximado para las cirugías.

Aproximando el tiempo de por cirugía, hay que conocer la cantidad de procedimientos que se realizarán por especialidad y especialidad, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 7 Cantidad de procedimientos proyectados para el 2017 según especialidad**

Periodo	Hospitalización						Ambulatoria					
	GENERAL	OFTALMOLOGIA	ORTOPEDIA	OTORRINO	UROLOGIA	PERIFERICO	GENERAL	PERIFERICO	OFTALMOLOGIA	ORTOPEDIA	OTORRINO	UROLOGIA
Enero_2017	169	4	93	19	56	14	74	18	149	37	6	31
Febrero_2017	180	4	99	20	60	15	105	26	213	53	8	45
Marzo_2017	204	5	112	23	68	17	96	24	194	49	7	41
Abril_2017	181	4	100	21	60	15	86	21	173	43	7	36
Mayo_2017	203	5	112	23	68	17	112	28	227	57	9	48
Junio_2017	191	4	105	22	64	16	118	29	240	60	9	50
Julio_2017	187	4	103	21	62	16	86	22	175	44	7	37
Agosto_2017	188	4	103	21	62	16	85	21	172	43	7	36
Septiembre_2017	194	4	106	22	64	16	96	24	194	48	7	41
Octubre_2017	195	4	107	22	65	16	83	21	169	42	6	35
Noviembre_2017	203	5	112	23	68	17	89	22	181	45	7	38
Diciembre_2017	205	5	113	23	68	17	73	18	147	37	6	31

Fuente: Analista

La tabla número 7, muestra la cantidad de procedimientos según especialidad que debe realizar el centro para el año 2017, dicha información fue obtenida en el apartado anterior con el método de proyección winters.

Para obtener la cantidad diaria de cirugías que deben realizarse, se toma la demanda obtenida del cuadro anterior y se divide entre 52 semanas, este resultado se divide entre 5 para obtener la cantidad diaria de cada procedimiento en su respectiva especialidad. Este resultado se multiplica por la cantidad de minutos promedio anestesia según el procedimiento, obteniendo la cantidad de minutos diarios requeridos en quirófano y, por lo tanto, de los demás recursos como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 8 Calculo diario de procedimientos según especialidad**

Procedimiento	Cantidad anual	Cantidad Semanal Ambulatoria	Cantidad semanal de quirófanos (min)	Minutos al día	Procedimientos al día
CIRUGIA GENERAL (Hospitalización)	2302	44	4439	888	9
OFTALMOLOGIA (Hospitalización)	52	1	64	13	1
ORTOPEDIA (Hospitalización)	1263	24	2477	495	5
OTORRINO (Hospitalización)	260	5	443	89	2
UROLOGIA (Hospitalización)	764	15	1460	292	3
VASC. PERIFERICO (Hospitalización)	192	4	374	75	1
CIRUGIA GENERAL (Ambulatorio)	1102	21	1320	264	5
VASCULAR PERIFERICO (Ambulatorio)	274	5	386	77	2
OFTALMOLOGIA (Ambulatorio)	2235	43	2523	505	9
ORTOPEDIA (Ambulatorio)	559	11	749	150	3
OTORRINO (Ambulatorio)	85	2	143	29	1
UROLOGIA (Ambulatorio)	469	9	511	102	2

*Fuente: Analista*

De la tabla número 8, puede observarse que, según la cantidad de minutos necesarios al día, deben realizarse un total de 43 procedimientos, estos 43 procedimientos, se programaran en las diferentes salas de Hospital.

Antes de iniciar es importante tener en cuenta que, actualmente, el Hospital San Rafael de Alajuela distribuye dos salas para Gine-obstetricia y una para Pediatría dejando los cinco quirófanos para el Servicio de Cirugía.

Como define en su libro Juan Velasco Sánchez en su libro de la producción en la empresa: planificación, programación y control (2013): “La secuencia de las operaciones de fabricación para cada producto es usualmente fija.”(p. 213)

Para formalizar una secuencia de procesamiento se utilizaron varios criterios de clasificación fijos, de los cuales, se suma la cantidad de horas utilizadas para el procesamiento de las cirugías diarias. La siguiente tabla presenta el resumen de la cantidad de horas utilizadas para realizar las 43 cirugías diarias, según el tipo de clasificación utilizado.

**Tabla 9 Uso de salas según criterio de clasificación de las cirugías**

<b>Sala</b>	<b>Opción 1</b>	<b>Opción 2</b>	<b>Opción 3</b>	<b>Opción 4</b>
Sala 1	880	820	900	920
Sala 2	820	720	840	820
Sala 3	810	800	710	860
Sala 4	500	450	390	390
Sala 5	460	390	410	170
<b>Total de Horas</b>	<b>3 470</b>	<b>3 180</b>	<b>3 250</b>	<b>3 160</b>

*Fuente: Analista*

Según la tabla número 9, mostrada en la página anterior, se puede observar como la opción 4 es la que utiliza menor cantidad de tiempo para realizar los 43 procedimientos diarios. Su criterio de clasificación es una mezcla de la opción número dos, que programa con respecto al menor tiempo de procesamiento y la opción tres, que programa con respecto a la especialidad.

