



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
ESCUELA DE POSGRADO

**ESTUDIO DEL COSTO-BENEFICIO
DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN
BASADO EN TECNOLOGÍAS DE
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN
PARA GEOLOCALIZACIÓN DE
MALARIA**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN INFORMÁTICA BIOMÉDICA
EN SALUD GLOBAL CON MENCIÓN EN
INFORMÁTICA EN SALUD

HANNY BERENICE GONZALES HURTADO

LIMA - PERÚ

2019

ASESOR DE TESIS

MAGÍSTER HERNÁN LUIS CÁRCAMO CAVAGNARO

DEDICADA A:

MIS PADRES Y MI ASESOR

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al señor Dios por estar a mi lado en todo momento y permitirme alcanzar poco a poco las metas que me he trazado.

A mi Familia, en especial a mi madre, por apoyarme día a día y brindarme sus sabios consejos.

A mi asesor, Magister Hernán Luis Cárcamo Cavagnaro, por inculcarme sus conocimientos, ayudarme en todo momento, guiarme y tenerme paciencia.

Al convenio Fondecyt 162-2016: Círculo para la implementación de una plataforma de diagnóstico molecular diferencial y TICs para la vigilancia de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria de la Universidad Cayetano Heredia agradezco a Daniel Córdor y al grupo técnico del proyecto que me ayudaron en la elección del tema de este trabajo y finalmente a todas las personas que me dieron ánimos y soporte, no dejándome caer e impulsándome para culminar la tesis.

Contenido

RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
MARCO TEÓRICO	6
SITUACIÓN DE MALARIA EN EL MUNDO.....	6
SITUACIÓN DE MALARIA EN PERÚ.....	8
TIC RELACIONADAS EN SALUD	11
TIC RELACIONADAS A <i>MALARIA</i> EN EL MUNDO Y EN PERÚ	11
ANÁLISIS COSTO- BENEFICIO EN SALUD	14
JUSTIFICACIÓN	15
OBJETIVOS	18
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	19
DISEÑO DE ESTUDIO	22
OPERACIONABILIZACIÓN DE VARIABLES	23
CONSIDERACIONES ÉTICAS.	24
PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS	24
RESULTADOS	36
DISCUSIÓN	47
CONCLUSIONES	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Situación de la Malaria en el Mundo	7
Tabla N° 2 Número de Casos de Malaria por departamentos en Perú-2017	9
Tabla N° 3 Número de Casos de Malaria por departamentos en Perú-2018	10
Tabla N° 4 Situación de la Malaria en Perú y Loreto-2018	36
Tabla N° 5 Situación en Perú de Enf.Metaxénicas y Zoonóticas-2018	36
Tabla N° 6 Presupuesto de Loreto para Vigilancia de Malaria-2018	38
Tabla N° 7 Presupuesto de Loreto para Prevención de Malaria-2018	38
Tabla N° 8 Costos Mensuales por Exámenes de laboratorio de Malaria-2018	39
Tabla N° 9 Costos Mensuales por Consultas Médicas -2018	39
Tabla N° 10 Costos Mensuales por Tratamiento de Malaria en Loreto-2018	39
Tabla N° 11 Gastos de Pacientes enfermos de Malaria en Loreto-2018	40
Tabla N° 12 Total de Costos de Ministerio de Salud y de pacientes	40
Tabla N° 13 Costos de Sistema a Implementar	41
Tabla N° 14 Análisis Costo – Beneficio con proyecto financiado por el Estado peruano (Considerando beneficios para el paciente y el Estado peruano)	43
Tabla N° 15 Análisis Costo – Beneficio con proyecto financiado por el Estado peruano (Considerando solo beneficios para el Estado peruano).	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Casos de Malaria en Perú (2012-2018)	8
Gráfico N° 2 Telefonía Móvil en Perú	13
Gráfico N° 3 Metodología del subproyecto 2	20
Gráfico N° 4 Comportamiento del flujo de caja a través del tiempo Proyectado	31
Gráfico N° 5 Representación de VAN, TIR y CO	34
Gráfico N° 6 y Gráfico N° 7 Análisis de Sensibilidad de una Variable	35
Gráfico N° 8 Efectividad versus Costo-Beneficio (Escenario 1)	44
Gráfico N° 9 Efectividad versus VAN (Escenario 1)	44
Gráfico N° 10 Efectividad versus Costo-Beneficio (Escenario 2)	46
Gráfico N° 11 Efectividad versus VAN (Escenario 2)	46

RESUMEN

Introducción: En los últimos años en el sector salud se han usado evaluaciones económicas para optar por la intervención que otorgue mayores beneficios a menores costos. El Ministerio de Salud de Perú no es la excepción. Administra un capital que es destinado a la lucha contra enfermedades como la Malaria, cuya prevalencia es mayor en Loreto. Por ello debe buscar estrategias para reducir el número de infectados a menores costos. La Universidad Cayetano Heredia ha creado un prototipo que podría ayudar a reducir la prevalencia del mal.

