



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Modelo de optimización de operaciones para mejorar el servicio de atención
médica ocupacional en la Clínica Preventiva SAC,2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Industrial

AUTORA:

Br. Vilma Luz Ortiz Dávila (ORCID: 0000-0002-6796-087X)

ASESOR:

Mg. Celso Nazario Purihuamán Leonardo (ORCID: 0000-0003-1270-0402)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de gestión de la calidad

Chiclayo – Perú

2019

Dedicatoria

A Dios por guiarme a lo largo de mi vida ser un apoyo espiritual y mi fortaleza en momentos de dificultad y debilidad.

A Mi Madre por su apoyo y valentía sus sabios consejos, aunque me dejo físicamente en esta última etapa, sigue inspirándome para lograr mis sueños y objetivos.

Agradecimiento

Gracias a mi Padre, Esposo e Hijo y familia por su paciencia, confianza y constante apoyo no hubiera logrado culminar mis estudios.

A los docentes y director de escuela por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación profesional con rectitud y paciencia.

1294



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 15:00 horas, del día 19 de diciembre del 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 054, del 18 de diciembre del 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada:

MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES PARA MEJORAR EL SERVICIO DE ATENCIÓN MÉDICA OCUPACIONAL EN LA CLÍNICA PREVENTIVA SAC, 2019

presentada por BACHILLER: ORTIZ DÁNILA NILMA LUZ

con la finalidad de obtener el Título Profesional de INGENIERO INDUSTRIAL, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- PRESIDENTE : Dr. José Manuel Barandiarán Gamarra
- SECRETARIO : Mg. Jenner Carrascal Sánchez
- VOCAL : Mg. Celso Putrihuaman Leonardo

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado, se resuelve:

APROBAR POR UNANIMIDAD

Siendo las 15:55 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 19 de diciembre del 2019

Dr. José Manuel Barandiarán Gamarra
Presidente

Mg. Jenner Carrascal Sánchez
Secretario

Mg. Celso Putrihuaman Leonardo
Vocal

Declaratoria de autenticidad

Yo, Vilma Luz Ortiz Dávila, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 42739159, con el trabajo de investigación titulada, Modelo de Optimización de Operaciones para Mejora el Servicio de Atención Medica Ocupacional en la Clínica Preventiva SAC.2019

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de oro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo 18 de diciembre ,2019

Vilma Luz Ortiz Dávila
DNI 42739159



Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad Problemática	1
1.2 Trabajos previos	4
1.3 Teorías relacionadas al tema	7
1.4 Formulación del problema	16
1.5 Justificación del estudio	16
1.6 Hipótesis	17
1.7 Objetivos.....	17
II. MÉTODO.....	18
2.1 Diseño de investigación.....	18
2.2 Variables, operacionalización	18
2.3 Población y muestra.....	20
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	21
2.5 Métodos de análisis de datos	22

2.6 Aspectos éticos.....	22
III. RESULTADOS.....	24
3.1 Análisis de la situación actual de la calidad de los servicios de atención médica ocupacional en la en la clínica Preventiva SAC.	24
3.1.1. Diseño Organizacional	25
3.1.2. Clasificación ABC	28
3.1.3. Diagrama de Ishikawa	31
3.1.4. Análisis de actividades del proceso de servicio.....	34
3.1.5. Balance del servicio de atención	35
3.1.6. Situación actual de la demanda de atención médica ocupacional	38
3.2. Modelo de optimización de operaciones del servicio de atención médica ocupacional en la clínica Preventiva SAC.	42
3.2.1 Balance del Servicio de atención	42
3.2.3. Pronóstico de la demanda	45
3.2.4. Modelo de Programación lineal	49
3.3 Beneficio-costo del modelo de optimización de operaciones.	57
IV. DISCUSIÓN.....	61
V. CONCLUSIONES.....	63
VI. RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS	66
ANEXOS:.....	69
Acta de Aprobación de originalidad de tesis.....	80
Reporte Turnitin	81
Autorización de Publicación de tesis en el Repositorio Institucional UCV.....	82
Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación.....	83

Índice de tablas

Tabla 1. Fórmulas de variables de cálculo de balanceo de línea.....	13
Tabla 2. Matriz de operacionalización de variables	19
Tabla 3. N° de pacientes que seleccionan las causas de insatisfacción	29
Tabla 4. Clasificación ABC de las causas de insatisfacción	30
Tabla 5. Balance de Servicio Base	36
Tabla 6. Estadística descriptiva de las atenciones	40
Tabla 7. N° de atenciones por mes.	41
Tabla 8. Balance de Servicio de atención médica ocupacional.....	43
Tabla 9. Método de Hamdy	46
Tabla 10. Optimización de la situación actual en Solver	51
Tabla 11. Optimización de la propuesta en Solver	56
Tabla 12. Presupuesto de la Inversión de la propuesta.....	58
Tabla 13. Presupuesto de los costos operativos de la propuesta	59
Tabla 14. Flujos netos de la propuesta	59
Tabla 15. Base de datos de servicio de atención de medicina ocupacional.....	72

Índice de figuras

Figura 1.Resultados de encuesta servicio de atención medica ocupacional,2018.....	3
Figura 2. Mapa de proceso de servicio medicina ocupacional Clínica Preventiva SAC.....	26
Figura 3 Diagrama flujo del servicio administrativo Clínica Preventiva SAC	27
Figura 4.Flujograma del servicio operacional en medicina ocupacional	28
Figura 5.Frecuencia de distribución de alternativas de servicio.....	31
Figura 6.Diagrama de Ishikawa.....	33
Figura 7.Diagrama de Análisis de Proceso (DAP).....	34
Figura 8.Procesamiento de tablas dinámicas	39
Figura 9.Demanda de atenciones mensuales en el 2018	46
Figura 10.Pronóstico con el método de Winter	48
Figura 11.Aplicacion Solver en la optimización de la situación actual.....	52
Figura 12.Aplicación Solver para la optimización de la propuesta	55

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es elaborar una propuesta de modelo de optimización de operaciones para mejorar el servicio de atención médica ocupacional en la clínica Preventiva SAC, 2019; para ello, se sustenta en la teoría de modelos de optimización en Programación matemática y programación lineal, además de contar con el balance de línea adecuado a las organizaciones de servicio; el tipo de investigación es de enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo no experimental y se toma como población y muestra al registro de atenciones a los empleados de las empresas privadas que reciben el servicio de atención médica ocupacional en la clínica utilizando como instrumentos de recopilación de información la encuesta, la hoja de observación y hoja de análisis documental obteniendo como principales resultados un incremento de atención de 8 a 15 pacientes por día o de 79 atenciones a 94 atenciones diarias; y con respecto al porcentaje de balance del sistema de atención se obtuvo un incremento del 20%. En conclusión, la propuesta de modelo de optimización de operaciones genera un beneficio costo de 1.77 en un periodo de 5 años.

Palabras claves: Modelo de optimización, programación lineal, sistema de atención médica.

ABSTRACT

The objective of the present study is to elaborate a proposal of model of optimization of operations to improve the service of occupational medical attention in the clinic Preventiva SAC, 2019; for this, it is based on the theory of optimization models in mathematical programming and linear programming, in addition to having the line balance suitable for service organizations; the type of research is a quantitative approach, of a non-experimental descriptive type and is taken as a population and shows the record of attentions to the employees of the private companies that receive the service of occupational medical care in the clinic using information gathering instruments the survey, the observation sheet and the documental analysis sheet, obtaining as main results an increase of attention from 8 to 15 patients per day, and with respect to the balance percentage of the care system, an increase of 20% was obtained. In conclusion, the proposed model of operations optimization generates a cost benefit of 1.77 over a period of 5 years.

Keywords: Optimization model, linear programming, medical care system.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

En el ámbito internacional, según Proaño, (2018), en su artículo publicado por el Banco Interamericano de Desarrollo menciona que los gobernantes en su empeño por lograr una cobertura de salud universal creando políticas públicas de salud implicaría la construcción de más hospitales, centros de salud y postas medicas además de la compra de equipos médicos y contratación de personal profesional de la salud se perdió el objetivo principal más importante de una “atención con calidad”.

Esto significa que “La ausencia de una atención de calidad en el sector salud tiene graves consecuencias y repercusiones en la eficiencia del sistema de salud y en los pacientes si no también puede costarles la vida” (Proaño, 2018).

Un nuevo reporte estadístico de Lancet Global Health Comission sobre los sistemas de salud de alta calidad revela lo siguiente:

En la mayoría de países de América Latina y el Caribe con bajos y medianos recursos económicos mueren cerca de 8 millones de personas debido a enfermedades que pueden ser perfectamente tratables con los sistemas de salud convencionales. debido a una baja calidad de atención un porcentaje del 60% de muertes ocurridas podrían haberse tratado medicamente y no pudo hacerse debido a una baja calidad de la atención en los servicios médicos, (...), a pesar de la situación actual se ha logrado asegurar acceso a determinados servicios de salud para las poblaciones más vulnerables, pero si no se tiene la capacidad de salvar vidas humanas o mejorarlas todo esfuerzo quedaría anulado. en países con economías desarrolladas con sistemas de salud de alta calidad se previenen cada año, más de 1 millón de muertes de neonatos, y menos del 50% de muertes maternas, por enfermedades cardiovasculares 2,5 millones y tuberculosis 900.00 muertes, es un desperdicio enorme tener una mala calidad de la atención de salud y puede llegar a ser un problema enorme y desperdicio

económico considerable en países de altos ingresos como Estados Unidos , quien perdió en el año 2015, 6 billones de dólares por muertes ocasionadas por enfermedades tratables de gran significancia en la economía estadounidense .(Proaño,2018)

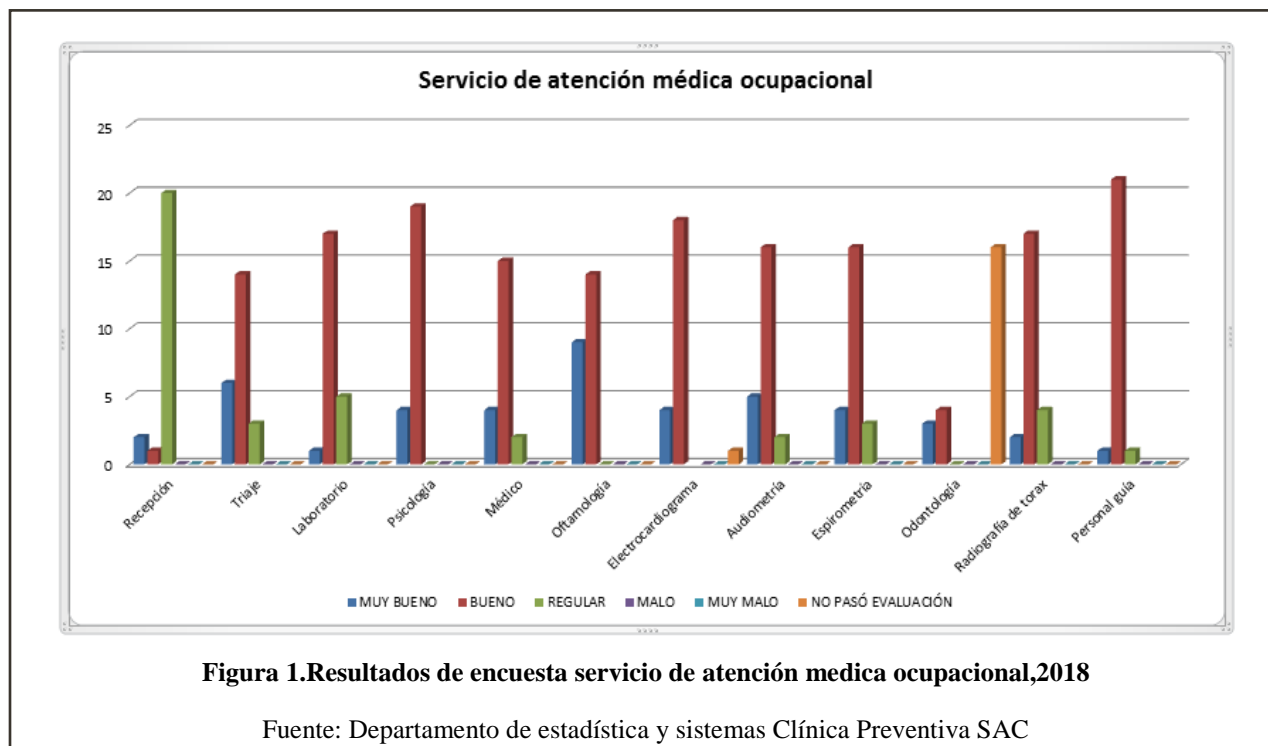
En el ámbito nacional, Sausa (2017), en su artículo de Peru21, menciona que, en nuestro país las denuncias por una mala calidad de atención en los sistemas de salud en los diferentes establecimientos son a diario, en el servicio de emergencia, los pacientes son internados en pasillos sentados en sillas de ruedas, salas de esperas llenas de personas para ser atendidos, pasillos acondicionados como salas observación, baños adaptados para ser laboratorios y áreas de recuperación.

Para Definir, Sausa Sostiene lo Siguiente al respecto:

Según los datos de Susalud, “Este es un drama que se vive a diario”, en nuestro sistema de salud, son miles de pacientes en servicios del seguro social de salud, ministerio de salud, establecimientos de la Sanidad y clínicas privadas. Actualmente el seguro integral de salud (SIS) tiene la mayor cantidad de pacientes afiliados, 16’191,856 personas atendiéndose en los 8,062 establecimiento del ministerio de salud, le sigue Essalud con 9’524,087 pacientes que se atienden en solo 380 establecimientos repartidos en todo el territorio peruano. (Sausa ,2017)

En el ámbito local, precisamente en la problemática del área de estudio, la clínica Preventiva S.A.C, se encuentra ubicada en la calle francisco Cuneo 680-Urb.Patazca; actualmente tiene aproximadamente 48 trabajadores, entre ellos, médicos, enfermeras, psicólogos, técnicos enfermeros, tecnólogos, u otros. Los servicios que ofrece son de audiometría, espirometría, rayos x, laboratorio clínico, odontología, oftalmología, prueba de esfuerzo, un área de administración y gerencia, de acuerdo al protocolo médico. El inicio de las operaciones comenzó en el año 2014 como clínica específicamente para realizar examen reglamentario según la ley 29783, cuenta con una infraestructura moderna edificio de pisos diseñado para este servicio. Actualmente la empresa no asigna un presupuesto para implementar un sistema de gestión en calidad, siendo cuestionada por las empresas que contratan sus servicios, los clientes han presentado quejas en el libro de reclamaciones sobre mala atención en el área de

recepción y administración y falta de limpieza en algunas áreas. Los clientes como Electronorte, Backus, Agrolmos, Chimú, u otros, solicitan que la clínica cuente con un sistema de gestión integrado para continuar contratando sus servicios con la condición de realizar auditorías periódicas. A futuro, se está ampliando para brindar servicios asistenciales como (obstetricia, ginecóloga y otras especializadas). Según la encuesta de atención al cliente aplicado el año pasado, se puede apreciar que la mayor problemática para los que reciben atención médica ocupacional se encuentra en el área de recepción tal como se muestra.



De acuerdo a los reclamos de los clientes, se debe a la mala programación de la asignación de citas y la poca comunicación para el protocolo médico del servicio de atención con los empleados de las empresas que contratan el servicio de atención medica ocupacional. Esto genera que algunos días se atienda a más de 15 pacientes por día, teniendo una capacidad instalada de 8 por día.

1.2 Trabajos previos

Talati & Mishra (2019), en su artículo en inglés *Optimal production integrated inventory model with quadratic demand for deteriorating items under inflation using genetic algorithm* studies an integrated inventory model of production between the manufacturer and the retailer with quadratic demand and time-dependent deterioration. It considers the effect of inflation on the total cost and the manufacturer offers a cost of order dependent on the size of the lot to drive higher orders and significantly lowers the maintenance cost of the manufacturer's inventory. The total cost of the model is obtained using the classic optimization technique and the genetic algorithm. The results clearly show that the genetic algorithm has managed to obtain the global minimum while the classical method has remained with the local minimum. To use the classic optimization technique, Maple 18 was used, while MATLAB R2013a was used for the genetic algorithm. The sensitivity for inflation and other parameters of demand have been carried out to analyze their effect on total cost.

White, Day, Cordeaux, & Matthews, (2015) en su artículo en inglés *testing integrated care service models for patients with complex care needs using simulation modelling* The suppliers refer to the redistribution focused on the start-up. The program promotes three connected principles. The multimorbilidad, and the pluripatológicos individuals that are susceptible to benefit from the integral attention. An integrated payment approach (capitated budget) parallel to an integrated service model is likely to encourage the integration of services and cost efficiency. The program implements national tools and resources to help health organizations achieve the goals of national policy. One of them is a simulation model that allows care organizations, attention, efficiency, costs, personal resources, new models of care. Using the simulation model, we compared a "typical" model to locate a new planned model, where more investment in the community, mental health and patient practice services to avoid acute emergency services.

En el escenario internacional, precisamente en México, Gómez, Rojas & Zamudio, (2016) expusieron en su conferencia "Modelo de programación mixta para la optimización de personal" el área de atención al cliente de una empresa transnacional de suplementos alimenticios de consumo humano presentaba deficiencia en los tiempos de espera y largas colas ,debido a la falta de buena organización de la fuerza de trabajo del personal asignando

y poco capacitado en cada estación , se logró optimizar los turnos logrando una mayor eficiencia y eficacia proponiendo diferentes combinaciones de turnos se obtuvieron mejores resultados reflejándose en sus ventas y satisfacción del cliente .

Canseco, Sánchez, Zuñiga, & Olivares, (2016) en su artículo de la Universidad de Bio Bio Chile, denominado “Aplicación de programación lineal para la asignación de horarios” comentan sobre un problema en la calendarización de horarios de los profesores del sector educativo en cada periodo de inicio escolar de las instituciones educativas sobre todo en un conjunto de grupos y cursos se han convertido en un caso muy frecuente y recurrente.

El enfoque planteado contribuye a agilizar la toma de decisiones del centro escolar al inicio de su ciclo académico, con la optimización de asignación de cursos por grupo en conjunto de periodos de tiempo con los requerimientos determinados, se utilizó las técnicas de programación matemática llamado LINGO 10, modelo conocida como técnica matemática de ramificación y acotamiento en un software comercial. El éxito al usar esta técnica fue real en el ciclo 2013-2014 se resolvió en 4 segundos todas las actividades fueron ejecutadas por los colaboradores dentro del lapso de los horarios de 5 a 7 horas. El modelo matemático planteado lograra contribuir en la agilización de la toma de decisiones en el centro escolar al inicio del ciclo académico (Canseco, Sánchez, Zuñiga, & Olivares, 2016)

Peña (2016) en su artículo de la Universidad del Valle, Colombia, denominado “Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento” menciona la importancia de centros de distribución de una empresa industrial enfocados al servicio específicamente de bodegas , las actividades de recepción de productos ,clasificación , inspección , almacenamiento y donde los trabajadores realizan sus actividades de preparación final de producto para despacho y enviar al consumidor final.