La propuesta de programación contempla tiempo de alimentación para aquellos casos donde se programan cinco horas seguidas del mismo servicio, en caso contrario, no se contempla, pues es un cambio de especialidad a otra; la siguiente tabla muestra la propuesta para programar las salas.

**Tabla 10 Propuesta de Programación para las cirugías**

Sala_1		Sala_2		Sala_3		Sala_4		Sala_5	
06:00	AMB_OFTALMOLOGIA	06:00	AMB_OFTALMOLOGIA	06:00	AMB_VASCULAR PERIFER	06:00	AMB_UROLOGIA	06:00	AMB_VASCULAR PERIFERICO
07:00	AMB_OFTALMOLOGIA	07:00	AMB_OFTALMOLOGIA	07:10	AMB_ORTOPEDIA	07:00	AMB_UROLOGIA	07:10	HOS_VASC. PERIFERICO
08:00	AMB_OFTALMOLOGIA	08:00	AMB_OFTALMOLOGIA	08:20	AMB_ORTOPEDIA	08:00	HOS_UROLOGIA	08:50	
09:00	AMB_OFTALMOLOGIA	09:00	AMB_CIRUGIA GENERAL	09:30	AMB_ORTOPEDIA	09:30	HOS_UROLOGIA		
10:00	AMB_OFTALMOLOGIA	10:00	AMB_CIRUGIA GENERAL	10:40	HOS_ORTOPEDIA	11:00	HOS_UROLOGIA		
11:00	AMB_OFTALMOLOGIA	11:00	AMB_CIRUGIA GENERAL	12:20	HOS_ORTOPEDIA	12:30	AMB_OTORRINO		
12:00	HOS_OFTALMOLOGIA	12:00	AMB_CIRUGIA GENERAL	14:00		14:00			
13:00	Alimentación	13:00	AMB_CIRUGIA GENERAL						
14:00		14:00							

Sala_1		Sala_2		Sala_3		Sala_4		Sala_5	
13:00	HOS_CIRUGIA GENERAL	14:00	HOS_CIRUGIA GENERAL	14:00	HOS_ORTOPEDIA	14:00		14:00	
14:40	HOS_CIRUGIA GENERAL	15:40	HOS_CIRUGIA GENERAL	15:40	HOS_ORTOPEDIA				
16:20	HOS_CIRUGIA GENERAL	17:20	HOS_CIRUGIA GENERAL	17:20	HOS_ORTOPEDIA				
18:00	HOS_CIRUGIA GENERAL	19:00	HOS_CIRUGIA GENERAL	19:00	HOS_OTORRINO				
19:40	HOS_CIRUGIA GENERAL	20:40		20:30	HOS_OTORRINO				
21:20				22:00					

*Fuente: Analista*

En la tabla anterior, se puede observar como un pequeño ajuste de horario puede mejorar el uso de las salas. Esto en cuanto a los procedimientos que tienen 5 horas de programación, deben hacerse una pausa para alimentarse, esa pausa se traslada al final del día, se puede ajustar la entrada del segundo turno a partir de las 13:00. El costo de implementación de esta propuesta se mostrará en el siguiente apartado.

### Costo de la propuesta

Para poner en marcha la propuesta mostrada en el apartado anterior, es necesario analizar la disponibilidad de recurso con el fin de determinar para cubrir los turnos mostrados. La siguiente tabla compara la cantidad de horas necesarias respecto de la cantidad de horas disponible de cada recurso.

**Tabla 11 Cantidad de recurso disponible contra recurso necesario para cirugía.**

Recurso	Anestesiólogos	Equipo de enfermería	Cirujano
Horas Anuales	12832	21450	23200
Horas Disponibles de Recurso por semana	247	413	446
Horas Disponibles de Recurso por Día	49	83	89
(-) Horas Diarias de Cirugía	62	62	62
Diferencia Horas Disponibles y Cirugía	-13	20	27
<b>Cantidad de recurso adicional</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

*Fuente: Analista*

De la tabla anterior, se puede observar que para afrontar la demanda del centro es necesario ampliar la cantidad de anestesiólogos en dos, ya que como se explicó en el capítulo anterior, ellos son el recurso crítico del proceso.

En la siguiente tabla, se presentan un análisis del beneficio que se obtiene con el costo de inversión.

**Tabla 12 Inversión para la nueva propuesta de programación para las salas de cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela.**

Recurso	Cantidad necesaria	Costo individual	Cargas Sociales	Costo Total	Beneficio en Cirugías	Costo por cirugía	Beneficio
Anestesiólogos	2	¢6.088.402,00	¢1.400.332,46	¢14.977.468,92			
Técnico en administración	1	¢619.946,98	¢142.587,81	¢762.534,79	2903	¢6.940,41	N/R
5 Camas de Recuperación	4	¢1.102.000,00	-	¢4.408.000,00			

*Fuente: Analista*

De la tabla anterior es posible observar que el costo de contratar dos anesthesiólogos al año es de ¢7 488 734,46 anuales, o sea una inversión total de ¢14 977 467,92; además se debe de buscar una persona con conocimientos en pronósticos y programación de las salas de cirugía, monitoree en tiempo real la demanda y de esta manera pueda realizar cambios en la programación de las salas de cirugía.

La Contratación de estos 3 profesionales permitiría al hospital un incremento al año de 2903 personas, pasando de 8 277 a 11 180 cirugías anuales para el Servicio de Cirugía.

Al diluir el costo entre la cantidad de cirugías nuevas, cada procedimiento aumentaría en aproximadamente siete mil colones, sin embargo, al analizar el beneficio que habría, ya que no hay precio para una vida o estado de salud de una persona.

### **Cronograma de implantación**

Debido a que la C.C.S.S. realiza la distribución de los especialistas anualmente, el centro deberá esperar aproximadamente un año la incorporación del nuevo anesthesiólogo, por esto, ante el faltante de capacidad, va a existir un rezago considerable en las cirugías, por lo que deben establecerse estrategias que apacigüen el impacto que tiene la ausencia de este profesional en el proceso.

Es por lo anterior, que deben realizarse un esfuerzo adicional en busca de mitigar la cantidad de cirugías pendientes que tiene el hospital. De esta manera, los procedimientos quirúrgicos en tiempo extraordinario es la única respuesta ante la carencia de capacidad que tiene el centro.

Partiendo del supuesto que el centro únicamente cuenta con los fines de semana para realizar procedimientos extraordinarios, es importante tener en cuenta la capacidad resolutoria que le proporciona esto al centro en estudio.

Según lo anterior, partiendo de la cantidad de casos pendientes en la lista de espera que tiene el hospital, así como la cantidad de sábados y domingos existentes en un año; se desarrolla la siguiente tabla para conocer el tiempo que le tomaría al centro suplir esta demanda acumulada.

**Tabla 13 Tiempo que le tomaría al centro procesar la lista de espera en jornadas extraordinarias para los fines de semana**

<u>Sábados</u> <u>domingos</u>		Cantidad de cirugías por día	Total de procedimientos por día	Total de Salas	Total de procedimientos anuales en un turno	Total de procedimientos anuales en dos turnos
52	52					
104	5	520	8	4 160	8 320	
÷ Cantidad de pacientes en espera				18 641	18 641	
<b>Tiempo para resolver los pacientes en espera (en Años)</b>				<b>4, 481009615</b>	<b>2, 240504808</b>	

*Fuente: Analista*

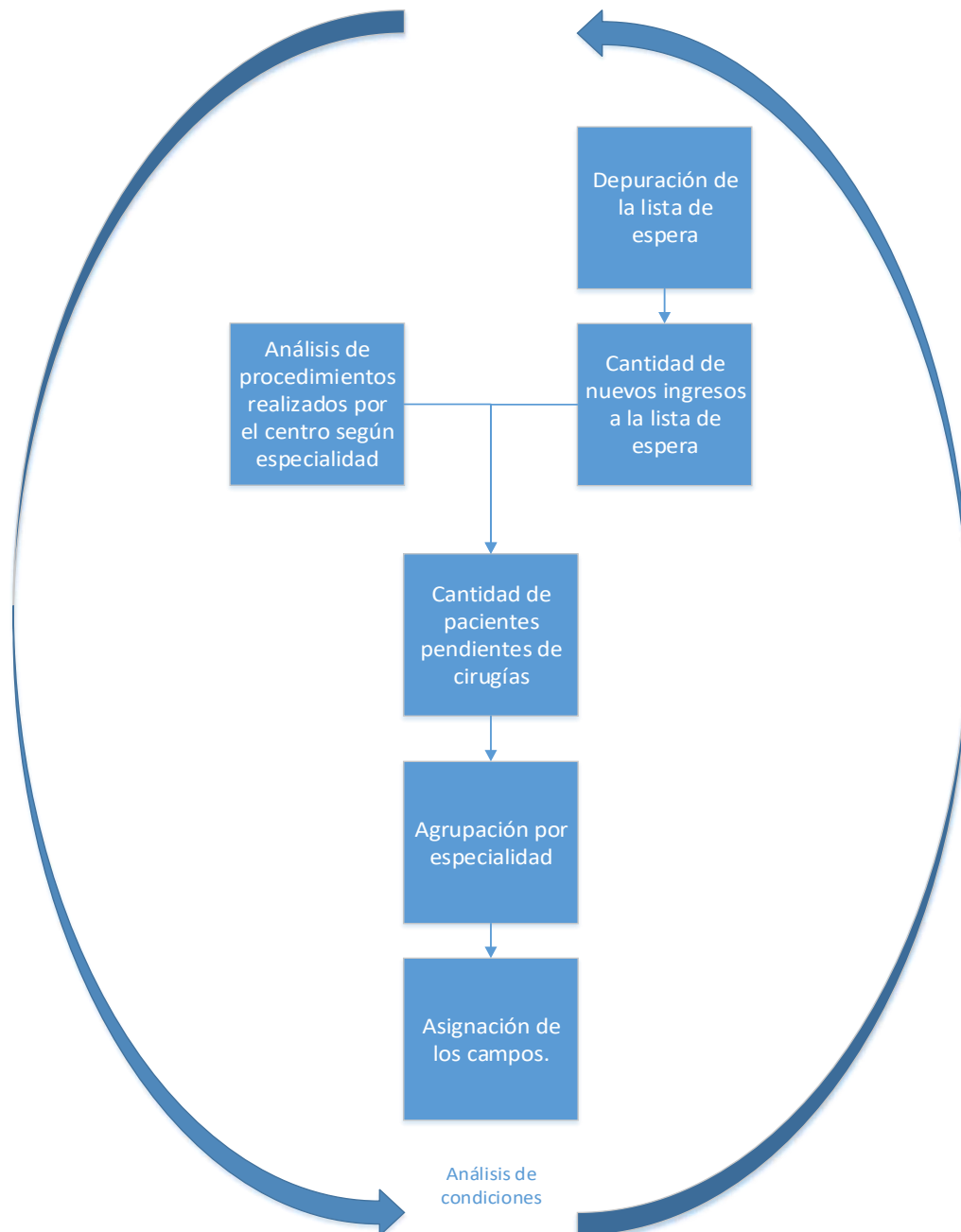
La tabla número 13, es posible identificar como la falta de capacidad provoca que el proceso de cirugías para las listas de espera se prolongue hasta cuatro años en caso de trabajar un turno o dos años en caso de trabajar dos turnos.