Es necesario precisar que mantener un balance oportunamente óptimo de la línea brinda solución a la problemática más recurrente de esta manera se asegura que el flujo sea continuo y uniforme , logrando alcanzar el aumento de la velocidad en los procesos ,aumento de la productividad ,disminuir tiempos de espera y costos

operativos en los procesos de la empresa .En conclusión Baybars con su modelo matemático de programación lineal propuesto logro el establecimiento de tiempo de ciclo actual de subproceso de movimientos y del despacho de pedidos y a la mejora de las asignaciones de tareas a los trabajadores en las estaciones de trabajo. (Peña, 2016)

En España, Santana, Quintero, Herrera, & Saavedra, (2001) en su artículo de “Optimización de los tamaños de Buffer en un Sistema de Colas con clientes de múltiples clases y distintos requerimientos de retardo y pérdida” analizan el rendimiento de una política de gestión de colas en un conmutador de red, que recibe dos clases de tráfico con distintos requisitos de calidad en lo que se refiere a retardos y pérdidas. Se muestra como pueden obtenerse, de forma recursiva, las probabilidades de estado de este sistema, y a partir de las mismas los retardos medios de ambas clases de tráfico, así como sus tasas de pérdida. Todas estas cantidades intervienen en el cálculo del rendimiento del sistema a través de una función objetivo que representa una ponderación del coste causado por los retardos producidos en el tráfico prioritario (en tiempo real) y las pérdidas originadas al tráfico no prioritario (en tiempo no real).

En Colombia, López & Gómez, (2011) en su artículo de medicina “Recomendaciones para la implementación de Herramientas en programas de atención segura en Instituciones Prestadoras de Salud” mencionan que el incremento demandas jurídicas a las entidades prestadoras de salud (IPS) y promotoras de salud (EPS) ,del sistema de seguridad social son generados por acontecimientos adversos las cuales incrementan la morbilidad y mortalidad general causando daño no solo material si no también moral en las instituciones. Se propone presentar a la comunicada académica y científica el sector salud modelos de atención segura que mejorarían la recopilación de información para el desarrollo de estrategias de seguridad para el paciente y sobre todo de aplicación práctica.

En Cuba, Espinosa, Luna, Lago, & Mora, (2017) en su artículo “La superación profesional en salud ocupacional como una necesidad para la atención médica integral” la importancia del médico de familia en salud ocupacional tiene como objetivo primordial la prestación de

una atención medica integral al trabajador. realizado el estudio tipo cualitativo de carácter descriptivo se usaron las herramientas de análisis documental, sistematización, síntesis de revisiones bibliográficas ,el médico de familia al ofrecer una atención ocupacional oportuna a las demandas sociales de salud de los trabajadores es de suma importancia ; Se concluye que la preparación medica profesional a partir del diagnóstico oportuno ,deberían incluir la preparación científica de conocimientos , tiene una determinación de las necesidades de aprendizaje que repercuten en los algunos factores y elevan el riesgo ya presentes en el ambiente laboral .

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Modelos de Optimización

1.3.1.1. Programación matemática y programación lineal

Suñé, Fonollosa, & Fernández, (2016) afirma lo siguiente:

En las empresas, comúnmente se encuentran diversos obstáculos que se podrían ajustar a un modelo en común para hallar el valor de un conjunto de variables (variables de decisión), variables decisión llamadas (función objetivo), así mismo, conseguir el valor optimo (máximo o mínimo). Pero estos valores las variables de decisión son limitadas por una serie de conjuntos de restricciones frecuentes siempre y cuando las variables de decisión no sean negativas. Mediante un programa matemático estos problemas y vulnerabilidades se podrían resolver mediante un conjunto de expresiones matemáticas exactas de siguiente forma:

Sujeto a:

$$[OPT]z = f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

$$g_1(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$$

$$g_2(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$$

...

$$g_n(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$$

a. Condiciones de modelos lineales

Suñé, Fonollosa, & Fernández, (2016) comentan que “los problemas no pueden modelizarse estrictamente mediante modelos lineales, aunque la simplicidad de resolución de los modelos lineales frente a otras situaciones aconseje proceder de esta manera, al coste de aceptar una serie de hipótesis implícitas a la linealidad” (p. 27).

Las hipótesis son:

Determinismo

Significa que no pueden utilizarse variables aleatorias por ello, la solución obtenida será de tipo determinista. Si existen variables aleatorias, pueden representarse mediante sus valores medios, o en función de la distribución de probabilidad existente.

Continuidad

Las variables de decisión en la programación lineal pueden tomar cualquier valor no negativo. Si, por las condiciones del modelo, se han de utilizar variables que tomen valores enteros, habrá que recurrir a técnicas de programación lineal entera o mixta.

Proporcionalidad

Si bien de algún modo son afines la función objetivo y las restricciones, significa que, al incrementar o decrementar una variable de decisión cualquiera, lo hacen de forma proporcional. Si la función objetivo y las restricciones no admite la proporcionalidad, entonces la resolución es más compleja y se afronta con programación no lineal.

Aditividad

Un programa lineal admite el principio de superposición: la función suma de dos variables es igual a la suma de las dos variables por separado. Por ejemplo: $z(x_1 + x_2) = z(x_1) + z(x_2)$

b. Componentes del modelo de una programación lineal

Está compuesto por tres elementos: variables, función objetivo y restricciones.

Las variables

Pueden ser de dos tipos:

- Variables de decisión: son aquellas que miden la magnitud que se va a optimizar o también las magnitudes sobre las se puede actuar o decidir.
- Variables auxiliares: miden las magnitudes que tienen sentido en el problema y que dependen de las variables de decisión. Por lo general, se puede crear el modelo sin estas variables, pero su definición suele aportar información sobre el resultado final a expensas de crear un modelo más complicado.

La función objetivo

Es la expresión lineal que relaciona n variables definidas con el valor a optimizar z. A cada variable, se le asocia un coeficiente c, que es la proporción en que varía el valor a optimizar z por cada unidad de incremento de la variable correspondiente.

$$[OPT]z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots c_ix_i + \dots c_nx_n$$

Es decir, que, dependiendo la situación o problemática se buscara maximizar [MAX] la función objetivo, como también minimizar [MIN] dicha función.

Las restricciones

Son expresiones lineales que definen las limitaciones de recursos, las condiciones del problema, o que relacionan las variables entre sí. Estas restricciones establecen un conjunto de valores posibles en las variables de decisión, también denominado región factible, donde deberá encontrarse la solución óptima del modelo. Las restricciones pueden ser tanto ecuaciones como inecuaciones.

Podemos encontrarnos con una restricción i de menor o igual:

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \leq b_i$$

Una restricción j de mayor o igual:

$$a_{j1}x_1 + a_{j2}x_2 + \dots + a_{jn}x_n \leq b_j$$

Una restricción k de igualdad:

$$a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \dots + a_{kn}x_n \leq b_k$$

1.3.1.2. Modelos de filas de espera

Krajewski, Ritzman, & Malhotra, (2007) sostienen que el objetivo principal las empresas y sus gerencias es mantener su rentabilidad sin afectar inversamente las demás características de su operación para esto utilizan modelos de filas de espera para lograr el equilibrio y ampliar la eficacia del sistema de servicio disminuir los costos que puedan implicar ,Particularmente la operación de un sistema tiene elementos que son la longitud de una fila (igual al número de clientes),que crean una fila de espera ,número de clientes (que forman fila y reciben los servicios), por lo siguiente el tiempo de espera en fila(es rápido),una fila larga podrá ser atendida de manera muy eficiente , y cuando el tiempo de espera se considera(largo),los clientes tendrán un concepto de una mala atención o calidad deficiente en la atención , el tiempo total en el sistema (es igual al tiempo total transcurrido desde la entrada hasta la salida , la utilización de las instalaciones del servicio se verá reflejada en el porcentaje del tiempo que estas perduren ocupadas .

Modelo con múltiples servidores

Krajewski, Ritzman, & Malhotra, (2007) comentan que, en el modelo con múltiples servidores, los clientes formaran una sola fila y eligen entre sus servidores al disponible. El sistema de servicio tiene una sola fase y hay (s) servidores iguales, y la repartición del servicio para cada uno de ellos es exponencial, con un tiempo medio de servicio igual a $(1/\mu)$, (inversa de la tasa de servicio). Siempre debe ocurrir que (s), (μ) , (tasa de servicio total) sea mayor que (λ) , (tasa de llegada).

Con estas suposiciones, se pueden aplicar varias fórmulas para describir las características de operación del sistema de servicio:

ρ = utilización promedio del sistema

$$= \frac{\lambda}{s\mu}$$

P_0 = probabilidad de que haya cero clientes en el sistema

$$= \left[\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \left(\frac{1}{1-\rho} \right) \right]^{-1}$$

P_n = probabilidad de que haya n clientes en el sistema

$$= \begin{cases} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} P_0 & 0 < n < s \\ \frac{(\lambda/\mu)^n}{s! s^{n-s}} P_0 & n \geq s \end{cases}$$

L_q = número promedio de clientes en la fila de espera

$$= \frac{P_0 (\lambda/\mu)^s \rho}{s! (1-\rho)^2}$$

W_q = tiempo promedio de espera de los clientes en la fila

$$= \frac{L_q}{\lambda}$$

W = tiempo promedio pasado en el sistema, incluido el servicio

$$= W_q + \frac{1}{\mu}$$

L = número promedio de clientes en el sistema de servicio

$$= \lambda W$$

Balaceo de línea

Krajewski, Ritzman, & Malhotra, (2007) comentan lo siguiente:

Para alcanzar la tasa de producción deseada con el menor número posible de estaciones de trabajo, se asigna el balanceo de una línea integrada. Comúnmente se asigna un trabajador a cada estación de trabajo. Así la línea logra producir al tiempo deseado con el menor número de trabajadores

haciéndola más eficiente . esto es muy parecido a la teoría de restricciones que usa para alcanzar la meta deseada ya que ambos métodos tienen en cuenta los cuellos de botella generados. Pero el balanceo de línea difiere en cuanto a cómo toma los cuellos de botella. El balanceo de línea también puede tomar un tercer camino recepcionando nuevos pedidos de clientes para aprovechar la mejor capacidad de estos cuellos de botella, o también programar la producción para conservar la mayor cantidad de recursos. Utilizando la capacidad de estos cuellos de botella se debe tener en cuenta que no sea mucho más alto que las otras estaciones de trabajo que se encuentran en línea, Creando estaciones de trabajo con cargas de trabajo siempre balanceadas.

En esta oportunidad es necesario tener en cuenta que para varios ambientes de atención médica ocupacional es necesario balancear la velocidad de atención y la cantidad de ambientes para poder atender a la demanda pronosticada.

Salazar (2016), establece lo siguiente:

El balance de Línea es considerado una excelente herramienta para controlar la producción de una empresa, por lo tanto, una línea de fabricación en equilibrio depende mucho de la optimización de algunas variables que afectaran la productividad del proceso, como son los inventarios del producto en proceso, los tiempos de la fabricación y finalmente las entregas parciales de producción.

La finalidad principal de un balance de línea corresponde a igual los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso de producción.

Para obtener una línea de producción bien balanceada se requiere de una consecución de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos e incluso inversiones económicas. Así mismo se deben considerar las condiciones que pueden limitar el alcance de un balanceo de línea, se debe considerar que no todo proceso justificara la aplicación de un estudio del equilibrio de los tiempos entre estaciones.

Tales condiciones son:

La producción debe ser suficiente para cubrir la preparación de una línea, debe considerarse el costo y el ahorro que ella tendría aplicado al volumen proyectado de la producción; asegurar la continuidad de un aprovisionamiento de materiales, insumos, piezas y subensambles. Así como las estrategias del mantenimiento que minimice las fallas en los equipos involucrados en el proceso.

En el método que aplicaremos es importante tener en cuenta las siguientes variables y su formulación:

Tabla 1. Fórmulas de variables de cálculo de balanceo de línea

Minuto Total del Operario	$\sum_{i=1} (\min x Op)$	Sumatoria del producto entre el tiempo de cada operación y la cantidad de operarios que la realizan.
Ciclo de Control	$\min >$	Es el tiempo mayor entre los tiempos de cada operación.
Nº de Operarios	$\sum Op$	Sumatoria de los operarios que ejecutan las operaciones.
Total Minutos por Línea	$Ciclo\ de\ Control\ x\ N^\circ\ de\ Op$	Tiempo que toma la línea en relación a su ciclo de control.
% de Balance	$\frac{Minuto\ Total\ del\ Operario}{Total\ del\ minutos\ por\ línea} \times 100$	% del Balance de la línea. Este es mayor a medida que los tiempos de las distintas operaciones se aproximan.
Ciclo de Control Ajustado	$\frac{Ciclo\ de\ Control}{Desempeño\ de\ la\ línea} \times 100$	Ciclo de control ajustado según el desempeño de la línea
Unidades / Hora	$\frac{60\ minutos}{Ciclo\ de\ Control\ Ajustado}$	Cantidad de unidades por cada hora de trabajo.
Unidades / Turno	$(Unidades\ /\ Hora) \times (Horas\ /\ Turno)$	Cantidad de Unidades por cada turno de trabajo.
Costo x Unidad	$\frac{(N^\circ\ de\ Op) \times (Salario\ diario)}{Unidades\ / Turno}$	Costo de mano de obra por cada unidad producida
Desempeño de la línea	$1 - \left(\frac{Tolerancias\ Hombre}{Tiempo\ por\ turno} \right) + \left(\frac{Tolerancias\ Máquina}{Tiempo\ por\ turno} \right)$	

Fuente: Salazar (2016). <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/balanceo-de-l%C3%ADnea/>

1.3.2. Planeación de la capacidad

a. Concepto

Chase, Jacobs & Aquilano, (2009), mencionan lo siguiente:

El concepto de capacidad involucra el índice de producción que se podrá conseguir, pero no indica de cuánto tiempo transcurrido posible será sostener ese índice. En consecuencia, no se conoce si se refieren al máximo alcanzado un día o al promedio de seis meses, en resultado de evitar este problema, se utiliza el concepto de mejor nivel de operación. Se trata de nivel de capacidad diseñado para el proceso y, por lo tanto, se refiere al volumen de producción logrando minimizar el costo promedio por unidad. Es difícil determinar este mínimo porque implica un complicado análisis entre la retribución de los costos para los gastos fijos y el costo de las horas extra, el deterioro de los equipos, los índices de defectos y otros costos.

Una disposición muy importante es el índice de utilización de la capacidad, revela qué tan cerca se encuentra la empresa del mejor punto de operación:

$$\text{Índice de utilización de la capacidad} = \frac{\text{Capacidad utilizada}}{\text{Mejor nivel de operación}}$$

b. Planeación de la capacidad en los servicios

Chase, Jacobs & Aquilano, (2009), comentan que “las fluctuaciones de una demanda siempre estarán sujetas a la ubicación y la demanda más cambiantes y su uso afectará de forma directa en la calidad de los servicios, mientras que la capacidad en los servicios dependerá siempre más del tiempo”

Con relación al tiempo de los servicios, la volatilidad de la demanda de las prestaciones de servicios es mucho más superior a un sistema de producción en la manufactura por tres razones importantes, primero los servicios no se pueden guardar para después, segundo los clientes tienen necesidades distintas y tercero las decisiones de los clientes afectan directamente debido a las experiencias con el proceso y número de las transacciones realizadas, pero a contradicción de los bienes para producir un

servicio siempre debe haber capacidad disponible al instante , en cuanto a la ubicación de la capacidad de los servicios debe encontrarse donde el cliente lo necesite .

c. Cómo determinar la capacidad que se requerirá

Por lo general, se inicia con el uso de técnicas de pronóstico para prever las ventas de los servicios. Después se calcula el equipamiento y la mano de obra que se requerirá para cumplir los pronósticos y después proyectar el equipamiento y la mano de obra que estará disponible durante el horizonte del plan.

d. Marco legal para la planeación

Como referencias legales se considerarán las siguientes leyes, normativas y guías técnicas para la planeación de la capacidad:

- Reglamento seguridad y salud en el trabajo- DS 005-2012
- Sistema simplificado registros sistema gestión de SST MYPE- R.M. 085-2013-TR
- Modificatoria de la ley de seguridad y salud en el trabajo- Ley 30222
- Modificatoria del reglamento de la ley de seguridad y salud en el trabajo- D.S. 006-2014-TR
- Norma complementaria para aplicación de la única disposición complementaria transitoria ley 30222- D.S. 010-2014-TR
- Registro Único de información de accidentes de trabajo- D.S. 012-2014-TR
- Norma Básica Ergonómica- RM 375-2008 TR
- Normas Técnicas SCTR- D.S. 003-98-SA
- Listado de Enfermedades Profesionales- R.M. 480-2010-MINSA
- Reglamento Valores Límites Permisibles para agentes químicos en ambientes de trabajo- R.M. 015-2005-SA
- Protocolo de los exámenes médicos ocupacionales por actividades- R.M. 312-2011-MINSA
- Modificatoria Protocolo exámenes médicos ocupacionales- R.M. 004-2014-MINSA
- Guía técnica -001 Evaluación Médico Ocupacional
- Guía técnica -002 Evaluación Psicológica Ocupacional

- Guía técnica -003 Evaluación por Exposición a Ruido
- Guía técnica -004 Evaluación por exposición a Polvo
- Guía técnica-005 Audiometría ocupacional
- Guía técnica-006 Espirometria ocupacional
- Guía técnica-007 toma de radiografías ocupacional OIT
- Guía técnica -008 Lectura De Radiografías OIT
- Guía técnica-R.M069-2011 -Vigilancia Salud Trabajadores expuestos a ruido
- Sistema de gestión de la SST- WCMS_154127
- Norma Técnica –R.MN272-2019-MINSA de Salud para el uso de Odontograma

1.4 Formulación del problema

¿Qué modelo matemático de optimización podrá mejorar el servicio de atención médica ocupacional en la clínica Preventiva SAC, 2019?

1.5 Justificación del estudio

Desde el aspecto teórico la presente tesis contribuye en demostrar que las teorías basadas en modelos matemáticos para la optimización de las operaciones como la programación lineal simple, dinámica, teoría de colas u otros, busca encontrar soluciones en la calidad de los servicios de atención. En este caso la aplicabilidad de la teoría se realiza en el sector de salud.

Desde el aspecto práctico la presente tesis ayuda a resolver un problema en la calidad de servicios de atención, generando información que podría utilizarse para tomar medidas tendientes a mejorar en el sector salud en un contexto de la región con sus patrones de comportamiento particulares y sus connotaciones especiales como sociedad en el ámbito de las clases sociales o segmento del mercado.