Con lo anterior y al analizar el comportamiento de la lista de espera, según región, es posible observar como la mayoría de pacientes provienen de la provincia central, por lo que una manera de aumentar la capacidad en el largo plazo, es dotar recurso (infraestructura, equipo y recurso humano) a aquellos centros que tengan opción de crecimiento dentro de la red de atención de la provincia Central de Alajuela.

Es importante tener claro que, porque la lista de espera utilizada en el análisis tiene fecha de corte hasta diciembre del año 2016, quedan por fuera los registros de aquellos pacientes que ingresaron a lista de espera durante el 2017.

Por lo anterior, es importante designar una persona que dé seguimiento al comportamiento de la lista de espera y lo utilice para la programación de salas tal y como se muestra en el flujo mostrado en la Figura 38.

**Figura 38 Proyecciones de la demanda del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela con el método Winters.**



De la Figura anterior, puede observarse que todo inicia con la depuración y seguimiento diario a la lista de procedimientos pendientes (lista de espera) así como la cantidad de cirugías realizadas por el centro, según especialidad.

Con base a la cantidad de procedimientos pendientes, obtenidos de la lista de espera, filtrar la lista según la especialidad. La asignación de campos debe ir determinada por la fecha de ingreso duración promedio de cirugía según especialidad y cantidad de procedimientos de una misma especialidad por sala.

Para el factor de Fecha de ingreso se debe tomar el paciente que tenga más tiempo de haber entrado a la lista de espera. La asignación de cupos debe realizarla, según dos factores, el tiempo promedio de cirugía y la mayor cantidad de una misma especialidad para cada sala de cirugía.

Aunado a lo anterior, debe procurar la implementación de mejoras que disminuyan los tiempos de preparación ,así como las suspensiones de los procedimientos quirúrgicos.

Seguidamente, se presenta el cronograma para la implementación del diseño de este proyecto.

**Figura 39 Cronograma para la implementación de mejora.**

Actividad	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Análisis de solicitud								
Solicitud de personal necesario								
Contratación de Encargado de Proyecciones & Programación								
Capacitación encargado de proyección								
Incorporación del nuevo anestesiólogo								
Aplicación de nuevo método de programación								

*Fuente: Analista*

Según la Figura 31, puede observarse que la propuesta necesita ser revisada por la Gerencia Médica, quien fundamentada en el criterio técnico, solicita y avala la cantidad de anestesiólogos que se asignan a cada centro. Esta asignación se llevará a cabo durante la segunda semana de febrero del año 2018.

En lo que respecta al encargado de la programación, de la misma manera que los anestesiólogos se justifican la contratación mediante el estudio técnico, en caso de asignarse deberá salir a contratación administrativa el puesto, esta actividad podría llevarse un aproximado de tres meses desde que se crea el perfil hasta que inicia la persona.

Una vez contratado, está la parte de capacitación la cual puede tener una duración de dos a tres meses, una vez finalizado esta etapa, el encargado podrá hacer las programaciones y analizar posibles mejoras para el proceso de hospitalización.

Por último, al incorporarse el médico anestesiólogo, pueden pasar dos semanas para que se incorpore en actividades de cirugía y a partir de ese momento poder implantar el sistema de programación y control de las cirugías propuesto.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

El comportamiento de los egresos del Servicio de Cirugía se ajusta a un comportamiento normal, con un promedio de 9 egresos diarios.

La programación de las salas de cirugía basados en las cantidad de pacientes de consulta externa no es factible, esto porque el 65% de los egresos ingresaron vía urgencias, y no desde consulta externa.

Las especialidades de cirugía general y ortopedia generan el 80% de los egresos totales del Servicio de Cirugía.