Desde el aspecto metodológico, el presente estudio propone un método matemático para la resolución de un problema que se desarrolla en el sector salud y su éxito radica en los

resultados positivos de su futura implementación generando conocimiento válido y confiable para el universo de entidades en este sector.

Desde el aspecto social, este trabajo contribuiría con la calidad de vida de los usuarios, impactando en el desarrollo humano de la zona desde el punto de vista temporal, actitudinal, y organizacional; con la finalidad de mostrar un sistema de salud de diferenciado, optimo en el servicio de atención medica ocupacional.

1.6 Hipótesis

Ha: La propuesta de un modelo de optimización de operaciones mejorará el servicio de atención médica ocupacional en la clínica Preventiva SAC, 2019.

Ho: La propuesta de un modelo de optimización de operaciones no mejorará el servicio de atención médica ocupacional en la clínica Preventiva SAC, 2019.

1.7 Objetivos.

1.7.1. Objetivo General

Elaborar una propuesta de modelo de optimización de operaciones para mejorar el servicio de atención médica ocupacional en la clínica Preventiva SAC, 2019.

1.7.2. Objetivos específicos

Realizar un análisis de la situación actual de la calidad de los servicios de atención médica ocupacional en la en la clínica Preventiva SAC.

Diseñar un modelo de optimización de operaciones para mejorar el servicio de atención médica ocupacional en la clínica Preventiva SAC.

Evaluar el beneficio-costos de la propuesta del modelo de optimización de operaciones.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

La investigación es de enfoque Cuantitativo, de tipo descriptivo, según Hernández, Fernández & Baptista, (2014), sostienen que el estudio cuantitativo representa un conjunto de procesos, que tiene la necesidad de medir y estimar magnitudes de fenómenos o problemas de investigación, por lo tanto, pretende medir con precisión las variables del estudio, se basa en investigaciones previas.

Diseño No experimental- transversal

Esta investigación “Se realiza sin manipular premeditadamente variables”, por lo tanto, se trata de estudios no adulterados de forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p.152).

2.2 Variables, operacionalización

Como variable independiente se considera “El modelo matemático de optimización”, y como variable dependiente corresponde “El servicio de atención médica ocupacional en la clínica Preventiva SAC”

Operacionalización.

Tabla 2. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Técnica
Variable Independiente (X): El modelo matemático de optimización	Un modelo matemático de optimización es aquel donde existe un conjunto de variables de decisión que deben maximizar y/o minimizar una función objetivo sometidas a un conjunto de restricciones.	Optimización	$[Maximizar]z = f(x_1, x_2, \dots, x_n),$ <i>Beneficio – costo de la propuesta</i>	Observación y Análisis documental
		Restricciones	<i>Tiempo de atención por consultorio</i> <i>Horario de atención de la clínica</i>	
Variable Dependiente (Y): El servicio de atención médica ocupacional en la clínica Preventiva SAC	La capacidad de los servicios de atención depende más del tiempo, y la ubicación que está sujeta a las fluctuaciones de una demanda más volátil y su utilización repercute directamente en la calidad de los servicios.	Capacidad de Servicio	<i>% de balance de servicio</i> <i>Tasa de servicio en n° pacientes por hora</i> <i>Tasa de servicio en n° pacientes por turno</i>	Observación, Análisis documental
		Calidad de servicio	<i>Grado de satisfacción del nivel de servicio</i>	Encuesta de satisfacción

Fuente: Formatos para la elaboración matriz de consistencia de elaboración propia

2.3 Población y muestra

2.3.1. Población

Para la definición adecuada de la población se identificará a partir de los siguientes términos:

Alcance: La demanda de servicio de atención médica ocupacional de la clínica Preventiva S.A.C. en la ciudad de Chiclayo.

Tiempo: 2018

Unidades de muestreo: Las atenciones a los empleados de las empresas privadas que reciben el servicio de atención médica ocupacional en las clínicas privadas de la ciudad de Chiclayo.

Elementos: Las 11994 atenciones a los trabajadores de las empresas privadas afiliadas al servicio de atención médica ocupacional de la clínica Preventiva S.A.C. en la ciudad de Chiclayo en el año 2018.

2.3.2. Muestra

Para la definición adecuada de la muestra se identificará a partir de los siguientes términos:

Marco Muestral: Base de datos de las atenciones a los empleados de las empresas privadas que reciben el servicio de atención médica ocupacional en la clínica Preventiva S.A.C. en la ciudad de Chiclayo en el año 2018.

Tamaño de la muestra: La cantidad de atenciones a los empleados de las empresas privadas que reciben el servicio de atención médica ocupacional en la clínica Preventiva S.A.C. en el año 2018.

Al respecto, Bernal (2010) refiere la siguiente fórmula para determinar el tamaño de la muestra, cuando la población de la investigación es conocida:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{E^2(N-1) + Z^2 pq}$$
$$n = \frac{1.96^2(0.5)(0.5)11994}{0.05^2(11994 - 1) + 1.96^2(0.5)(0.5)} = 372.26$$

Dónde:

Z = 1.96 para un nivel de confianza del 95%

p = Probabilidad de aciertos = 50% = 0.5

q = Probabilidad de fracasos = 50% = 0.5

E = Error estándar = 5% = 0.05

N = Población = 11994

n = tamaño de muestra

Selección de muestro: Se realiza un muestreo probabilístico sistemático a 372 empleados afiliados a la clínica.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**2.4.1. Técnicas**

- a. La observación. Técnica que permite observar al investigador el objeto de estudio, en este caso se empleará para registrar el proceso de atención de servicios ocupacionales.
- b. Análisis de documentos. El análisis de documentos constituye el punto de entrada a la investigación, siendo el origen del tema o problema de investigación; debido a que los documentos son fuente principal para poder analizar e interpretar los datos y convertirlos en información valiosa que sirva de apoyo para el diseño del modelo de optimización. En este caso se recogerá información sobre las atenciones de los afiliados a la clínica en el año 2018.
- c. Encuesta. La encuesta se utilizará con la finalidad de recopilar información de grado de satisfacción de los clientes con respecto al servicio de atención médica.

2.4.2. Instrumentos

- a. Para la observación. Se requerirá de un formato de observación para recolectar, procesar y analizar información con la finalidad de determinar cuáles son los factores críticos en el proceso de servicio de atención.

- b. Para el análisis de documentos. Se elaborará una hoja de análisis de documentos, para analizar las variables de cantidad, tiempo y lugar en el servicio de atención.
- c. Para la encuesta: Se considera un cuestionario para recopilar información cualitativa para medir el grado de satisfacción del servicio de atención médica ocupacional.

2.5 Métodos de análisis de datos

Dentro de los métodos empleados tenemos:

- **Método Inductivo:** Se consideraron hechos y características particulares de la empresa en estudio para luego inferir ciertas conclusiones. En nuestro caso se analiza las actividades de la empresa en el servicio de atención ocupacional.
- **Método Deductivo:** Se tomaron hechos y características generales, para llegar a conocer hechos particulares que nos permitió cumplir con los objetivos de la investigación.
- **Método Analítico:** Se llevó a cabo el análisis de un problema mediante un estudio detallado de los elementos que lo constituyen, así por ejemplo se estudió el servicio de atención ocupacional mediante el análisis detallado de los componentes de dicho servicio.
- **Método Sintético:** Se resumieron los conocimientos obtenidos del estudio de ciertos aspectos o hechos de la realidad. Este método se aplicó en el momento de elaborar el modelo, las conclusiones y recomendaciones del estudio.

2.6 Aspectos éticos

- a. **Confidencialidad:** Los datos obtenidos de la Clínica privada Preventiva SAC. serán analizados y utilizados con total discreción para este trabajo.
- b. **Citaciones:** Todo tipo de material referencial para la investigación será citada, siguiendo los estándares APA 6ta edición.

- c. Respeto:** En el momento que se realice las visitas para la recopilación de la información se respetará las políticas y reglamento establecido por la Clínica privada Preventiva SAC.

- d. Originalidad:** En la realización del presente trabajo de investigación se respetó el derecho de autor, para ello se consignaron todas las citas y referencias bibliográficas según la norma APA.

- e. Veracidad:** La información obtenida se basó en información técnica real obtenida de fuentes fidedignas y verificables, tal como los son libros, artículos, tesis, páginas web, etc.

III. RESULTADOS

3.1 Análisis de la situación actual de la calidad de los servicios de atención médica ocupacional en la en la clínica Preventiva SAC.

La clínica Preventiva es altamente especializada en brindar servicios de seguridad y salud ocupacional que refleja altos estándares de calidad con tecnología médica avanzada en sus procesos; con la finalidad de proteger y prevenir la integridad física de toda aquella persona que se encuentra en el ámbito laboral de acuerdo a la Ley N° 29783-Ds.005-TR, Ley de Seguridad y salud en el trabajo.

Su misión es contribuir con el cuidado de la salud mental, física y social del trabajador facilitándoles evaluaciones médicas con atención eficaz y de calidad para la satisfacción de sus clientes y colaboradores.

Su visión es dar a conocer los servicios de seguridad y salud ocupacional para liderar a nivel nacional e internacional. Así mismo dar un servicio de calidad en la atención de sus procesos. La clínica cuenta con servicios de salud ocupacional como Espirometría, que consiste en la evaluación de la capacidad pulmonar mediante maniobras de espiración forzada, cumpliendo con los criterios de la Asociación Latinoamericana de Tórax (ALAT) para una adecuada interpretación por el especialista de Neumología en tiempo real; Radiología que cuenta con instalaciones certificadas para la toma de radiografías de tórax y cumple con requisitos adecuados para la evaluación y diagnóstico de calidad según la clasificación internacional de radiografías de Neumoconiosis OIT/2000, la placa radiográfica del tórax es un examen auxiliar muy importante sobre todo en trabajadores expuestos a polvo o material particulado que puede causar Neumoconiosis, Silicosis originado por el depósito de estas partículas en los pulmones con la consecuente alteración de la capacidad respiratoria; Audiometría que cuenta con una amplia sala de evaluación audiológica, con cabina y audímetro certificado con personal calificado que trabaja bajo los estándares de “Council for Accreditation in Occupational Hearing Conservation” de los Estados Unidos de América; Antropometría que es un método práctico, no invasivo, para estimar la composición corporal; Servicio de laboratorios que abarca Pruebas de Bioquímica, Hematología y coagulación, Inmunología, Microbiología, Parasitología y Toxicología; la Psicología ocupacional que pretende comprender, interpretar e intervenir en la solución de problemas relacionados al

comportamiento humano en el entorno productivo de bienes y servicios de los clientes; servicio de Electrocardiograma que consiste en un examen cardiológico que sirve para monitorear el corazón; cada latido del corazón es provocada por un impulso eléctrico normalmente generada a partir de células especiales en la cámara superior derecha del corazón, un electrocardiograma o también llamado EKG - registra estas señales eléctricas a medida que viajan a través del corazón que interpreta en tiempo real; el servicio de Odontología cuenta con profesionales calificados, desarrollando odontogramas de acuerdo a lo estipulado por ley; servicio de Evaluación Visual que cuenta con modernos equipos totalmente computarizados como el LCD VISION CHARTS para una evaluación de calidad y comodidad al trabajador; servicio de Medicina donde se realiza exámenes físico exhaustivo para determinar la aptitud medica de nuestros pacientes de acuerdo a la normativa vigente. Además, cuenta con Historia clínica virtual mediante un sistema informático de historia clínica electrónica, entrega de documentos en tiempo real y datos estadísticos desde una plataforma web, de donde se realiza la vigilancia médica epidemiológica.

3.1.1. Diseño Organizacional

Con respecto al diseño organizacional, la clínica adopta un enfoque de gestión por procesos, según su documentación recopilada, a nivel macro se muestra un mapa de procesos cuyo insumo son los requerimientos de seguridad y salud del cliente, a la vez los requisitos de un buen medio ambiente como procesos tenemos tres niveles, el proceso de dirección, el proceso de prestación del servicio y el proceso de áreas de apoyo. A nivel micro que es de interés en el objeto de estudio, se muestra el Flujograma del proceso de prestación del servicio de medicina ocupacional desde la solicitud del servicio hasta la recepción de resultado

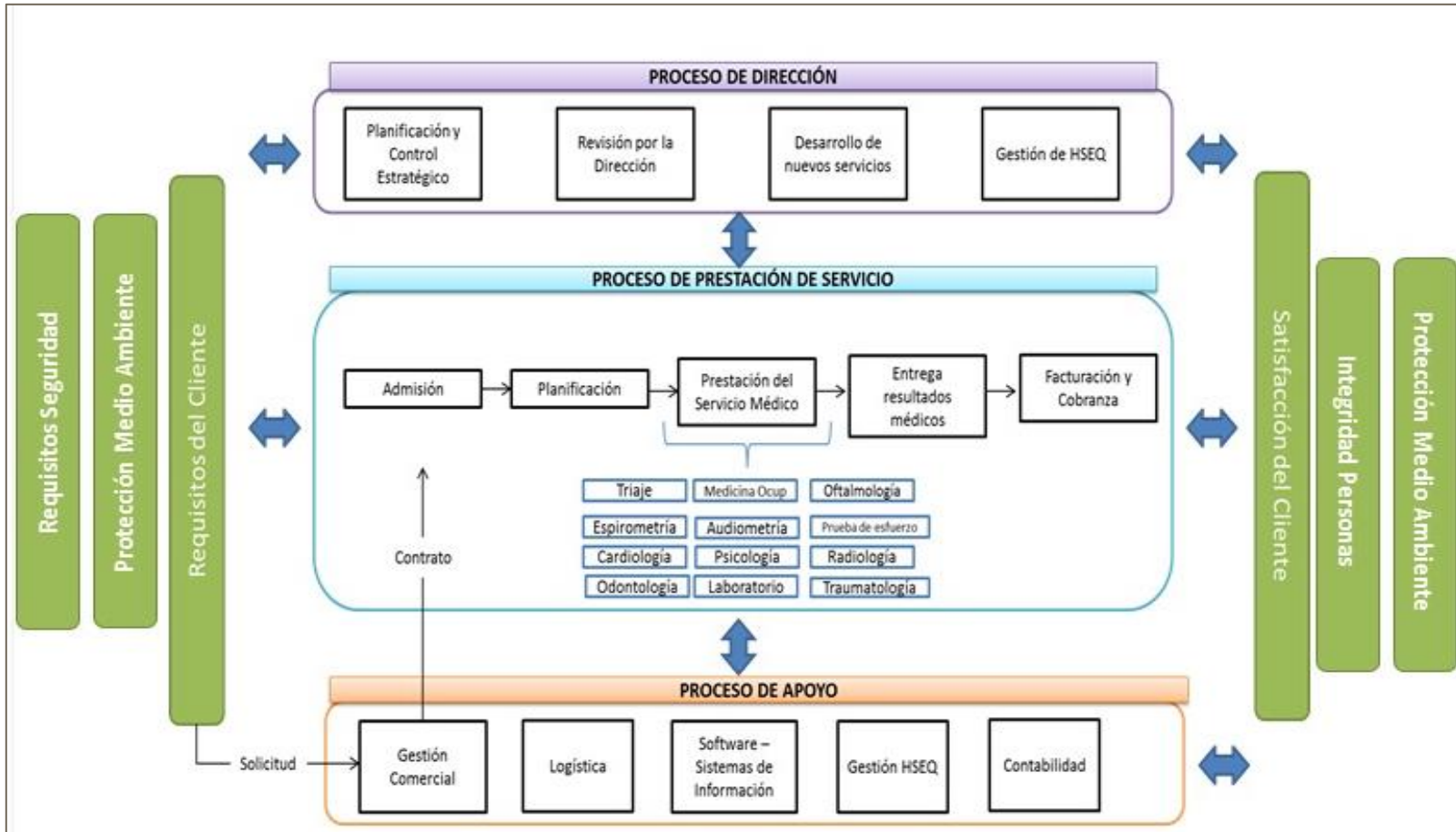


Figura 2. Mapa de proceso de servicio medicina ocupacional Clínica Preventiva SAC

Fuente: Departamento de administración Clínica Preventiva SAC

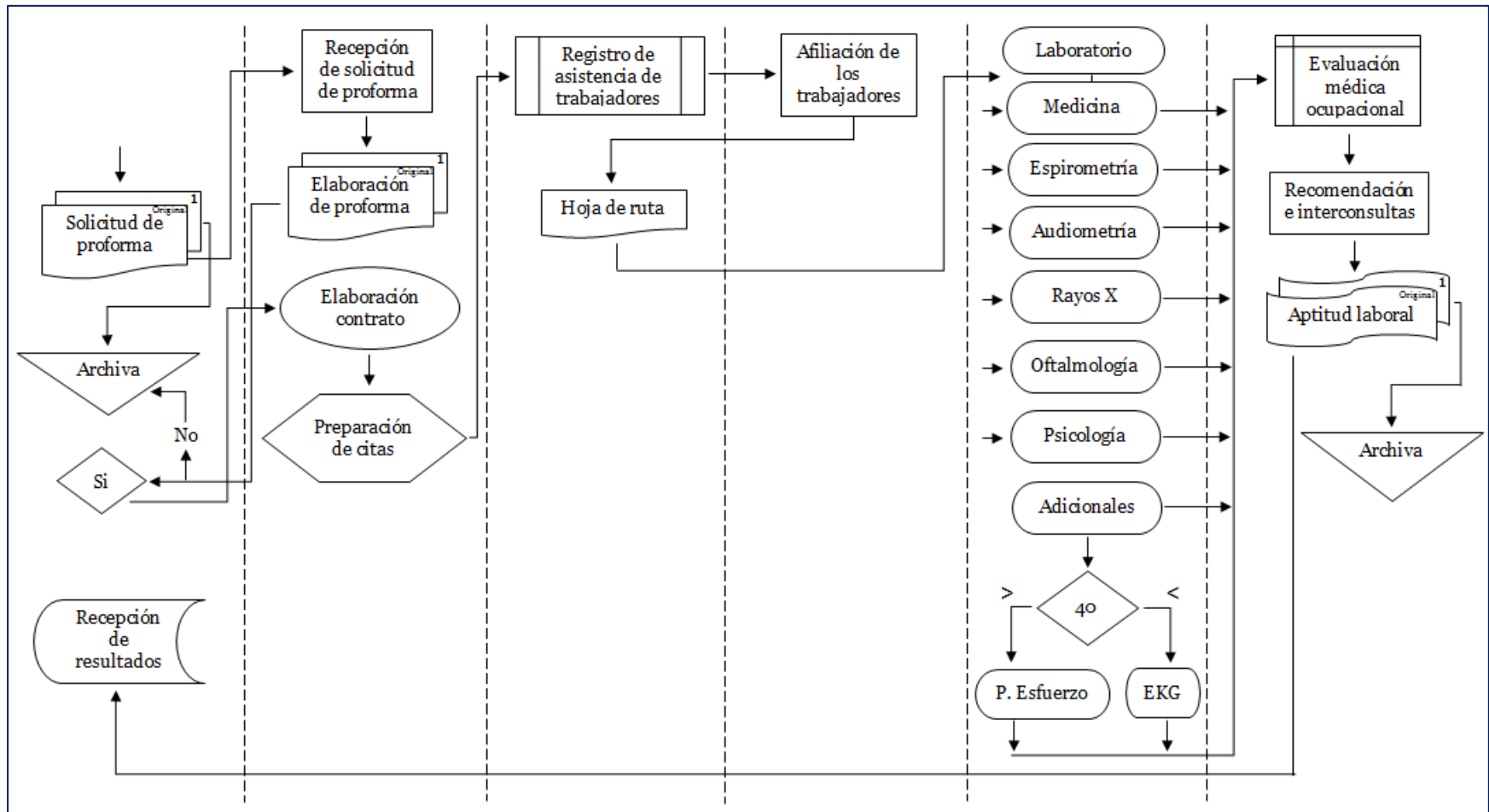


Figura 3 Diagrama flujo del servicio administrativo Clínica Preventiva SAC

Fuente: Área de administración Clínica Preventiva SAC

En la Figura 4 se rescata el Flujograma operacional con la finalidad de realizar el levantamiento de información del análisis del proceso.