La gestión del Hospital San Rafael de Alajuela es satisfactoria ya que si debe de obtener algún estudio complementario o estabilizar al paciente esto le toma al centro un promedio de 2,20 días. Aunado a esto se puede observar que problemas de gestión como completar los estudios complementarios para cirugía, falta de insumos o equipo especializado se encuentran en las últimas posiciones dentro del análisis de causas de suspensión de procedimientos quirúrgicos.

Los problemas de programación de los cirujanos y anestesiólogos provocan retrasos que contabilizan un total de 992 horas anuales.

La estancia hospitalaria aumenta en términos de la complejidad de la especialidad y no de la vía de ingreso del paciente (urgencias o consulta externa).

El comportamiento de la demanda para el Servicio de Cirugía es muy dinámico, por lo que los métodos de pronóstico deben ser actualizados en aras de identificar de algún cambio.

La unificación de la información del paciente, permitiría diagnósticos más certeros en un menor tiempo y esto converge en un mejor control de la demanda, donde se tiene tanto los diagnósticos como otras patologías de interés que permitirían una mejor programación de las cirugías.

Se identifican limitaciones de infraestructura y personal, lo cual provoca que el uso de los quirófanos no pueda aprovecharse al máximo reduciéndose la oferta para procedimientos quirúrgicos en el centro, que da como resultado el incremento de la lista de espera.

Según el análisis de la oferta, proyecciones de demanda y los factores operativos que condicionan la capacidad real de los servicios de hospitalización, puede concluirse de que el Hospital no tiene capacidad para atender la demanda actual, según su capacidad de respuesta, lo cual genera una serie de inconvenientes sistémicos que se ven reflejados en la saturación de distintas partes del hospital.

Una secuencia por sala que busque la menor cantidad de cambios entre especialidades, así como un ajuste de horarios, durante el cambio de turno, puede mejorar la producción de los quirófanos.

## **Recomendaciones**

Dentro del Expediente Digital Único en Salud, debe diseñarse un módulo para la programación de las cirugías que utilice como base de programación el diagnóstico junto con las patologías de interés del paciente y el tiempo de procedimiento, para que con estos insumos pueda priorizar las cirugías y los cupos en sala, buscando una mejor utilización de la infraestructura y el recurso humano.

Junto a lo anterior, el módulo debería de enviar a los pacientes un recordatorio de la fecha del procedimiento además de los requisitos para el día de la cirugía todo esto, vía mensaje de texto.

Debe asignarse dos anestesiólogos en sala de operaciones, así como cuatro camas de recuperación adicionales, para poder afrontar la demanda real que tiene el Hospital en cuanto a listas de espera.

Debe existir una persona que tenga conocimientos en el cálculo de proyecciones, así como de programación para que dé seguimiento a los cambios que presenta la demanda y, de esta manera, pueda ajustar la cantidad de procedimientos quirúrgicos.

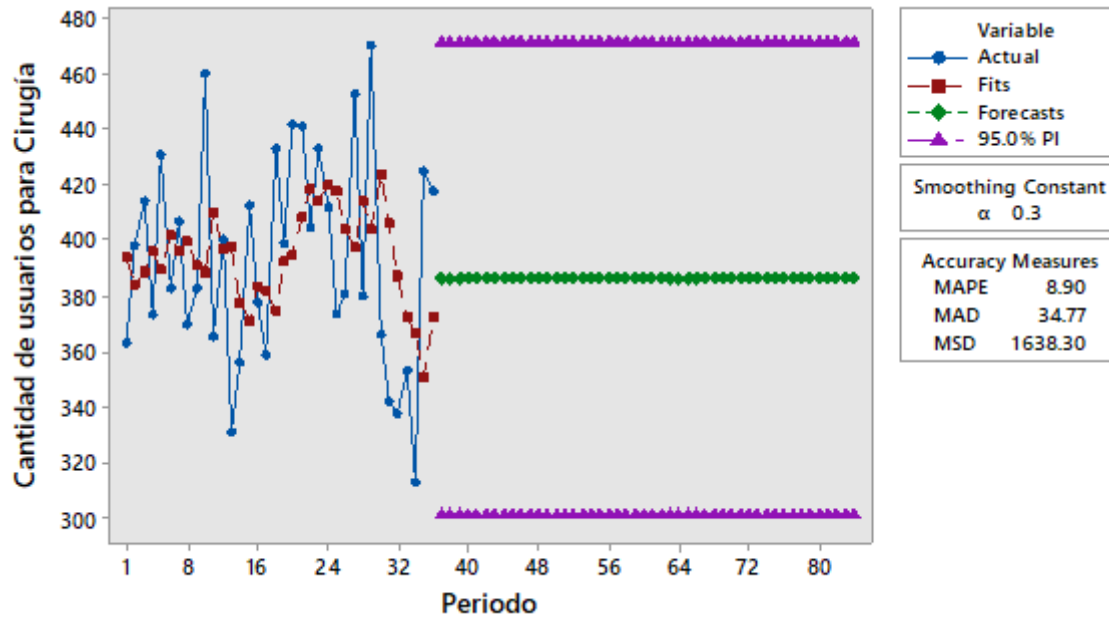
Junto a la recomendación anterior, debe contemplarse en la programación de las salas un número de cirugías de urgencias, para que estas no arruinen la programación de los quirófanos.