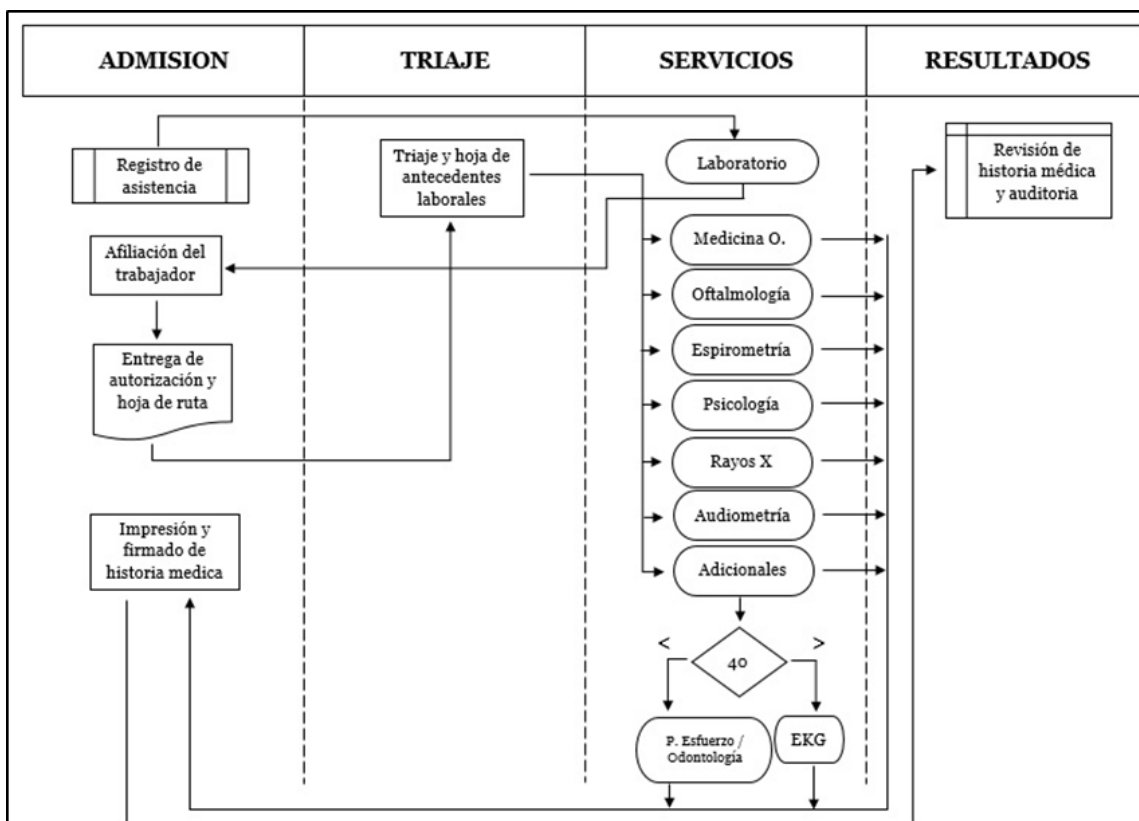


Figura 4. Flujograma del servicio operacional en medicina ocupacional

Fuente: Departamento de Administración Clínica Preventiva SAC.


Con la finalidad de recopilar información cualitativa se aplicó una encuesta de satisfacción (Anexo 1) para identificar las principales causas que originan el grado de insatisfacción.

3.1.2. Clasificación ABC

Para ello se procesó la información con la finalidad de clasificar el 20% de las situaciones que generan el 80% de los problemas de la clínica Preventiva SAC, con el método de clasificación ABC.

En la Tabla 2 se aprecia la lista de situaciones que los encuestados opinaron sobre su insatisfacción en el servicio de atención médica ocupacional.

Tabla 3. N° de pacientes que seleccionan las causas de insatisfacción

Diagrama de Pareto clínica Preventiva SAC	
	
Causa / Problema / Fenómeno	Datos recolectados
Impresión General del servicio que brinda la clínica	7
Falta Atención cordial y amable	12
Retraso en registro de antecedentes ocupacionales	11
Información sobre el proceso deficiente	13
Falta de Disponibilidad de Fecha y Hora de Citas	11
Mala Actitud y amabilidad de la recepcionista	2
Tiempo de espera desde la hora de la cita hasta la consulta prolongado	43
tiempo de espera desde su registro hasta la salida de la clínica extenso	44
Mala Actuación clínica del Medico	5
Información ofrecida por el Medico escasa	4
Tiempo de dedicación Medica deficiente	3
Mala Actitud del personal de enfermería y técnico	3
proceso de exámenes médicos lento	3
Paciente no cumple las recomendaciones previas antes de la atención	2
Primera vez que realiza examen ocupacional	2
Test escritos poco entendible para personas iletras	2
Paciente desorientado durante turno o proceso de atención	2
Paciente no fue informado de fecha y hora de cita con anticipación	2
Quejas o reclamos por turno de atención no sigue orden	17
No se cumple mantenimiento preventivo de equipos	2
Resultados alterados generan repetición del examen	2
Equipos descalibrados	2

Fuente: matriz de datos insatisfacción cliente Pareto elaboración propia

Con la clasificación ABC tal como se muestra en la Tabla 3, se evidencia la problemática de la clínica con respecto al deficiente servicio de atención médica ocupacional, considerando como la principal causa los tiempos de espera tanto para el registro como para la espera de la hora de la cita, reclamos por el desorden de los turnos de atención, falta de información

sobre el proceso, falta de disponibilidad de citas, terminando en una mala impresión general del servicio que brinda la clínica.

Tabla 4. Clasificación ABC de las causas de insatisfacción

Posición real (Causas y datos ordenados)	Cantidad	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Clase	
1	Tiempo de espera desde su registro hasta la salida de la clínica extenso	44	44	23%	23%	A
2	Tiempo de espera desde la hora de la cita hasta la consulta prolongado	43	87	22%	45%	
3	Quejas o reclamos por turno de atención no sigue orden	17	104	9%	54%	
4	Información sobre el proceso deficiente	13	117	7%	60%	
5	Falta Atención cordial y amable	12	129	6%	66%	
6	Retraso en registro de antecedentes ocupacionales	11	140	6%	72%	
7	Falta de disponibilidad de Fecha y Hora de Citas	11	151	6%	78%	
8	Impresión General del servicio que brinda la clínica	7	158	4%	81%	
9	Mala actuación clínica del Médico	5	163	3%	84%	B
10	Información ofrecida por el Médico escasa	4	167	2%	86%	
11	Tiempo de dedicación Médica deficiente	3	170	2%	88%	
12	Mala Actitud del personal de enfermería y técnico	3	173	2%	89%	
13	Proceso de exámenes médicos lento	3	176	2%	91%	
14	Mala actitud y amabilidad de la recepcionista	2	178	1%	92%	
15	Paciente no cumple las recomendaciones previas antes de la atención	2	180	1%	93%	
16	Primera vez que realiza examen ocupacional	2	182	1%	94%	
17	Test escritos poco entendible para personas iletras	2	184	1%	95%	C
18	Paciente desorientado durante turno o proceso de atención	2	186	1%	96%	
19	Paciente no fue informado de fecha y hora de cita con anticipación	2	188	1%	97%	
20	No se cumple mantenimiento preventivo de equipos	2	190	1%	98%	
21	Resultados alterados generan repetición del examen	2	192	1%	99%	
22	Equipos descalibrados	2	194	1%	100%	

Fuente: matriz causa y efecto elaboración propia

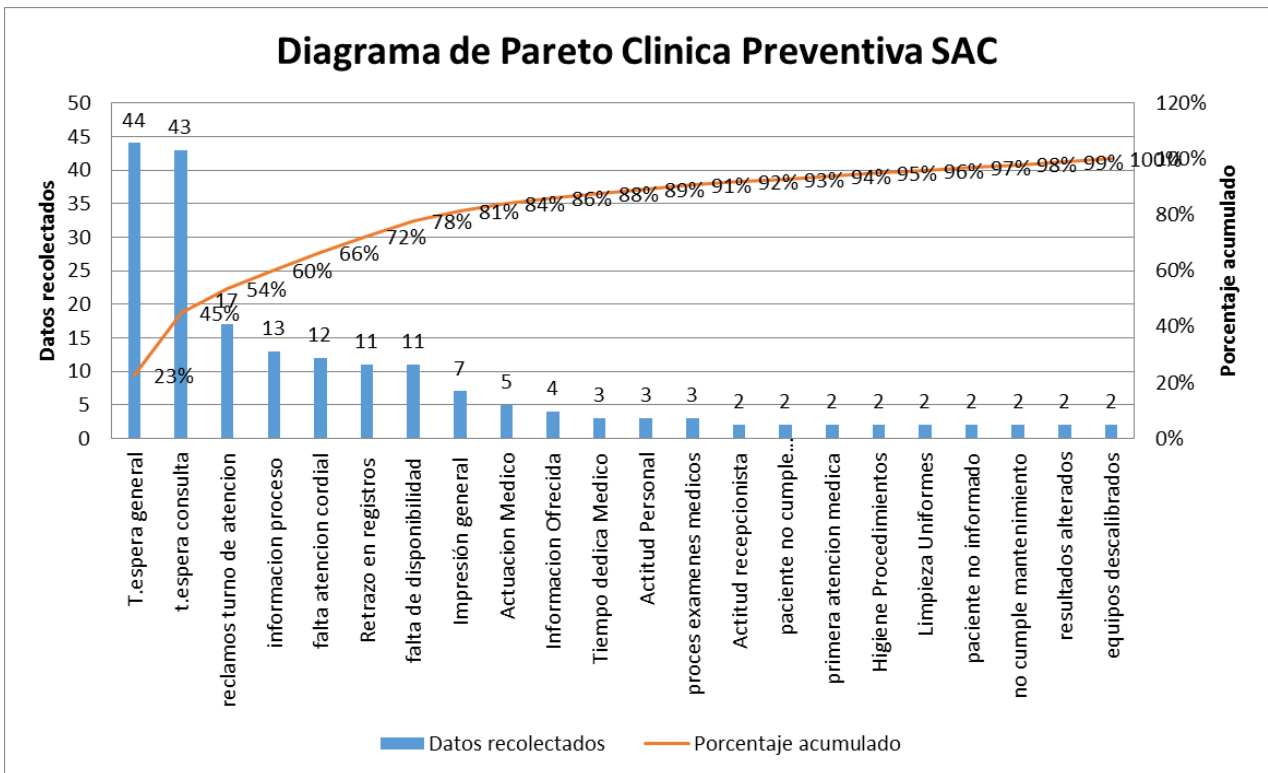


Figura 5.Frecuencia de distribución de alternativas de servicio

Fuente: resultado clasificación ABC, diagrama de Pareto

En la Figura 5 se puede observar las causas más críticas que generan la deficiencia en el servicio de atención médica ocupacional relacionado con los tiempos de espera por parte de los pacientes.

3.1.3. Diagrama de Ishikawa

Con la clasificación ABC, aplicamos el diagrama de Ishikawa con la finalidad de organizar las principales causas del deficiente servicio de atención médica ordenando con mayor gravedad desde la derecha a la izquierda tal como se observa en la Figura 6. De acuerdo al diagrama se observa que las medidas en este caso los tiempos de espera son los más críticos en el servicio de atención médica, seguido de los métodos, y en menor grado el personal con la máquina, concluyendo que los recursos no son la principal causa de los problemas del

servicio de atención médica, sino que la falta de estandarización de tiempos de atención y espera con los procedimientos de atención son los principales causantes de la problemática. En consecuencia, se necesita como propuesta encontrar una metodología que optimice los tiempos de espera y de atención y a la vez mejorar los procedimientos de atención médica.

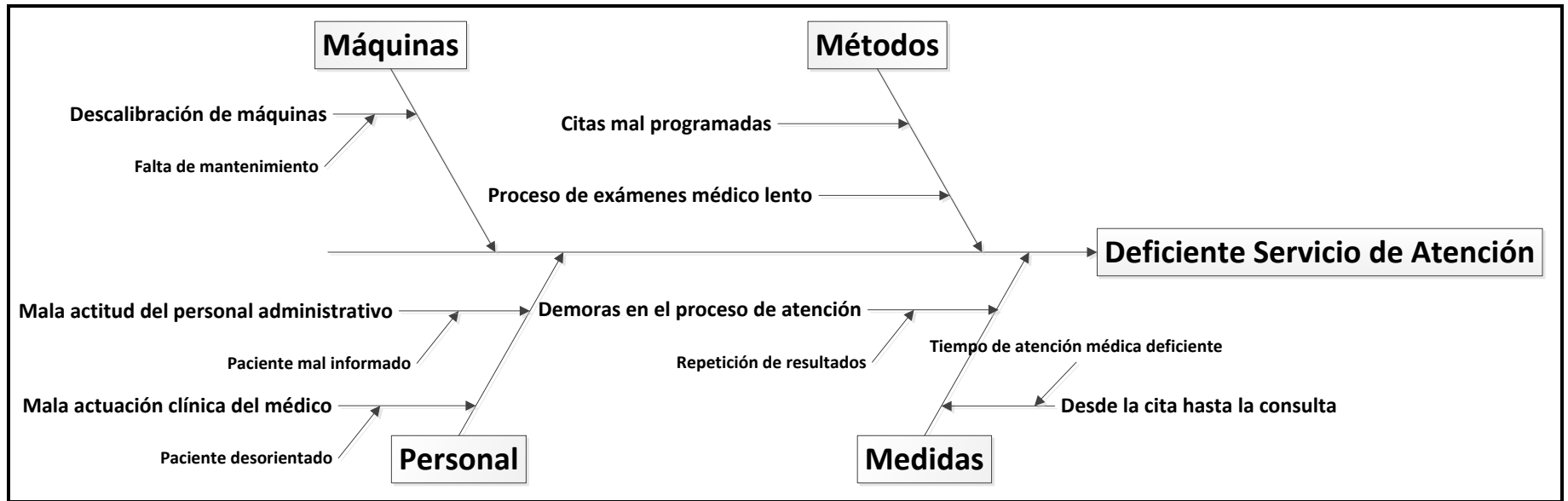


Figura 6. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Ishikawa de información de elaboración propia

3.1.4. Análisis de actividades del proceso de servicio

Con respecto a analizar las medidas del servicio de atención, se recurrió a un diagrama de análisis de proceso con tres muestras de tiempos óptimos, esperados y pesimistas para hallar una media referencial como tiempos estándar de atención, tal como se muestra en la Figura 6.

HOJA DE OBSERVACIÓN: PROCESO DE EXAMENES MEDICOS OCUPACIONALES												
Hoja No. 1		Actual										
Proceso: Atención medica ocupacional		RESUMEN		Símbolo		Cantidad		Tiempo				
El Diagrama Empieza: Afiliación		Operación		○		10		2:08:43				
El Diagrama Termina: Resultados		Operación/Inspección		◻		1		0:16:40				
Tipo por serie		Inspección		□								
Elaborado por: Vilma Ortiz Davila		Transporte		⇒								
Fecha: 08/06/2019		Esperas		◐		10		1:42:38				
		Almacenamiento		▽								
		TOTAL				21		4:08:01				
N°	Descripción de Actividades	Símbolo					Cantidad					
		○	◻	◐	⇒	◐	▽	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio	
1	Afiliación y entrega hoja ruta	x						00:05:00	00:05:00	00:05:00	00:05	
2	Espera					x		00:08:00	00:05:00	00:05	00:06	
3	Triaje	x						00:05:00	00:06:18	00:07:12	00:06	
4	Espera					x		00:10:00	00:09:00	00:08:00	00:09	
5	Registro de Antecedentes	x						00:10:00	00:15:00	00:12:00	00:12	
6	Espera					x		00:06:00	00:06:23	00:07:02	00:06	
7	Laboratorio			X				00:10:00	00:25:00	00:15:00	00:16	
8	Espera					X		00:05:00	00:15:00	00:12:00	00:10	
9	Medicina Ocupacional	x						00:25:48	00:27:43	00:30:12	00:27	
10	Espera					x		00:05:12	00:08:05	00:09:33	00:07	
11	Audiometría	x						00:10:17	00:18:34	00:24:47	00:17	
12	Espera					x		00:05:57	00:17:24	00:25:25	00:16	
13	Espirometría	x						00:05:07	00:06:31	00:07:28	00:06	
14	Espera					X		00:10:44	00:15:19	00:20:51	00:15	
15	Oftalmología	x						00:06:00	00:07:13	00:08:33	00:07	
16	Espera					x		00:05:15	00:10:08	00:15:31	00:10	
17	Rayos x	x						00:05:55	00:29:11	00:58:27	00:31	
18	Espera					x		00:10:01	00:13:28	00:15:36	00:13	
19	Psicología	x						0:08:00	00:10:12	00:12:42	00:10	
20	Espera					x		00:10:00	00:05:00	00:08:00	00:07	
21	Entrega de hoja de ruta a recepcion	x						00:02:00	00:06:00	00:05:00	00:04	
TOTAL									2:49:16	4:21:29	5:13:19	4:08:01

Figura 7. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP)

Fuente. Elaboración Propia control de tiempos

Por otra parte, se realizó un análisis de la cantidad de atenciones de la clínica con la finalidad de cuantificar el número de atenciones por mes y por día con la base de datos de la clínica (Anexo 1).

En la Figura 7 se muestran los tiempos normales para el servicio de atención médica. Como se observa en la figura se tiene un total de 21 actividades entre las cuales tenemos 10 operaciones, 1 operación-inspección y 10 esperas. El tiempo total de estas actividades es de 4 horas 08 minutos para el servicio de atención total de un paciente.