Ajustar los horarios, de manera que se aproveche la utilización de las salas respecto a los diferentes involucrados de la cirugía.

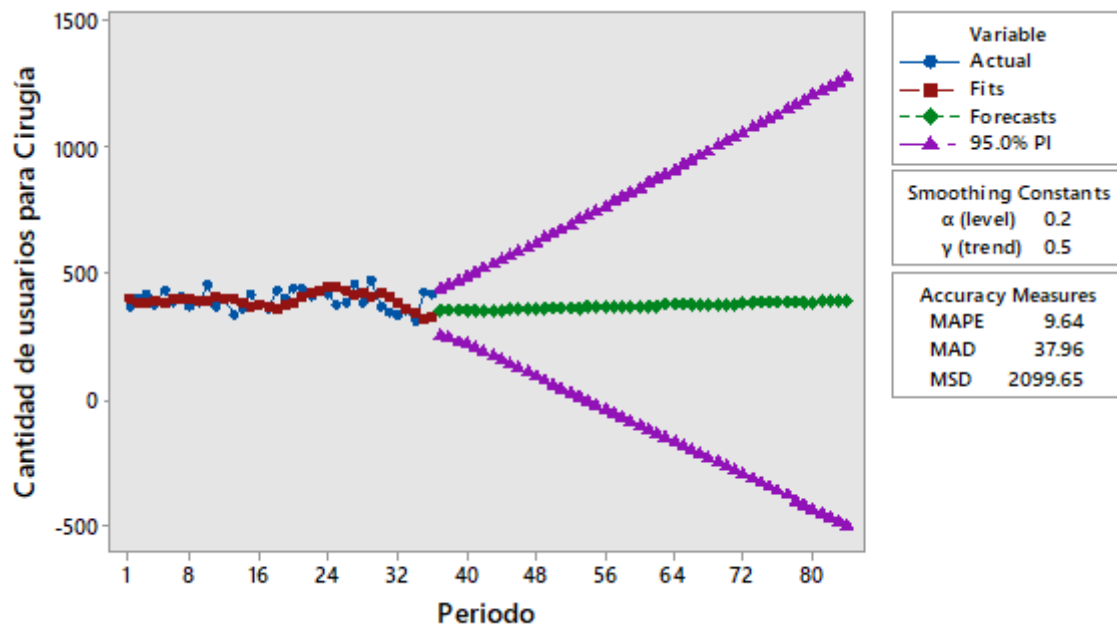
Complementar este estudio con un análisis de capacidad en lo que refiere camas hospitalarias, así como una comparación de la lista de espera, según región, para compararla con aquellos centros que tienen la posibilidad de crecimiento. Lo anterior para complementar la capacidad resolutive del hospital con centros ubicados dentro de la red de atención.

## ANEXOS

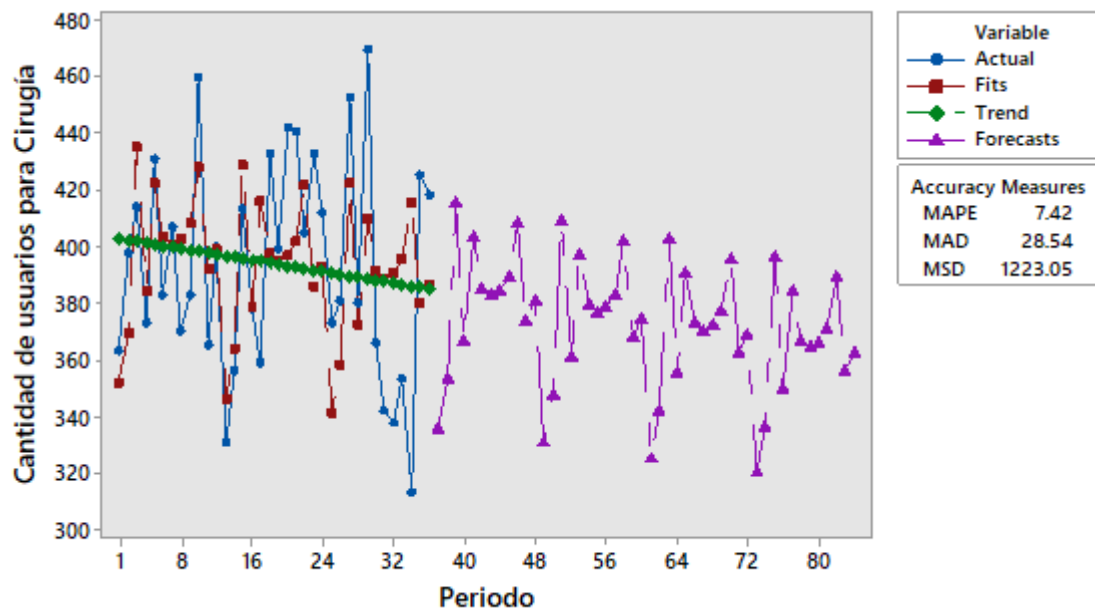
Anexo 1 Proyecciones de la demanda del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela con el método suavización exponencial simple.