Con esta información se mostrará los porcentajes de actividades productivas e improductivas.

$$\% \text{ act. productivas} = (2h 25 \text{ min } 23s)/(4h 08min 01s) = 2.41/4.13 = 58.62\%$$


$$\% \text{ act. improductivas} = (1h 42 \text{ min } 38s)/(4h 08min 01s) = 1.70/4.13 = 41.38\%$$

Como se puede observar en el sistema de servicio de atención en medicina ocupacional por paciente existe un regular porcentaje de actividades productivas con un 58% del sistema, y en actividades improductivas tenemos un 41%, lo que marca un alto porcentaje de deficiencia en el servicio.

3.1.5. Balance del servicio de atención

Se aplicó el balanceo del servicio con la finalidad de identificar los ambientes que generan cuello de botellas para realizar una propuesta de balanceo en la línea de servicio. El procedimiento se llevó a cabo teniendo en cuenta la información del análisis de actividades del proceso sin incluir las actividades de espera. La intención es establecer el porcentaje de balanceo de servicio que tiene la clínica con sus distintos consultorios en un turno de 5 horas y considerando una productividad del 90%, es decir, una tolerancia de personal de 15 minutos y de equipos o máquinas de 15 minutos tal como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 5. Balance de Servicio Base

No	 DESCRIPCION DE LA TAREA	ITERACION 1 (BASE)		
		TIEMPO	OP	TASA DE SERVICIO POR UNIDAD
1	Afiliación y entrega hoja ruta	00:05:00	1	0:05:00
2	Triaje	00:06:10	1	0:06:10
3	Registro de Antecedentes	00:12:20	1	0:12:20
4	Laboratorio	00:16:40	1	0:16:40
5	Medicina Ocupacional	00:27:54	1	0:27:54
6	Audiometria	00:17:53	1	0:17:53
7	Espirometria	00:06:22	1	0:06:22
8	Oftalmología	00:07:15	1	0:07:15
9	Rayos x	00:31:11	1	0:31:11
10	Psicología	00:10:18	1	0:10:18
11	Entrega de hoja de ruta a recepción	00:04:20	1	0:04:20
A	TIEMPO TOTAL POR PACIENTE	2:25:23		
B	CICLO DE CONTROL (RITMO DEL CUELLO)	0:31:11		
C	No. DE PROFESIONALES EN EL SERVICIO	11		
D	TIEMPO TOTAL DEL SERVICIO	05:43:01		
E	% BALANCE DE SERVICIO	42.38%		
F	CICLO DE SERVICIO AJUSTADO	0:34:39		
G	PACIENTES / HORA	1.73		
H	PACIENTES / TURNO	8		
I	PACIENTES / PROFESIONAL	0.73		
J	COSTO DE PROFESIONAL POR PACIENTE	S/. 165.00		

PRODUCTIVIDAD DE LINEA	90%
TIEMPO POR TURNO	5:00:00
SALARIO / DÍA / OPERARIO	S/. 120.00

TOLERANCIA PERSONAL	0:15:00
TOLERANCIA MAQUINARIA	0:15:00
TOTAL DE TIEMPO LABORADO	5:00:00

Fuente: base de datos elaboración propia

Después de registrar los tiempos del proceso de atención médica ocupacional se realizan los cálculos de balanceo del servicio de atención médica ocupacional de la clínica y tenemos los siguientes indicadores:

Indicadores actuales de Productividad

De acuerdo al análisis del servicio se obtuvo del balance los siguientes indicadores:

Según el balance de servicio se determinó los siguientes indicadores:

- Tiempo total por paciente = 2:25:23 sin incluir los tiempos de espera.
- Ciclo de control = Tiempo mayor de los procesos por trabajador = 31 min 11s
- Tiempo Total del Servicio = Ciclo de control * n° de Trabajadores = 31 min 11s x 11 = 5h 43min 1s
- % balance de servicio = Tiempo total por paciente/ Tiempo total del Servicio

$$= 2:25:23 / 5h 43min 1s = 42.38 \%$$

- Ciclo de control ajustado = ciclo de control / Desempeño de la línea

$$= 0:31:11 / 90\% = 0:34:39$$

- Paciente por hora = 60 minutos / ciclo de control ajustado =

$$= 60 / 0:34:39 = 1.73 \text{ pacientes por hora}$$

Una vez ya obtenido el tiempo base se procedió a calcular la producción del servicio, tomando en cuenta el jornal de trabajo.

- Atenciones por turno = (pacientes/ hora) * (horas /turno) *(1 turno/día) =

$$= 1.73 * 5 = 8 \text{ **pacientes por turno**}$$

El cálculo para el balance de servicio de atención de la clínica determina que el tiempo de ciclo se encuentra en la actividad de atención de Rayos X con un tiempo de 31 min 11s por paciente, lo que establece una tasa de servicio de 1.73 pacientes por hora, o 8 pacientes por turno.

Otra conclusión es que el balance del servicio de atención de medicina ocupacional es muy bajo con un 42.38%, lo que quiere decir que el sistema esta desbalanceado.

Costo x paciente = N° de trabajadores * Salario día

Pacientes por turno

$$\text{Costo por paciente} = \frac{11 * 120}{8} = S/.165$$

3.1.6. Situación actual de la demanda de atención médica ocupacional

Para poder determinar la demanda actual del servicio de atención medica ocupacional, se recopiló información de la base de datos de los registros de atenciones médicas de los pacientes obteniendo los siguientes resultados.

Tal como se observa en la Figura 8, se procesó la información de la base de datos utilizando tablas dinámicas con la finalidad de obtener la cantidad de atenciones por día y por mes y con eso realizar el análisis de datos con estadística descriptiva con funciones del Microsoft Excel para obtener la media, la mediana, la desviación estándar, varianza, rango mínimo y máximo de las atenciones en el mes.

En la tabla 5, tenemos la estadística descriptiva por mes y como se puede observar el mes de mayor error típico y mayor coeficiente de asimetría es el mes de marzo seguido por el mes de abril y diciembre, lo que significa que el comportamiento de la demanda es variable. Si la demanda es muy variable, entonces se deberán realizar un pronóstico con modelos estocásticos.

Una vez obtenidas todas las sumas por mes se armará la demanda histórica del año 2018.

Etiquetas de fila	Cuenta de Apellidos	Columna1
01-12-2018	41	
AGRÍCOLA CERRO PRIETO SA	4	Media 37.8695652
AGROVISION PERU S.A.C.	2	Error típico 7.97012811
AVON	1	Mediana 27
CENTRO MEDICO SINAI SRL	1	Moda 27
CONFITECA DEL PERÚ S.A.	1	Desviación estándar 38.2233916
CONSORCIO ALISENT S.A.C. Y PROALIMENTOS LIBER S.A.S.	1	Varianza de la muestra 1461.02767
CONSORCIO S Y E - ANCÓN	6	Curtosis 1.18174439
GRUPO LA REPUBLICA PUBLICACIONES S.A.	3	Coefficiente de asimetría 1.51728475
INVERSIONES AGRICOLAS OLMOS II S.A.C.	16	Rango 126
INVERSIONES AGRICOLAS OLMOS S.A.C.	1	Mínimo 3
MAI S.A.	1	Máximo 129
MANPOWER PROFESSIONAL SERVICES S.A	3	Suma 871
SPIRAX SARCO PERU S.A.C.	1	Cuenta 23
03-12-2018	27	Nivel de confianza(95.0% 16.529034
ARENA VERDE SAC	1	
BANCO DE LA NACION - CHICLAYO	2	
ELECTRO ORIENTE S.A.	18	

Figura 8. Procesamiento de tablas dinámicas

Fuente. herramienta matemática procesamiento de datos solver

Tabla 6. Estadística descriptiva de las atenciones

Meses	Media	Error Típico	Mediana	Moda	Desviación Estandar	Varianza	Coefficiente de asimetría	Rango	Mínimo	Máximo	Cuenta	Suma
Enero	34.42	4.44	27.50	17	22.62	511.69	0.61	83	4	87	26	895
Febrero	23.40	3.35	20.00	16	16.75	280.67	2.81	90	1	91	25	803
Marzo	62.56	17.60	29.00	10	87.98	7740.09	3.34	419	10	429	25	1121
Abril	60.08	8.11	46.00	27	41.34	1708.71	1.51	164	18	182	26	1010
Mayo	36.19	5.90	23.50	23	30.06	903.68	1.53	102	10	112	26	1050
Junio	37.08	6.01	28.50	18	29.46	868.08	1.38	114	1	115	24	890
Julio	44.04	5.54	30.00	76	27.13	735.78	0.70	94	13	107	24	1057
Agosto	26.67	2.43	25.00	15	12.62	159.23	0.61	54	1	55	27	826
Septiembre	49.32	5.77	40.00	29	28.87	833.64	1.54	108	18	126	25	1092
Octubre	29.73	3.52	29.50	9	17.94	321.96	0.43	57	5	62	26	859
Noviembre	36.00	5.07	30.00	8	25.34	642.33	1.28	96	8	104	25	900
Diciembre	37.87	7.97	27.00	27	38.22	1461.03	1.52	126	3	129	23	871

Fuente: libro Excel base de datos elaboración propia

Para finalizar en la situación actual obtenemos en la tabla 6 el número de atenciones mensuales de la clínica.

Tabla 7. N° de atenciones por mes.

Meses	N° de atenciones
Enero	895
Febrero	803
Marzo	1121
Abril	1010
Mayo	1050
Junio	890
Julio	1057
Agosto	826
Septiembre	1092
Octubre	859
Noviembre	900
Diciembre	871

Fuente: base de datos Clínica Preventiva SAC

Con esta información de la Tabla n°6 se utiliza para realizar el pronóstico de atenciones para el próximo año.

3.2. Modelo de optimización de operaciones del servicio de atención médica ocupacional en la clínica Preventiva SAC.

Para mejorar las operaciones del servicio de atención médica ocupacional de la clínica, se diseñó la siguiente metodología para aplicar modelos de optimización.

Primero se elaboró los Flujograma con la finalidad de conocer el proceso de atención de los pacientes de la clínica. Segundo se realizó un estudio de tiempos registrándolos en un diagrama analítico de procesos con la finalidad de obtener los tiempos estándares, los rangos máximos y mínimos, las desviaciones estándar, las varianzas, la moda y la mediana. Tercero se procedió a realizar un análisis de la base de datos de las atenciones realizadas en el año 2018 para obtener el número de atenciones por mes y por día. Cuarto empieza la propuesta con la realización de un balance de servicio de atención con la finalidad de mejorar la hoja de ruta de las atenciones a los consultorios. Quinto se realizó un pronóstico de la demanda de atenciones por mes y por día utilizando técnicas estadísticas de pronóstico. Sexto se desarrolló una función objetivo para aplicar una simple programación lineal con la finalidad de obtener el número de atenciones óptimo en cada uno de los consultorios.

Este número de atenciones optimizadas por consultorio será el modelo referente para que el área de recepción realice las programaciones de las citas de los pacientes.


Por último, se deberá aplicar teoría de colas con la finalidad de reducir los tiempos de espera del ciclo de atención.

Para empezar con la propuesta iniciaremos con el balance de servicio de atención con la finalidad de proponer la cantidad de ambientes necesarios para una mejor atención médica ocupacional.

3.2.1 Balance del Servicio de atención

En la Tabla 7, se realiza una simulación con varias interacciones para la propuesta del balance de servicio de atención médica ocupacional de la clínica Preventiva SAC.

Tabla 8. Balance de Servicio de atención médica ocupacional

No.	 Preventiva <small>CLINICA DE SALUD OCUPACIONAL</small> DESCRIPCION DE LA TAREA	ITERACION 1 (BASE)			ITERACION 2	ITERACION 3		ITERACION 4	ITERACION 5			
		TIEMPO	OP	TASA DE SERVICIO POR UNIDAD	TIEMPO	OP	TIEMPO	OP	TIEMPO	OP	TIEMPO	OP
1	Afiliación y entrega hoja ruta	00:05:00	1	0:05:00	0:05:00	1	0:05:00	1	0:05:00	1	0:05:00	1
2	Triaje	00:06:10	1	0:06:10	0:06:10	1	0:06:10	1	0:06:10	1	0:06:10	1
3	Registro de Antecedentes	00:12:20	1	0:12:20	0:12:20	1	0:12:20	1	0:12:20	1	0:12:20	1
4	Laboratorio	00:16:40	1	0:16:40	0:16:40	1	0:16:40	1	0:16:40	1	0:08:20	2
5	Medicina Ocupacional	00:27:54	1	0:27:54	0:27:54	1	0:13:57	2	0:13:57	2	0:13:57	2
6	Audiometria	00:17:53	1	0:17:53	0:17:53	1	0:17:53	1	0:08:56	2	0:08:56	2
7	Espirometria	00:06:22	1	0:06:22	0:06:22	1	0:06:22	1	0:06:22	1	0:06:22	1
8	Oftalmología	00:07:15	1	0:07:15	0:07:15	1	0:07:15	1	0:07:15	1	0:07:15	1
9	Rayos x	00:31:11	1	0:31:11	0:15:35	2	0:15:35	2	0:15:35	2	0:15:35	2
10	Psicología	00:10:18	1	0:10:18	0:10:18	1	0:10:18	1	0:10:18	1	0:10:18	1
11	Entrega de hoja de ruta a recepción	00:04:20	1	0:04:20	0:04:20	1	0:04:20	1	0:04:20	1	0:04:20	1
A	TIEMPO TOTAL POR PACIENTE	2:25:23			2:25:23	2:25:23	2:25:23	2:25:23	2:25:23	2:25:23	2:25:23	2:25:23
B	CICLO DE CONTROL (RITMO DEL CUELLO)	0:31:11			0:27:54	0:17:53	0:16:40	0:15:35	0:15:35	0:15:35	0:15:35	0:15:35
C	No. DE PROFESIONALES EN EL SERVICIO	11			12	13	14	15	15	15	15	15
D	TIEMPO TOTAL DEL SERVICIO	05:43:01			5:34:52	3:52:25	3:53:20	3:53:53	3:53:53	3:53:53	3:53:53	3:53:53
E	% BALANCE DE SERVICIO	42.38%			43.42%	62.55%	62.31%	62.16%	62.16%	62.16%	62.16%	62.16%
F	CICLO DE SERVICIO AJUSTADO	0:34:39			0:31:00	0:19:52	0:18:31	0:17:19	0:17:19	0:17:19	0:17:19	0:17:19
G	PACIENTES / HORA	1.73			1.94	3.02	3.24	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46
H	PACIENTES / TURNO	8			9	15	16	17	17	17	17	17
I	PACIENTES / PROFESIONAL	0.73			0.75	1.15	1.14	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13
J	COSTO DE PROFESIONAL POR PACIENTE	S/. 165.00			S/. 160.00	S/. 104.00	S/. 105.00	S/. 105.88	S/. 105.88	S/. 105.88	S/. 105.88	S/. 105.88

PRODUCTIVIDAD DEL SERVICIO	90%
TIEMPO POR TURNO	5:00:00
SALARIO / DÍA / TRABAJADOR	S/. 120.00

TOLERANCIA PERSONAL	0:15:00
TOLERANCIA EQUIPOS	0:15:00
TOTAL DE TIEMPO LABORADO	5:00:00

Fuente: simulador solver probabilismo de atención medica ocupacional

Como se puede observar en la Tabla 7, para maximizar el porcentaje de balance de servicio de la línea de atención de medicina ocupacional se necesita 2 ambientes de consulta en medicina ocupacional, y 2 ambientes para rayos x. Con esto se asegura un porcentaje de balance del 62.55%.

Según el balance de servicio se estableció la interacción 3 para optimizar los siguientes indicadores:

Tiempo total por paciente = 2:25:23 sin incluir los tiempos de espera.

Ciclo de control = Tiempo mayor de los procesos por trabajador = 17 min 53s

Tiempo Total del Servicio = Ciclo de control * n° de Trabajadores = 17 min 53 s x 13 = 3h 52min 25s

% balance de servicio = Tiempo total por paciente/ Tiempo total del Servicio

$$= 2:25:23 / 3:52:25 = 62.55\%$$

Ciclo de control ajustado = ciclo de control / Desempeño de la línea

$$= 0:17:53 / 90\% = 0:19:52$$

Paciente por hora = 60 minutos / ciclo de control ajustado =

$$= 60 / 0:19:52 = 3.02 \text{ pacientes por hora}$$

Una vez ya obtenido el tiempo base se procedió a calcular la producción del servicio, tomando en cuenta el jornal de trabajo.

Atenciones por turno = (pacientes/ hora) * (horas /turno) *(1 turno/día) =

$$= 3.02 * 5 = 15 \text{ pacientes por turno}$$

El cálculo para el balance de servicio de atención de la clínica determina que el tiempo de ciclo se encuentra en la actividad de atención de audiometría con un tiempo de 17 min 53s por paciente, lo que establece una tasa de servicio de 3 pacientes por hora, o 15 pacientes por turno.

Con respecto al costo de honorarios profesionales por paciente tenemos el siguiente cálculo:

$$\text{Costo por paciente} = \frac{15 * 120}{15} = S/.104$$

3.2.3. Pronóstico de la demanda

Para realizar el pronóstico de la demanda es necesario analizar el comportamiento de los datos históricos para determinar su variabilidad o dispersión. Para ello, se utilizó el método de Handy para determinar el coeficiente de variabilidad si es mayor a 20%.

En la Tabla 8 muestra que el coeficiente de variabilidad en todos los meses es menor del 20%, lo que significa que se puede aplicar métodos proyectivos para realizar el pronóstico y no los métodos estocásticos o probabilísticos. Es decir, que el comportamiento de los datos históricos, si bien son variables, a la vez no son muy dispersos.

Tabla 9. Método de Hamdy

MES	Demanda	Desviación estándar	Valor absoluto	V %
ENERO	895	-52	52	5.49%
FEBRERO	803	-144	144	15.21%
MARZO	1121	174	174	18.37%
ABRIL	1010	63	63	6.65%
MAYO	1050	103	103	10.88%
JUNIO	890	-57	57	6.02%
JULIO	1057	110	110	11.62%
AGOSTO	826	-121	121	12.78%
SEPTIEMBRE	1092	145	145	15.31%
OCTUBRE	859	-88	88	9.29%
NOVIEMBRE	900	-47	47	4.96%
DICIEMBRE	871	-76	76	8.03%
Promedio	947	V% < 20% Demanda determinística		

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, podemos analizar el tipo de variabilidad con la finalidad de seleccionar el tipo de pronóstico estadístico.

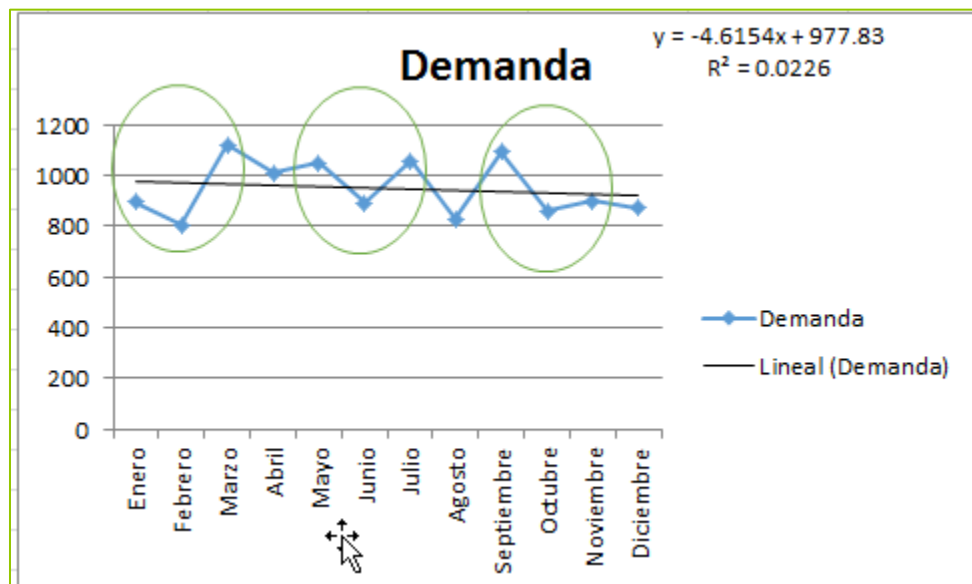


Figura 9. Demanda de atenciones mensuales en el 2018

Fuente. Simulador estadístico de la demanda método de Handy

En la Figura 9 se observa que existen patrones de estacionalidad y una ligera tendencia, por lo tanto, se recomienda la utilización del método de Winter, que puede adaptarse fácilmente a cambios, tendencias, así como a patrones estacionales, es decir que este modelo puede adaptarse a series de tiempo que tiene una tendencia lineal, estacional o periódico. Aplicaremos las siguientes fórmulas en Excel.

$$A_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{A_t} + (1 - \gamma)S_{t-L} \quad Y_{t+p}' = (A_t + pT_t)S_{t-L+p}$$

Donde:

- α = Constante de atenuación del promedio de los datos ($0 < \alpha < 1$)
- β = Constante de atenuación de la estimación de tendencia ($0 < \beta < 1$)
- γ = Constante de atenuación de la estacionalidad ($0 < \gamma < 1$)
- A_t = Valor atenuado en el periodo t
- T_t = Estimación de la tendencia del periodo t
- S_t = Estimación de la estacionalidad del periodo t
- L = Longitud de la estacionalidad
- p = Número de periodos a pronosticar en el futuro

Aplicando optimización de los parámetros para minimizar el error de pronóstico con el comando Solver de Excel, se consideran los siguientes parámetros con una longitud de estacionalidad de 3 meses según identificado en la Figura 9.

L	3
α	0.400
β	0.200
γ	0.100

Mes	t	Yt	At	Tt	St	Yt'	Error
	-2						
	-1				1		
	0				1		
ene-18	1	895	895	0	1.00		
feb-18	2	803	858	-7	0.99	895	92.0
mar-18	3	1121	959	14	1.02	851	270.2
abr-18	4	1010	988	17	1.00	973	36.8
may-18	5	1050	1026	21	1.00	999	51.4
jun-18	6	890	978	8	1.01	1065	174.8
jul-18	7	1057	1013	13	1.01	988	68.9
ago-18	8	826	947	-3	0.98	1023	197.0
sep-18	9	1092	1001	9	1.01	951	141.5
oct-18	10	859	947	-4	1.00	1016	156.8
nov-18	11	900	932	-6	0.98	928	28.2
dic-18	12	871	899	-12	1.01	939	68.0
ene-19	PRONOSTICO					884	
feb-19						860	
mar-19						873	
DAM							116.9

Esto quiere decir que para enero del 2019 se estima una demanda de 884 atenciones, para febrero de 860 atenciones y marzo de 873 atenciones.

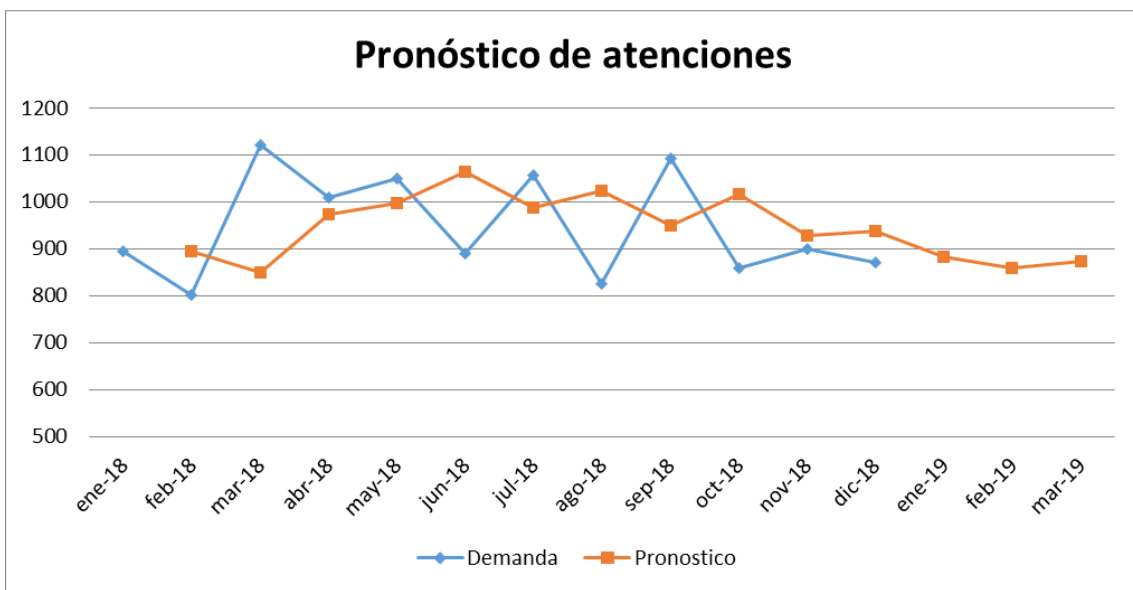


Figura 10. Pronóstico con el método de Winter

Fuente. Simulador matemático probalístico método de Winter

Como se puede observar en la Figura 10 este pronóstico es el que más suaviza la dispersión de la demanda real de las atenciones por el método de Winters.

3.2.4. Modelo de Programación lineal

Se necesita optimizar la atención de medicina ocupacional en cada uno de los consultorios, para ello, se elaboró un modelo de programación lineal simple para maximizar los ingresos de la clínica.

Optimización de la situación actual de la clínica

Para ello, tenemos la fórmula lineal para maximizar los ingresos con los precios para cada uno de los consultorios. La suma de los precios asignados en los 7 consultorios es de S/. 180 soles (40+20+25+20+20+40+15)

$$\text{Maximizar } z = 40x_1 + 20x_2 + 25x_3 + 20x_4 + 20x_5 + 40x_6 + 15x_7$$

X₁= Pacientes atendidos en laboratorio

X₂= Pacientes atendidos en medicina ocupacional

X₃= Pacientes atendidos en audiometría

X₄= Pacientes atendidos en espirometría

X₅= Pacientes atendidos en oftalmología

X₆= Pacientes atendidos en rayos x

X₇= Pacientes atendidos en psicología

A la vez se describen las siguientes restricciones del modelo.

En la siguiente ecuación la suma de todas las atenciones de los consultorios en el día debe ser mayor a 35 atenciones con la finalidad de llegar al pronóstico de 884 atenciones de enero que es el mayor de los tres meses pronosticados.

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 \geq 35$$

Y en las siguientes ecuaciones cada uno de los consultorios debe atender a más de un paciente.

$$x_1 \geq 1; x_2 \geq 1; x_3 \geq 1; x_4 \geq 1; x_5 \geq 1; x_6 \geq 1; x_7 \geq 1$$

Otra restricción se observa en la siguiente ecuación donde la sumatoria del producto de los pacientes con la duración de la atención es menor o igual que la sumatorio de todos los tiempos en todos los consultorios.

$$23,13 x_1 + 38,56 x_2 + 25,48 x_3 + 22,61 x_4 + 22,88 x_5 + 41,48 x_6 + 23,33 x_7 \leq 2100$$

Para desarrollar la maximización de la función objetivo se utilizó el complemento Solver de Microsoft Excel obteniendo el siguiente resultado.

Tabla 10. Optimización de la situación actual en Solver

PLANTEAMIENTO DE LA FUNCION OBJETIVO Y LAS RESTRICCIONES PARA DESARROLLAR EN SOLVER									
	Laboratorio	Medicina Ocupacional	Audiometria	Espirometria	Oftalmología	Rayos x	Psicologia	Total	
Duración por atención (min)	23,13	38,56	25,48	22,61	22,88	41,48	23,33	197,47	
Precio	S/ 40,00	S/ 20,00	S/ 25,00	S/ 20,00	S/ 20,00	S/ 40,00	S/ 15,00	S/ 180,00	
	Laboratorio	Medicina Ocupacional	Audiometria	Espirometria	Oftalmología	Rayos x	Psicologia	Total atenciones	Requerido
Pacientes	12,97	7,78	11,77	13,27	13,11	7,23	12,86	79,00	35
Total	12,97	7,78	11,77	13,27	13,11	7,23	12,86		
Demanda \geq 1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Laboratorio	Medicina Ocupacional	Audiometria	Espirometria	Oftalmología	Rayos x	Psicologia	Total	
Jornal en minutos	300	300	300	300	300	300	300,00	2100,00	
Total	300	300	300	300	300	300	300,00	S/ 1.978,54	Función objetivo
Restriccion minutos	300	300	300	300	300	300	300	300	

Fuente: Recolección de datos de la empresa. Elaboración propia.

En el resultado resaltado en amarillo se observa que en el laboratorio se debe optimizar a 13 pacientes atendidos, en medicina ocupacional 7, en audiometría 11, en espirometria 13 al igual que oftalmología, en rayos X 7 pacientes y en psicología 12 pacientes, con una maximización de ingreso de S/. 1978.54 soles en total de una jornada de 5 horas (300 minutos).

Por último, el total de atenciones es de 79 lo cual sobrepasa los 35 necesarios para llegar a la demanda mensual de atenciones pronosticada (35 atenciones-día x 26 días = 875 casi 884).

En la Figura 11 se puede apreciar el ingreso de las celdas que conforman la fórmula de función objetivo y de las restricciones.

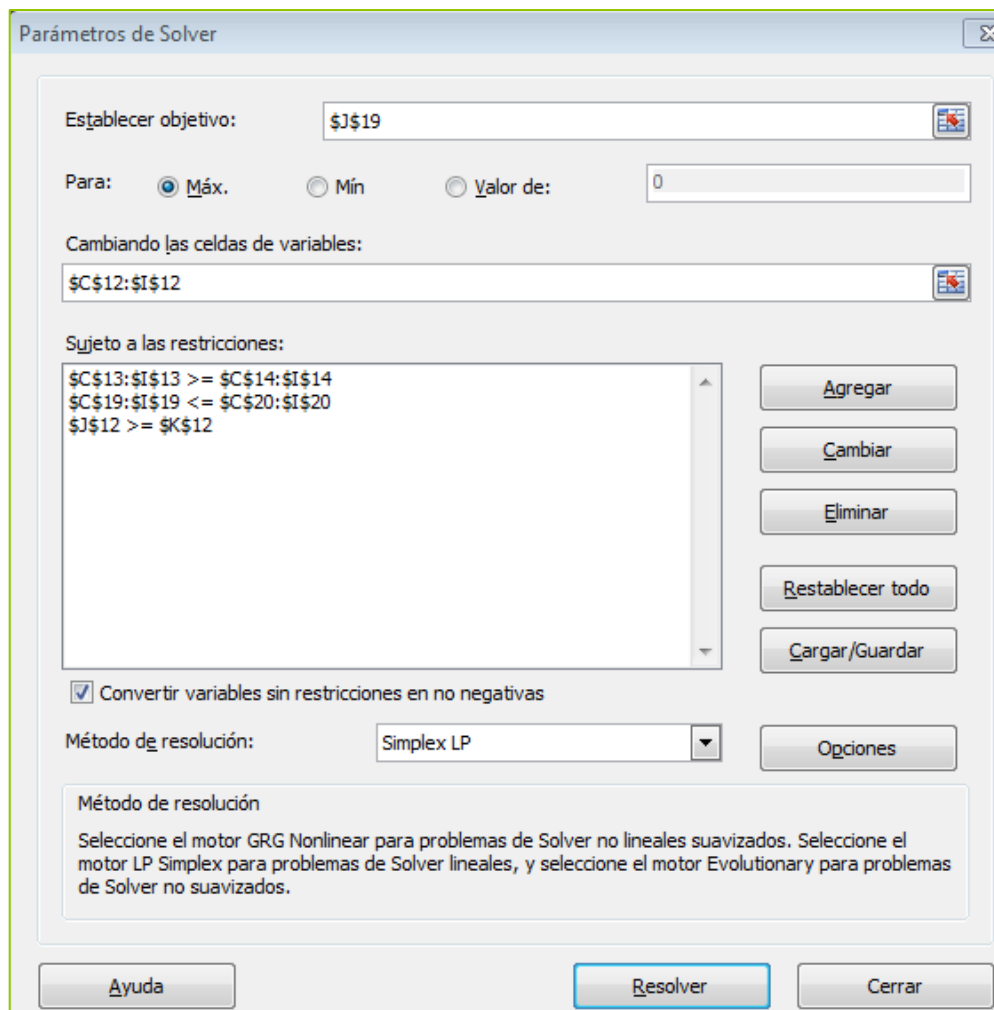


Figura 11. Aplicación Solver en la optimización de la situación actual

Fuente. Simulador Aplicación Solver de la situación actual

Optimización de la propuesta

En la optimización se considera agregar un ambiente de medicina ocupacional y la atención de otro ambiente en Rayos X.

Para ello, se desea nuevamente maximizar los ingresos con los precios para cada uno de los consultorios

$$\text{Maximizar } z = 40x_1 + 20x_2 + 25x_3 + 20x_4 + 20x_5 + 40x_6 + 15x_7$$

X_1 = Pacientes atendidos en laboratorio

X_2 = Pacientes atendidos en medicina ocupacional

X_3 = Pacientes atendidos en audiometría

X_4 = Pacientes atendidos en espirometría

X_5 = Pacientes atendidos en oftalmología

X_6 = Pacientes atendidos en rayos x

X_7 = Pacientes atendidos en psicología

A la vez se describen las siguientes restricciones del modelo.

En la siguiente ecuación la suma de todas las atenciones de los consultorios en el día debe ser mayor a 35 atenciones con la finalidad de llegar al pronóstico de 884 atenciones de enero que es el mayor de los tres meses pronosticados.

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 \geq 35$$

Y en las siguientes ecuaciones cada uno de los consultorios debe atender a más de un paciente.

$$x_1 \geq 1; x_2 \geq 1; x_3 \geq 1; x_4 \geq 1; x_5 \geq 1; x_6 \geq 1; x_7 \geq 1$$

Otra restricción se observa en la siguiente ecuación donde la sumatoria del producto de los pacientes con la duración de la atención es menor o igual que la sumatorio de todos los tiempos en todos los consultorios.

En este caso como se adiciona un consultorio en medicina ocupacional y otro consultorio en Rayos X, entonces los minutos disponibles para atención médica ocupacional son de 2700 minutos, que es lo único que varía en la propuesta.

$$23,13 x_1 + 38,56 x_2 + 25,48 x_3 + 22,61 x_4 + 22,88 x_5 + 41,48 x_6 + 23,33 x_7 \leq 2700$$

Para desarrollar la maximización de la función objetivo se utilizó el complemento Solver de Microsoft Excel obteniendo el siguiente resultado.

En el resultado de la Tabla 10 resaltado en amarillo se observa que en la propuesta el laboratorio se debe optimizar a 13 pacientes atendidos, en medicina ocupacional 15, en audiometría 11, en espirometria 13 al igual que oftalmología, en rayos X 14 pacientes y en psicología 12 pacientes, con una maximización de ingreso de S/. 2423.54 soles en total de una jornada de 5 horas (300 minutos).

Por último, el total de atenciones es de 94 lo cual sobre pasa los 35 necesarios para llegar a la demanda mensual de atenciones pronosticada (35 atenciones-día x 26 días = 875).

En la Figura 12 se puede observar el ingreso de las celdas que conforman la fórmula de función objetivo, y las restricciones.

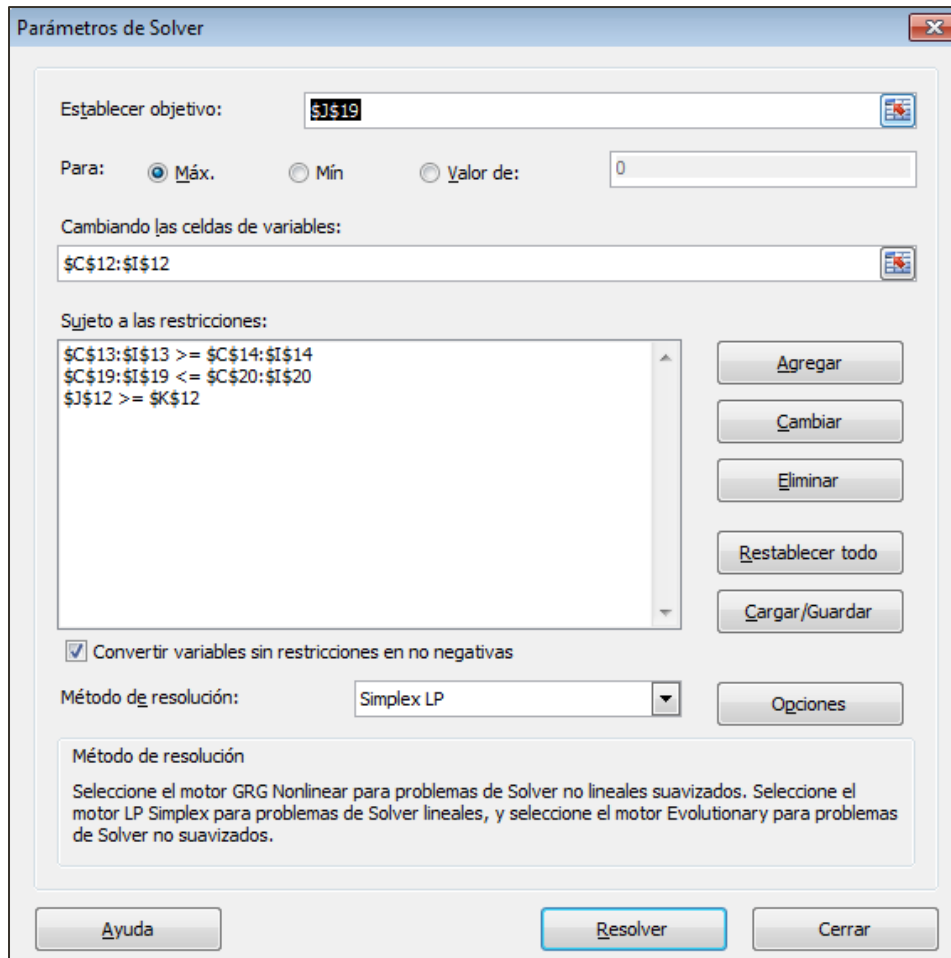


Figura 12. Aplicación Solver para la optimización de la propuesta

Fuente: Simulador matemático Solver

En resultados podemos concluir que mediante la programación lineal se optimizó la situación actual de 8 pacientes por turno que nos muestra el balance de servicio de atención de la Tabla 4, a una atención de 13 pacientes en la mayoría de los consultorios como se observa en la Tabla 9. Con respecto a la propuesta en el balance de servicio de la Tabla 7 nos muestra una atención de 15 pacientes por turno, mientras que la optimización mediante la programación lineal obtenemos algunas atenciones de 15 pacientes al día y en otras 13 y 12 pacientes por día como nos muestra en la Tabla 10.