Anexo 2 Proyecciones de la demanda del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela con el método suavización exponencial doble.



Anexo 3 Proyecciones de la demanda del Servicio de Cirugía del Hospital San Rafael de Alajuela con el método descomposición.



## Anexo 4 Modelo Lineal general para los días de estancia para el servicio y la vía de ingreso

Method

Factor coding (-1, 0, +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Servicio	Fixed	6	CIRUGIA GENERAL, Oftalmología, Ortopedia, OTORRINO, UROLOGIA, VASC. PERIFERICO
Vía Ingreso	Fixed	2	Consulta, Urgencias

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Servicio	5	1985134	397027	48.28	0.000
Vía Ingreso	1	19787	19787	2.41	0.123
Error	137	1126721	8224		
Lack-of-Fit	5	872403	174481	90.56	0.000
Pure Error	132	254318	1927		
Total	143	3131642			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
90.6876	64.02%	62.45%	60.25%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	110.50	7.56	14.62	0.000	
Servicio					
CIRUGIA GENERAL	158.6	16.9	9.39	0.000	1.67
Oftalmología	-107.8	16.9	-6.38	0.000	1.67
Ortopedia	163.9	16.9	9.70	0.000	1.67
OTORRINO	-110.2	16.9	-6.52	0.000	1.67
UROLOGIA	-25.2	16.9	-1.49	0.139	1.67
Vía Ingreso					
Consulta	-11.72	7.56	-1.55	0.123	1.00

## Regression Equation

$$\begin{aligned} \text{Días} = & 110.50 + 158.6 \text{ Servicio\_CIRUGIA GENERAL} - 107.8 \text{ Servicio\_Oftalmología} \\ & + 163.9 \text{ Servicio\_Ortopedia} - 110.2 \text{ Servicio\_OTORRINO} - 25.2 \text{ Servicio\_UROLOGIA} \\ & - 79.2 \text{ Servicio\_VASC. PERIFERICO} - 11.72 \text{ Vía Ingreso\_Consulta} \\ & + 11.72 \text{ Vía Ingreso\_Urgencias} \end{aligned}$$

## Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Días	Fit	Resid	Std Resid	
12	447.0	257.4	189.6	2.14	R
73	28.0	262.7	-234.7	-2.65	R
74	23.0	262.7	-239.7	-2.71	R
79	39.0	262.7	-223.7	-2.53	R
82	71.0	262.7	-191.7	-2.17	R
85	689.0	286.1	402.9	4.55	R
86	525.0	286.1	238.9	2.70	R
87	466.0	286.1	179.9	2.03	R
89	476.0	286.1	189.9	2.15	R
94	556.0	286.1	269.9	3.05	R

R Large residual

Anexo 5 Desglose de Cargas Sociales para el salario de Médico Especialista en Anestesiología.

¢6,088,402.00


Caja Costarricense de Seguro Social			
Concepto	Patrono	Trabajador	Monto
SEM	9,25%	5,50%	¢898,039
IVM	5,08%	3,34%	¢512,643
<b>TOTAL CCSS</b>	<b>14,33%</b>	<b>8,84%</b>	<b>¢1,410,683</b>
Recaudación Otras Instituciones			
Institución	Patrono	Trabajador	Monto
Cuota Patronal Banco Popular	0,25%	-	¢15,221
Asignaciones Familiares	5,00%	-	¢304,420
IMAS	0,50%	-	¢30,442
INA	1,50%	-	¢91,326
<b>TOTAL OTRAS INSTITUCIONES</b>	<b>7,25%</b>	<b>-</b>	<b>¢441,409</b>
Ley de Protección al Trabajador (LPT)			
Concepto	Patrono	Trabajador	Monto
Aporte Patrono Banco Popular	0,25%	-	¢15,221
Fondo de Capitalización Laboral	3,00%	-	¢182,652
Fondo de Pensiones Complementarias	0,50%	-	¢30,442
Aporte Trabajador Banco Popular	-	1,00%	¢60,884
INS	1,00%	-	¢60,884
<b>TOTAL LPT</b>	<b>4,75%</b>	<b>1,00%</b>	<b>¢350,083</b>
Total			
	Patrono	Trabajador	Total
<b>PORCENTAJES TOTALES</b>	<b>26,33%</b>	<b>9,84%</b>	<b>36,17%</b>
<b>MONTOS TOTALES</b>	<b>¢1,603,076</b>	<b>¢599,099</b>	<b>¢2,202,175</b>