Tabla 11. Optimización de la propuesta en Solver

PLANTEAMIENTO DE LA FUNCION OBJETIVO Y LAS RESTRICCIONES PARA LA PROPUESTA EN SOLVER									
	Laboratorio	Medicina Ocupacional	Audiometria	Espirometria	Oftalmología	Rayos x	Psicologia	Total	
Duración por atención (min)	23,13	38,56	25,48	22,61	22,88	41,48	23,33	197,47	
Precio	S/ 40,00	S/ 20,00	S/ 25,00	S/ 20,00	S/ 20,00	S/ 40,00	S/ 15,00	S/ 180,00	
	Laboratorio	Medicina Ocupacional	Audiometria	Espirometria	Oftalmología	Rayos x	Psicologia	Total atenciones	Requerido
Pacientes	12,97	15,56	11,77	13,27	13,11	14,46	12,86	94,01	35
Total	12,97	15,56	11,77	13,27	13,11	14,46	12,86		
Demanda \geq 1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Laboratorio	Medicina Ocupacional	Audiometria	Espirometria	Oftalmología	Rayos x	Psicologia	Total	
Jornal en minutos	300	600	300	300	300	600	300,00	2700,00	
Total	300	600	300	300	300	600	300,00	S/ 2.423,44	
Restriccion minutos	300	600	300	300	300	600	300	300	

Fuente : Simulador Solver Elaboración propia

3.3 Beneficio-costo del modelo de optimización de operaciones.

Con el objetivo de medir si la propuesta mejora la rentabilidad de la organización se realiza el cálculo de beneficio-costo para su proyección y viabilidad.

Beneficio

Para el cálculo del beneficio se utilizó los ingresos obtenidos en la función objetivo de la programación lineal tanto de la situación actual de la Tabla 9, como en la propuesta de la Tabla 10.

$$\text{Ingresos incrementales} = \text{Ingresos de la propuesta} - \text{Ingresos actuales}$$

$$\text{Ingresos incrementales} = \text{S/}. 2423,44 \text{ día} - \text{S/}. 1978,54 \text{ día} = \text{S/}. 444,90 \text{ día}$$

El beneficio en este caso es la utilidad de estos ingresos incrementales, que según la administradora de la clínica es de 25%.

$$\text{Beneficio diario} = \text{S/}. 444,90 \text{ día} * 0,25 = \text{S/}. 111,23 \text{ día}$$

$$\text{Beneficio Anual} = \text{S/}. 111,23 \text{ día} * 25 \text{ días-mes} * 12 \text{ meses -año} = \text{S/}. 33 367,50 \text{ año}$$

Esto significa que la implementación de la propuesta genera como proyección S/. 33 367,50 soles al año como utilidades incrementales, necesarios para cubrir los costos incrementales y generar rentabilidad.

Inversión de la propuesta

En la inversión se considera 2 ambientes adicionales referidos a un consultorio para rayos X y otro para medicina ocupacional.

En la Tabla 11 se puede apreciar el presupuesto de la inversión de la propuesta con los ítems necesarios para la implementación de los 2 ambientes.

Tabla 12. Presupuesto de la Inversión de la propuesta

Area	Descripción	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario	Costo Total	
Rayos x	Máquinas y Equipos					S/ 42.950,00
	Máquina toma rayos x-portatil	1	unidad	S/ 32.000,00	S/ 32.000,00	
	Revestimiento placas de plomo/Barita para paredes evitar radiacion	20	m ²	S/ 500,00	S/ 10.000,00	
	Dosimetro	1	unidad	S/ 300,00	S/ 300,00	
	Chaleco plomado	1	unidad	S/ 250,00	S/ 250,00	
	Negastocopio	1	unidad	S/ 400,00	S/ 400,00	
	Intangibles					S/ 1.000,00
	licencias y permisos	1	vrs	S/ 1.000,00	S/ 1.000,00	
Subtotal					S/ 43.950,00	
Medicina Ocupacional	Máquinas y Equipos					S/ 980,00
	Camilla Examen	1	unidad	S/ 500,00	S/ 500,00	
	Biombo	1	unidad	S/ 180,00	S/ 180,00	
	Bata de examen	2	unidad	S/ 25,00	S/ 50,00	
	Vestidor	1	unidad	S/ 250,00	S/ 250,00	
	Mobiliario					S/ 950,00
		Implementación de ambiente privado	1	vrs	S/ 300,00	S/ 300,00
		Mesa para equipo	1	unidad	S/ 250,00	S/ 250,00
	Escritorio y silla	1	juego	S/ 400,00	S/ 400,00	
Subtotal					S/ 1.930,00	
Total General					S/ 45.880,00	

Fuente: Datos de la Empresa. Elaboración propia

La inversión para la implementación de la propuesta asciende a S/. 45880 soles.

Costos Operativos

En los costos operativos se considera las remuneraciones del técnico de rayos x, mantenimiento del equipo de rayos x y la remuneración del médico ocupacional, tal como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 13. Presupuesto de los costos operativos de la propuesta

Costos Operativos				
Descripción	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario	Costo Total
-Tecnologo Medico/Licencia IPEN	1	honorario	S/ 2.000,00	S/ 2.000,00
-Mantenimiento Predictivo/Preventivo	1	servicio	S/ 800,00	S/ 800,00
-Médico Ocupacional / Esp. Medicina Ocupacional	1	honorario	S/ 3.800,00	S/ 3.800,00
Total				S/ 6.600,00

Fuente: Datos de la Empresa. Elaboración propia

El costo operativo mensual para la puesta en marcha de la propuesta asciende a S/. 6600 soles.

Flujos Netos

Con respecto a los flujos netos económicos, tenemos una fuerte inversión de S/. 45 800,00 soles para la implementación de los 2 consultorios que se calculará con capital propia con la finalidad de exigir más al proyecto.

Tabla 14. Flujos netos de la propuesta

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Beneficio		S/ 33.367,50	S/ 33.367,50	S/ 33.367,50	S/ 33.367,50	S/ 33.367,50
Costos Operativos		-S/ 7.400,00	-S/ 7.400,00	-S/ 7.400,00	-S/ 7.400,00	-S/ 7.400,00
Inversion	-S/ 45.880,00					
Flujo Neto	-S/ 45.880,00	S/ 25.967,50	S/ 25.967,50	S/ 25.967,50	S/ 25.967,50	S/ 25.967,50

Fuente: Datos de la Empresa. Elaboración propia

Evaluación económica

Con la finalidad de exigir una un alto costo de oportunidad de esta propuesta se determina una Tasa de Rendimiento esperado anual del 18.00%, superando ampliamente a las tasas pasivas bancarias más los puntos porcentuales del riesgo país.

Por último, consideramos al beneficio costo, que nos indica que si el B/C es >1 entonces el proyecto es viable. Se comprueba con la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{FNE}{(1+i)^n}}{I}$$

$$B/C = \frac{\frac{25967.50}{(1+0.18)^1} + \frac{25967.50}{(1+0.18)^2} + \frac{25967.50}{(1+0.18)^3} + \frac{25967.50}{(1+0.18)^4} + \frac{25967.50}{(1+0.18)^5}}{6780}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{81204.81}{45880}$$

$$B/C = 1.77$$

La relación costo beneficio indica que por cada sol invertido la empresa tendrá una ganancia de S/ 1.77 soles.

IV. DISCUSIÓN

En este apartado es posible comparar este trabajo de investigación con antecedentes referido a estudios de atención al cliente con el modelo de teoría de colas como el de Gómez, Rojas & Zamudio, que expusieron en su conferencia "Modelo de programación mixta para la optimización de personal" para el área de atención a clientes de una empresa trasnacional dedicada a la distribución de suplementos alimenticios, donde lograron una mayor eficiencia proponiendo diferentes combinaciones de turnos para reducir la larga cola de espera, sin embargo en nuestro caso, nuestro problema principal es el cuello de botella que se generaba en las consultas de rayos X y medicina ocupacional generando malestar según la encuesta realizada de grado de satisfacción. Con esta realidad se tuvo que enfocar el problema en el sistema de balance del servicio logrando un incremento del porcentaje del balance del sistema del 20%.

Con respecto de Talati & Mishra, considera el efecto de la inflación en el costo total y el fabricante ofrece un costo de pedido dependiente del tamaño del lote para impulsar pedidos más altos y también disminuye significativamente el costo de mantenimiento del inventario del fabricante. En nuestro caso, el modelo de optimización busca incrementar los ingresos de la clínica impulsando una inversión significativa en la implementación de 2 ambientes sin considerar infraestructura utilizando una tasa mínima atractiva de retorno del 18% considerando esta tasa lo suficientemente alta para cubrir los efectos inflacionarios de un país emergente y las tasas pasivas de las entidades bancarias.

En comparación con Peña en su artículo, denominado "Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento" a través del modelo matemático de programación lineal propuesto por Baybars logra establecer el tiempo de ciclo actual del subproceso de movimiento y despacho de pedidos, así como la asignación de las tareas que hacen parte de este, a cada una de las estaciones. En nuestro caso a través del modelo matemático de programación lineal propuesto

se logra reducir el tiempo de ciclo actual de 31 minutos a 17 minutos solamente considerando la implementación de 2 ambientes o estaciones de trabajo.

Por último en comparación con Canseco, Sánchez, Zuñiga, & Olivares, en su artículo “Aplicación de programación lineal para la asignación de horarios en una institución educativa mexicana” donde diseñan un modelo de programación matemática que fue resuelto mediante la técnica de ramificación y acotamiento disponible en un software comercial de optimización llamado LINGO 10, validado con éxito al resolver en 4 segundos las actividades que realizarán los empleados dentro de una franja horaria de entre 5 a 7 horas con un enfoque que contribuye a agilizar la toma de decisiones del centro escolar al inicio del ciclo académico. En nuestro caso la aplicación del modelo de programación lineal nos permite optimizar el número de atenciones de cada consultorio en el horario de atención de 8.00 am a 1:00 pm logrando incrementar de 79 a 94 atenciones diarias.

V. CONCLUSIONES

Como conclusión general la propuesta de modelo de optimización de operaciones del servicio de atención médica ocupacional en la clínica Preventiva SAC, 2019 mejora el número de atenciones de 8 pacientes por día hasta 15 pacientes por día en algunos consultorios utilizando modelos de balance de servicio y modelo de programación lineal.

Analizando la situación real de la calidad de los servicios de atención médica ocupacional en la clínica Preventiva SAC, el cálculo para el balance de servicio determina que el tiempo de ciclo o cuello de botella se encuentra en la actividad de atención de Rayos X con un tiempo de 31 minutos, 11 segundos por paciente, lo que establece una tasa de servicio de 1.73 pacientes por hora, o 8 pacientes por turno. Además, el balance del servicio de atención de medicina ocupacional es muy bajo con un 42.38%, lo que quiere decir que el sistema de atención médica ocupacional está desbalanceado.

Para diseñar un modelo de optimización de operaciones para mejorar el servicio de atención médica ocupacional en la clínica Preventiva SAC, se aplicó una simulación de balance de servicio para maximizar el porcentaje de balance de servicio de la línea de atención de medicina ocupacional obteniendo como resultado adicionar 1 ambiente de consulta en medicina ocupacional, y 1 ambiente para rayos x asegurando un porcentaje de balance del 62.55%, eso significa mejorar el balance de servicio del sistema en un 20.17%. Con respecto a la programación lineal se obtuvo como resultado una maximización de ingreso de S/. 2423.54 soles en total de una jornada de 5 horas (300 minutos); y el total de atenciones diarias es de 94 comparado con las 79 atenciones, lo cual sobrepasa las 35 atenciones diarias necesarias para llegar a la demanda mensual de atenciones pronosticada.

En la evaluación económica de la propuesta del modelo de optimización de operaciones, el beneficio en este caso es la utilidad de estos ingresos incrementales, que según la administradora de la clínica es de 25%, resultando una proyección S/. 33 367,50 soles al año; la inversión para la implementación de la propuesta asciende a S/. 45880 soles y los costos operativos mensuales para el desarrollo de la propuesta ascienden a S/. 6600 soles. Por

último, el resultado del beneficio-costo indica que por cada sol invertido la empresa tendrá una ganancia de S/ 1.77 soles, es decir, que la propuesta es viable.

VI. RECOMENDACIONES

En la propuesta del modelo de optimización es recomendable la utilización de la aplicación de métodos de filas de espera con la finalidad de reducir los tiempos de espera, aunque no sea muy significativo en su magnitud, pero reflejaría la medición de la longitud de espera y el porcentaje de utilización de los canales de servicio.

Con respecto a la simulación de las interacciones en el balance de servicio se pudo mejorar el % de balance de servicio, pero por limitaciones de infraestructura de la clínica se tuvo que tomar en cuenta los ambientes disponibles para habilitarlos como consultorios adicionales; pero esto quiere decir, que en un futuro estudio se podría considerar la edificación de más ambiente con la finalidad de mejorar el balance de servicio del sistema de atención.

Como última recomendación en la evaluación económica con la finalidad de aquellos evaluadores que quieran acceder a un escenario más optimista se recomienda la utilización del financiamiento del capital para la propuesta para mejorar el beneficio costo.

REFERENCIAS

Canseco, Adriana., Sánchez, Diana., Zúñiga, Catya., & Olivares, Elíaz., Aplicación de Programación lineal para la asignación de horarios en una Institución Educativa Mexicana., *Revista Ingeniería Industrial*. [En línea]. 31 enero 2016, 15(2), 135-146. [Fecha de consulta: 09 Mayo 2019].disponible en https://www.academia.edu/33039180/APLICACIÓN_DE_PROGRAMACIÓN_LINEAL_PARA_LA_ASIGNACIÓN_DE_HORARIOS_EN_UNA_INSTITUCIÓN_EDUCATIVA_MEXICANA.

ISSN: 0717.9103

Chase, Richard. Jacobs, Roberts. & Aquilano Nicholas., Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros., 12va. ed.
México: Mc.Graw-Hill Interamericana, 2009.755pp.

ISBN: 9789701070277

Espinosa, Guillermo., Luna., Oscar., Lago, Elia., & Mora, Mariela., La superación profesional en salud ocupacional como una necesidad para la atención médica integral. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*. [En línea]. Abril-junio 2017,31(2) ,1-10. [Fecha de consulta: 16 Mayo 2019].disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412017000200021)

[21412017000200021](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412017000200021)

ISSN: 0864.2141

Gómez, D., Rojas, O. & Zamudio, E., (octubre, 2016). Modelo de programación mixta para la optimización de personal. En J. Valencia (Presidencia). *Sesiones técnicas II*. Conferencia llevada a cabo en IV Congreso Internacional de Logística y Cadena de Suministro. Mérida, Yucatán, México.

Hernández, Roberto., Fernández, Carlos. & Baptista, Pilar., *Metodología de la Investigación*. 6ta ed.

México: Mc.Graw-Hill Interamericana Edit. S.A., 2014.589pp.

ISBN: 9781456223960

Krajewski, L., Ritzman L., & Malhotra, M. (2007). *Administración de Operaciones*. México. Pearson Education.

López, J., & Gómez, J., (2011). Recomendaciones para La implementación de Herramientas en programas de atención segura en Instituciones Prestadoras de Salud (Ips). Archivos de medicina (1657-320X), Vol. 11 Issue 2, p169-182. 14p. disponible en:https://www.academia.edu/6639872/9implemerntacion_programa_atencion_segura

Peña Orozco, D. L. (2016). Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento. *Scientia et Technica*, 21(3), 239–247. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/849/84950585006.pdf>

Proaño, A., (2018). *La mala calidad de la atención de salud mata*. Banco Interamericano de Desarrollo: Mejorando vidas. Recuperado de <https://blogs.iadb.org/salud/es/la-mala-calidad-de-la-atencion-de-salud-mata/>

Salazar, L., (2016). Investigación operativa. Ingeniería industrial Online. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>.

Santana, A., Quinteiro, J. M., Herrera, C., & Saavedra, P. (2001). Optimización de los tamaños de Buffer en un Sistema de Colas con clientes de múltiples clases y distintos requerimientos de retardo y pérdida. *Investigación Operacional*. Vol. 22 Issue 3, p154-169. 16p. disponible en: <http://rev-inv-ope.univ-paris1.fr/fileadmin/rev-inv-ope/files/22301/IO-22301-6.pdf>

Sausa, Mariella., Servicio de salud presenta más de 47 mil reclamos en lo que va del año. [En línea]. Perú21. P.E.02 de Setiembre 2019. [Fecha de consulta: 30 de junio 2019] Disponible en: <https://peru21.pe/lima/ministerio-salud-47-000-reclamos-2017-deficiente-servicio-salud-374194>

Suñé, A., Fonollosa, J., & Fernández, V., (2016). Programación lineal: métodos cuantitativos para la toma de decisiones. Barcelona. Universidad Politécnica de Catalunya. Figura 12. Aplicación Solver para la optimización de la propuesta Disponible en : <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibsipansp/detail.action?docID=4795258>.