## Anexo 6 Desglose de Cargas Sociales para el salario Técnico en administración 5.

¢619,946.98

Caja Costarricense de Seguro Social			
Concepto	Patrono	Trabajador	Monto
SEM	9,25%	5,50%	¢91,442
IVM	5,08%	3,34%	¢52,200
<b>TOTAL CCSS</b>	<b>14,33%</b>	<b>8,84%</b>	<b>¢143,642</b>
Recaudación Otras Instituciones			
Institución	Patrono	Trabajador	Monto
Cuota Patronal Banco Popular	0,25%	-	¢1,550
Asignaciones Familiares	5,00%	-	¢30,997
IMAS	0,50%	-	¢3,100
INA	1,50%	-	¢9,299
<b>TOTAL OTRAS INSTITUCIONES</b>	<b>7,25%</b>	<b>-</b>	<b>¢44,946</b>
Ley de Protección al Trabajador (LPT)			
Concepto	Patrono	Trabajador	Monto
Aporte Patrono Banco Popular	0,25%	-	¢1,550
Fondo de Capitalización Laboral	3,00%	-	¢18,598
Fondo de Pensiones Complementarias	0,50%	-	¢3,100
Aporte Trabajador Banco Popular	-	1,00%	¢6,199
INS	1,00%	-	¢6,199
<b>TOTAL LPT</b>	<b>4,75%</b>	<b>1,00%</b>	<b>¢35,647</b>
Total			
	Patrono	Trabajador	Total
<b>PORCENTAJES TOTALES</b>	<b>26,33%</b>	<b>9,84%</b>	<b>36,17%</b>
<b>MONTOS TOTALES</b>	<b>¢163,232</b>	<b>¢61,003</b>	<b>¢224,235</b>

## Anexo 7 Costo y especificaciones para las camas de recuperación.



CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIT	PRECIO TOTAL
1	UNIDAD	<b>Cama de posiciones para pacientes</b> Marca: Medisa Modelo: Evoque País de Origen: España Tiempo de Entrega: 30 días hábiles Garantía: 24 meses contra defectos de fábrica	\$ 1,900.00	\$ 1,900.00
				\$ 1,900.00
			<b>TOTAL OFERTA</b>	\$ 1,900.00

## Cama EVOQUE

La cama hospitalaria que satisface a la enfermería

La cama EVOQUE ha sido desarrollada para alcanzar una correcta funcionalidad, ergonomía y diseño.

- Disminuye el esfuerzo físico necesario para mover a los pacientes.
- Con los nuevos sistemas de la cama EVOQUE adelantamos los procesos de mejora del paciente gracias a su avanzado diseño ergonómico que aumenta su autonomía y movilidad.

### FACILIDAD DE MOVIMIENTO

La quinta rueda facilita el giro de la cama y reduce el esfuerzo necesario para desplazarla.



### REQUISITOS DE LA NUEVA NORMATIVA DE SEGURIDAD

Según la normativa EN 60 601-2-52 de camas eléctricas las barandillas deben garantizar la reducción del riesgo de atrapamiento de la cabeza, cuello o extremidades para evitar posibles accidentes fatales para el paciente. Las cuatro barandillas partidas permiten tener un acceso individual sobre el paciente.

### BARANDILLAS



- 1 Barandillas abatibles metálicas.
- 2 Barandillas laterales partidas sin controles incorporados

### Trabajos citados

- Ceballos-Acevedo T, V.-R. P.-P. (2014). Duración de la estancia hospitalaria. Metodologías para su intervención. *Gerenc. Ploit. Salud*, 274-295.
- ENFERMERIA.ME. (2017). *ENFERMERIA.ME*. Obtenido de ENFERMERÍA.ME: [www.enfermeria.me/ingreso-y-egreso-del-paciente/](http://www.enfermeria.me/ingreso-y-egreso-del-paciente/)
- Pulido, H. G. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. McGraw-Hill Interamericana.
- Restrepo, P. A. (2011). *Metodologías cuantitativas para la optimización del Servicio de Urgencias: una revisión de la literatura*. Bogotá: Pontificia Universidad JAveriana.
- Richard B. Chase, F. R. (2009). *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES PRODUCCIÓN Y CADENA DE SUMINISTROS*. McGraw- Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y Control de la Producción*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Gómez, R. C. (2014). *Administración de las Operaciones*. Argentina: Nueva Librería.
- Masriera, J. V. (2013). *Gestión de la producción en la empresa: planificación, programación y control*. . Madrid, España: Difusora Larousse - Ediciones Pirámide.
- Mercedes, T. M. (2007). *Gestión Hospitalaria*. Madrid, España: McGraw Hill.
- MINISTERIO DE SANIDAD Y POLÍTICA SOCIAL GOBIERNO DE ESPAÑA. (2005). *Bloque quirúrgico Estándares y recomendaciones*. Espana: MINISTERIO DE SANIDAD Y POLÍTICA SOCIAL CENTRO DE PUBLICACIONES.

Naim Caba Villalobos, O. C. (2011). *Gestión de la Producción y Operaciones*. España: Corporación para la Gestión del Conocimiento Asesores del 2000.

O'Connell, B. L. (2007 ). *Pronósticos, series de tiempo y regresión*. México: Cengage Learning.

Stachú, S. W. (2009). *Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa*. Córdoba, Argentina: El Cid Editor | apuntes.

Wichern, J. E. (2006). *Pronósticos en los negocios*. México: Pearson Educación.