Talati, I., & Mishra, P. (2019). Optimal Production Integrated Inventory Model with Quadratic Demand for Deteriorating Items under Inflation Using Genetic Algorithm. *Investigación Operacional*, 40(3), 342–355. Disponible en: <http://www.ijom.com/?action=articleInfo&article=2732>

White, J., Day, J., Cordeaux, C., & Matthews, B. (2015). Testing integrated care service models for patients with complex care needs using simulation modelling. *International Journal of Integrated Care (IJIC)*, 15, 281–283. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6251066/>

ANEXOS:

Instrumentos

Encuesta para medir la calidad de atención y satisfacción del paciente que brinda la Clínica Preventiva SAC-Área Sistemas de gestión integrado

I.-NSTRUCCIONES:							
Estimado Paciente su opinión es muy importante para nosotros, Agradecemos compartir la siguiente información marcando con una X en donde crea conveniente. Esta encuesta será confidencial.							
EMPRESA:		PUESTO:		TIPO EXAMEN	PRE OCUPACIONAL	PERIODICO	RETIRO
LUGAR DE PROCEDENCIA		FECHA		HORA INGRESO		HORA SALIDA	
ESCALA DE CALIFICACION							
1	2	3	4	5			
MUY MALA	MALA	REGULAR	BUENO	EXCELENTE			

A.IMPRESIÓN GENERAL	①	②	③	④	⑤
Impresión general del servicio que brinda la Clínica					
B.ATENCION AL CLIENTE	①	②	③	④	⑤
Atención telefónica (cordial ,amable)					
Rapidez en el Registro de antecedentes ocupacionales					
Información sobre el proceso de atención es buena					
Disponibilidad de fecha y hora de citación					
Actitud y amabilidad del personal de recepción					
C.ESPERA	①	②	③	④	⑤
Tiempo de espera desde la hora de cita hasta la consulta					
Tiempo de espera desde su registros hasta su salida de la Clínica					
D.ATENCION MEDICA	①	②	③	④	⑤
Actuación Clínica del Medico					
Información ofrecida por el medico					
Tiempo de dedicación medica					
Actitud del personal de enfermería y Técnico					
E.PRUEBAS MEDICAS	①	②	③	④	⑤
Calidad de la pruebas medicas					
Rayos x					
Espirometria					
Audiometría					
Psicosensometría					
Laboratorio					
Electrocardiograma					
Odontograma					
Test psicológico					
Test. Oftalmológico					
F.INSTALACIONES	①	②	③	④	⑤
Accesibilidad a la Clínica (Estacionamiento/Rampa, etc.)					
G.-HIGIENE Y LIMPIEZA DE LA CLINICA	①	②	③	④	⑤
Limpieza de los ambientes					

Higiene en los procedimientos médicos					
Limpieza uniforme del personal					
Recomendaría la Clínica		Si		NO	
¿Qué Destacaría de la Clínica?					
¿Qué Mejoraría de la Clínica?					
Observaciones /Sugerencias					

¡MUCHAS GRACIAS POR SU OPINION!

Hoja de Observación

N°	ACTIVIDAD	OPCIONES DE RESPUESTA		
		SI	NO	OBSERVACIONES
1	El Registro de Antecedentes médicos Ocupacionales es Rápido			
2	Se realiza el Triaje a paciente de manera ordenada en lugar adecuado			
3	El Personal Médico dedica tiempo idóneo al paciente			TIEMPO LIMITE POR PACIENTE 10 -15 MIN
4	Durante la consulta existe un personal guía que oriente a los pacientes			NO EXISTE PERSONAL ORIENTE AL PACIENTE
5	El tiempo desde el registro hasta salida del paciente de la Clínica es adecuado			TIEMPO TOTAL DEPENDE TIPO DE PERFIL MEDICO OCUPACIONAL QUE TENGA EL PACIENTE HASTA MINIMO 1 HR 30 MIN HASTA 4HRS
6	La toma de muestra cumple con los procedimientos de higiene y calidad			DEPENDE DEL PERFIL , EDAD DEL PACIENTE CONDICION MEDICA
7	La Prueba psicología y entrevista son privadas y entendibles			EL TIEMPO EN ESTA AREA ES MUY PROLONGADO RETRAZA AL PACIENTE ,CUANDO ES POCO ILETRADO REQUIERE ASISTENCIA EN LOS TEST PSICOLOGICOS
8	La toma de radiografía es rápida y segura			
9	El examen Audiometrico es Hermético sin ruidos o interrupciones			
10	El equipo Espirometria es de fácil uso para examen, el personal explica con claridad.			TIEMPO SE PROLONGA SE TIENE QUE REPETIR 3 VECES EL EXAMEN PARA QUE EL SISTEMA REGISTRE COMO OPTIMO EL PROCESO
11	El equipo odontológico antes usar se encuentra esterilizado			
12	El test oftalmo es rápido y cumple mínimo requerido			
13	El equipo spicosensometria se encuentra calibrado y operativo			cuando el equipo se encuentra descalibrado la prueba puede durar más de 20 minutos paciente repetir el proceso
14	El examen ekg es rápido ,seguro y privado			
15	La recepción es amable y brinda las facilidades para un término del examen el paciente sea orientado.			

NOMBRE Y APELLIDOS	
DNI:	FIRMA:

Tabla 15. Base de datos de servicio de atención de medicina ocupacional

Fecha	Destino	Empresa 1	Apellidos	Nombres	SubTo	IGV	TOTAL
31-12-2018	INVERSIONES MOCCE	INVERSIONES MOCCE	CHIAPPE SOLEDAD	GIANMARCO	150	27	177
31-12-2018	QUICORNAC SAC	QUICORNAC SAC	CORNEJO RUMICHE	OSWALDO NERON	222	39.96	261.96
31-12-2018	AGRO OLMOS 2018	AGRO OLMOS 2018	AZALDE HERNANDEZ	LUIS HENRY	190.08	34.21	224.29
29-12-2018	INDUAMERICA SERVICIOS LOGISTICOS S.A.C.	INDUAMERICA SERVICIOS LOGISTICOS S.A.C.	REYES GONZALES	JOSE RUPERTO	200	36	236
29-12-2018	INVERSIONES MOCCE	INVERSIONES MOCCE	DIAZ VASQUEZ	JAIRO ANTONIO	130	23.4	153.4
29-12-2018	INVERSIONES MOCCE	INVERSIONES MOCCE	TORPOCO PAZ	YOLANDA NICOLE	130	23.4	153.4
29-12-2018	INVERSIONES MOCCE	INVERSIONES MOCCE	MUÑOZ CHAPOÑAN	CRISTHIAN JOEL	188	33.84	221.84
28-12-2018	CONSORCIO PERUANO SUIZO	CONSORCIO PERUANO SUIZO	SAMILLAN SIESQUEN	WILSON CARLOS	43	7.74	50.74
28-12-2018	SERVICIOS LABORALES LIMA SRL	SERVICIOS LABORALES LIMA SRL	SANCHEZ ARRIVASPLATA	JUAN MANUEL	195	35.1	230.1
28-12-2018	EMPRESA ESPECIAL BUCRANIO SAC	EMPRESA ESPECIAL BUCRANIO SAC	CIEZA CARRION	WILDER ALEX	150	27	177
28-12-2018	SERELIN PROYECTOS Y SERVICIOS S.A.C.	SERELIN PROYECTOS Y SERVICIOS S.A.C.	BONILLA CARRANZA	WILLIAM KELITO	184	33.12	217.12
28-12-2018	SERELIN PROYECTOS Y SERVICIOS S.A.C.	SERELIN PROYECTOS Y SERVICIOS S.A.C.	SANCHEZ RAMIREZ	JOSE ELMER	184	33.12	217.12
28-12-2018	SERELIN PROYECTOS Y SERVICIOS S.A.C.	SERELIN PROYECTOS Y SERVICIOS S.A.C.	CHAPOÑAN VILLAR	OSCAR HUMBERTO	184	33.12	217.12
28-12-2018	TRANSPORTES LINEA S.A.	TRANSPORTES LINEA S.A.	ODAR SIESQUEN	JHONY	208	37.44	245.44
28-12-2018	AGRO OLMOS 2018	AGRO OLMOS 2018	TINEO SOPLOPUCO	REYNALDO	190.08	34.21	224.29
28-12-2018	EMPRESA ESPECIAL BUCRANIO SAC	EMPRESA ESPECIAL BUCRANIO SAC	SECLLEN CHAVEZ	JULIO ENRIQUE	150	27	177
28-12-2018	EQUIPO CONSTRUCTOR S.A	EQUIPO CONSTRUCTOR S.A	VERA VALLEJOS	MARIA ELIZABETH	142	25.56	167.56
28-12-2018	AGRO OLMOS 2018	AGRO OLMOS 2018	CHIROQUE MIO	JOSE ARTEMIO	165.24	29.74	194.98
28-12-2018	ARENA VERDE SAC	ARENA VERDE SAC	BANCES SUCLUPE	JOSE ALBERTO	170	30.6	200.6
28-12-2018	AGRO OLMOS 2018	AGRO OLMOS 2018	AQUINO ZEÑA	JULIAN	169.56	30.52	200.08
28-12-2018	ALCOM PERU INGENIERIA S.A.C	ALCOM PERU INGENIERIA S.A.C	SANTAMARIA SUCLUPE	JOSE DOMINGO	329	59.22	388.22
28-12-2018	ALCOM PERU INGENIERIA S.A.C	ALCOM PERU INGENIERIA S.A.C	CHERO VIDAURRE	LAZARO PERCY	324	58.32	382.32
27-12-2018	AGRO OLMOS 2018	AGRO OLMOS 2018	MORALES DE LA CRUZ	MERARDO	158.76	28.58	187.34
27-12-2018	AGRO OLMOS 2018	AGRO OLMOS 2018	BANCES SANTISTEBAN	JHONY ARMANDO	158.76	28.58	187.34

Validación de los instrumentos

Puntuación para medir el nivel de la calidad de atención y satisfacción del paciente que brinda la Clínica Preventiva, según la escala de Likert

1	2	3	4	5
Totalmente Insatisfecho	Insatisfecho	Mediamente Satisfecho	Satisfecho	Totalmente Satisfecho

Escala para valoración de las dimensiones del nivel para medir la calidad de atención y satisfacción del paciente

DIMENSIONES	BUENO	REGULAR	MALO
IMPRESIÓN GENERAL	0 A 1	2 A 3	4 A 5
ATENCION AL CLIENTE	5 A 11	12 A 18	19 A 25
ESPERA	2 A 4	5 A 7	8 A 10
ATENCION MEDICA	5 A 10	11 A 15	16 A 20
PRUEBAS MEDICAS	5 A 11	12 A 18	19 A 25
INSTALACIONES	0 A 1	2 A 3	4 A 5
HIGIENE Y LIMPIEZA DE LA CLINICA	3 A 7	8 A 11	12 A 15
PUNTAJE GENERAL	21 A 49	50 A 78	79 A 105

FUENTE: Paciente que brinda la Clínica Preventiva SAC –área Sistema de gestión integrado

Confiabilidad del instrumento

Para determinar la confiabilidad del instrumento se aplicó una encuesta piloto a 72 usuarios y se usó la técnica de Cronbach para un test con respuestas politómicas.

Nivel de calidad de atención y satisfacción:

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,947	,951	21

El coeficiente de confiabilidad calculado para la encuesta que mide el nivel de satisfacción es de 0.947, lo que nos permitirá concluir que el instrumento es confiable.

Escala: Todas las variables

	N	%
Válidos	72	100,0
Casos Excluidos	0	,0
Total	72	100,0

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,947	,951	21

Estadísticos de los elementos

	Media	Desviación típica	N
VAR00001	4,24	,702	72
VAR00002	4,08	,765	72
VAR00003	4,08	,765	72
VAR00004	4,00	,712	72
VAR00005	4,06	,710	72
VAR00006	4,07	,699	72
VAR00007	3,29	1,093	72
VAR00008	3,26	1,061	72
VAR00009	4,28	,773	72
VAR00010	4,32	,747	72
VAR00011	4,28	,655	72
VAR00012	4,26	,671	72
VAR00013	4,29	,680	72
VAR00014	4,17	,671	72
VAR00015	4,15	,685	72
VAR00016	4,15	,685	72
VAR00017	4,22	,562	72
VAR00018	4,24	,639	72
VAR00019	4,24	,639	72
VAR00020	4,24	,639	72
VAR00021	4,31	,664	72

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
VAR00001	81,99	105,760	,693	.	,945
VAR00002	82,14	104,375	,723	.	,944
VAR00003	82,14	104,234	,733	.	,944
VAR00004	82,22	104,739	,756	.	,944
VAR00005	82,17	105,014	,738	.	,944
VAR00006	82,15	105,033	,750	.	,944
VAR00007	82,93	101,446	,618	.	,947
VAR00008	82,96	102,069	,609	.	,947
VAR00009	81,94	105,659	,629	.	,945
VAR00010	81,90	106,089	,624	.	,946
VAR00011	81,94	107,574	,608	.	,946
VAR00012	81,96	106,688	,658	.	,945
VAR00013	81,93	106,657	,650	.	,945
VAR00014	82,06	105,011	,785	.	,943
VAR00015	82,07	105,558	,727	.	,944
VAR00016	82,07	111,108	,324	.	,950
VAR00017	82,00	110,704	,443	.	,948
VAR00018	81,99	105,873	,759	.	,944
VAR00019	81,99	105,901	,757	.	,944
VAR00020	81,99	105,310	,804	.	,943
VAR00021	81,92	105,486	,758	.	,944

Constancia de validación –Juicio de expertos

Constancia de validación

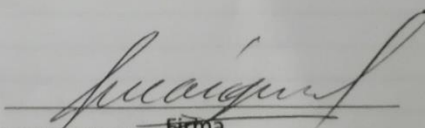
Yo, Manuel H. Vázquez Coronado Titular del DNI N° 16481705
, de Profesión, Ingeniero Industrial Ejerciendo actualmente como, docente universitario

Por medio del presente hago constar que he revisado con fines de validación del Instrumento (Cuestionario) a los efectos de la aplicación en la empresa donde labora en, Clínica Preventiva S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes puedo formular las siguientes apreciaciones.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			/	
Amplitud de contenido				/
Redacción de ítems				/
Claridad y precisión				/
Pertinencia			/	

En Chiclayo a los 16 días del mes de mayo del 2019


Firma
Manuel H. Vázquez Coronado
INGENIERO INDUSTRIAL Colegiatura: 22056 CIP
CIP. 22056

Constancia de validación

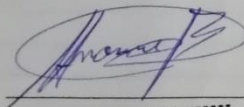
Yo, Manuel Arrascaue Becerra Titular del DNI N° 16467545
, de Profesión, Ing. Industrial Ejerciendo actualmente como, Director de Escuela

Por medio del presente hago constar que he revisado con fines de validación del
Instrumento (cuestionario), a los efectos de la aplicación en la empresa donde labora en,
Clínica Preventiva S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes puedo formular las siguientes
apreciaciones.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			✓	
Amplitud de contenido			✓	
Redacción de ítems				✓
Claridad y precisión		✓		
Pertinencia			✓	

En Chiclayo a los 16 días del mes de Mayo del 2019



MBA. Manuel A. Arrascaue Becerra
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP. 418

Colegiatura: CIP 41882

OPTIMAL PRODUCTION INTEGRATED INVENTORY MODEL WITH QUADRATIC DEMAND FOR DETERIORATING ITEMS UNDER INFLATION USING GENETIC ALGORITHM

Isha Talati and Poonam Mishra

* Faculty, Department of Mathematics & Computer Science, School of Technology, Pandit Deendayal Petroleum University.

ABSTRACT:

This paper is a production integrated inventory model between manufacturer and retailer with quadratic demand and time dependent deterioration. Paper also considers effect of inflation on total cost. Manufacturer offers lot size dependent ordering cost to boost higher orders as well as it decreases manufacturer's inventory holding cost significantly. Total cost of model is obtained using both classical optimization technique and genetic algorithm. Results clearly show that GA has succeeded in obtaining global minimum whereas classical method has stuck with local minimum. For using classical optimization technique we have used Maple 18 whereas for genetic algorithm we have used MATLAB R2013a. The optimal solution of this model is illustrated using numerical example. Sensitivity for inflation and other parameters of demand has been carried out to analyse their effect on total cost. This paper will encourage researchers involve in inventory and supply chain management to optimize complex problems using different evolutionary search algorithm in order to reach to global optimum.

KEYWORDS: Integrated inventory, time dependent deterioration, genetic algorithm, lot size dependent ordering cost, time dependent quadratic demand, inflation

MSC: 90B05

RESUMEN:

Este documento es un modelo de inventario integrado de producción entre el fabricante y el minorista con demanda cuadrática y deterioro dependiente del tiempo. El documento también considera el efecto de la inflación en el costo total. El fabricante ofrece un costo de pedido dependiente del tamaño del lote para impulsar pedidos más altos y también disminuye significativamente el

International Journal of Integrated Care


ISSN 1568-4156

Volume 15, 17 Nov 2015

Publisher: Uopen Journals

URL: <http://www.ijic.org>

Cite this as: Int J Integr Care 2015; WCIC Conf Suppl; [URN:NBN:NL:UI:10-1-117348](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:nl:ui:10-1-117348)

Copyright: 

Conference Abstract

Testing integrated care service models for patients with complex care needs using simulation modelling / Pruebando modelos integrados de servicios de atención con pacientes con complejos cuidados de atención usando modelos de simulación

Jacquie White, NHS England, United Kingdom

Jamie Day, NHS Improving Quality, United Kingdom

Claire Cordeaux, SIMUL8 Corporation, United Kingdom

Beverley Matthews, NHS Improving Quality, United Kingdom

Correspondence to: **Jamie Scott Day**, NHS Improving Quality, United Kingdom. E-mail:

Acta de Aprobación de originalidad de tesis



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **Mgr. Carlos Javier Ramírez Muñoz**, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería industrial de la Universidad César Vallejo, filial Chiclayo, revisor de la tesis titulada: **“Modelo de optimización de operaciones para mejorar el servicio de atención médica ocupacional en la Clínica Preventiva SAC, 2019”**. Del estudiante: **VILMA LUZ ORTIZ DÁVILA**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 17 de enero de 2020.



Mgr. Carlos Javier Ramírez Muñoz
D.N.I.: 40546515

Reporte Turnitin

27%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

18%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3%
2	www.investigacion-operaciones.com Fuente de Internet	2%
3	blogs.iadb.org Fuente de Internet	1%
4	revistas.ubiobio.cl Fuente de Internet	1%
5	www.u-cursos.cl Fuente de Internet	1%
6	ems.sld.cu Fuente de Internet	1%
7	revistas.utp.edu.co Fuente de Internet	1%
8	aula200.com Fuente de Internet	1%
9	seleria.com Fuente de Internet	1%

Autorización de Publicación de tesis en el Repositorio Institucional UCV

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Yo Vilma Luz Ortiz Dávila, identificado con DNI N° 42739159, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, autorizo (x), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Modelo de Optimización de Operaciones para Mejora el Servicio de Atención Medica Ocupacional en la Clínica Preventiva SAC,2019";

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



 FIRMA

DNI: 42739159

FECHA: 13 de enero del 2020

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------------------	--------	---------------------------------

Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL COORDINADOR DE LA EP

Ing. José Manuel Barancoarán Bamarra

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Vilma Luz Ortiz Daúta


INFORME TITULADO: " Modelo de Optimización de Operaciones para Mejorar el Servicio de Atención Médica Ocupacional en la Clínica Preventiva SAC, 2019 "

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniera Industrial

SUSTENTADO EN FECHA 19 de Diciembre 2019

NOTA O MENCIÓN Aprobada por Unanimidad


FIRMA DEL COORDINADOR DE ESCUELA PROFESIONAL