Objetivo: Evaluar, a través de un estudio Costo - Beneficio, la conveniencia de la implementación de un Sistema de Información, basado en Tecnologías de Información y Comunicación, para geolocalización de Malaria.

Diseño: Evaluación económica de tipo Análisis Costo-Beneficio.

Metodología: Se calcularon los beneficios (obtenidos del Ministerio de Salud y expertos) y los costos del sistema a implementar (del proyecto principal). Posteriormente se calcularon los Valores Actuales (descontados) de ambos a la tasa del costo de oportunidad del capital.

Resultados: Para que el $VA_{Beneficios}$ sea mayor que el VA_{Costos} , el número mínimo de infecciones evitadas mensualmente debe ser 37.

Conclusión: Si el número de infecciones evitadas supera 37, los beneficios superan a los costos, por tanto el proyecto es VIABLE desde el punto de vista económico y su implementación habrá sido beneficiosa.

PALABRAS CLAVE: COSTO - BENEFICIO, GIS, MALARIA

ABSTRACT

Introduction: In the last years in the health sector, economic evaluations have been used to choose the intervention that grants greater benefits at lower costs. The Ministry of Health of Peru is not the exception. It administers a capital that is destined to the fight against diseases like Malaria, whose prevalence is greater in Loreto. Therefore, they should look for strategies to reduce the number of infected people at lower costs. Cayetano Heredia University has created a prototype that could help reduce the prevalence of the disease.

Objective: To evaluate, through a Cost - Benefit Analysis, the convenience to implement an Information System, based on Information and Communication Technologies, for geolocation of Malaria.

Design: Cost - Benefit Analysis type of economic evaluation.

Methodology: The benefits (obtained from the Ministry of Health and experts) and the costs of the system to be implemented (of the main project) were calculated. Subsequently, Present Values (discounted) of both were calculated at the rate of opportunity cost of capital.

Results: To assure Present Value of Benefits is greater than the present Value of Costs, the minimum number of infections avoided monthly must be 37.

Conclusion: Should the number of infections avoided is greater than 34, the benefits outweigh the costs, therefore the project is economically VIABLE and its implementation will have been beneficial.

KEY WORDS: COST-BENEFIT, GIS, MALARIA

INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos los administradores de entidades de salud, autoridades diversas y profesionales de salud han usado las evaluaciones económicas de intervenciones en salud como herramienta de apoyo en la toma de decisiones con el fin de optar por aquellas intervenciones que nos den mayores beneficios a menores costos (1-4).

A nivel mundial los sistemas de salud tienen limitaciones en sus recursos, pero tienen la misión de otorgar los mejores servicios sanitarios que puedan ofrecer (1). El Perú no es ajeno a esta problemática, gastar los recursos limitados para lograr algún beneficio podría significar no tenerlos disponibles más adelante cuando se necesite invertir en otra alternativa. Por esa razón se justifica realizar el Análisis Costo - Beneficio al desarrollo y puesta en operación de un sistema de información basado en Tecnologías de Información y Comunicación para geolocalización de Malaria, para saber si es una opción económicamente viable.

El Análisis Costo - Efectividad comprende los análisis Costo - Minimización, Costo - Efectividad, Costo - Utilidad y Costo - Beneficio (1). Los estudios de Costo - Efectividad en salud se han usado en diferentes países como México, Colombia y España (5, 6, 7). En el Perú se han realizado estudios de costo efectividad, pero los relacionados a intervenciones en salud son escasos (8-11). Actualmente son pocos los estudios referidos estrictamente a Análisis Costo - Beneficio en intervenciones de salud en los que el resultado esperado sea mejorar el estado de salud del individuo objeto del análisis asegurando que los beneficios superen a los costos en

que se incurre. Un ejemplo es el Análisis Costo - Beneficio de un programa de prevención del tabaquismo en escolares realizado en España en el cual se demuestra que hacer este tipo de análisis nos permite elegir la mejor alternativa cuando hay escasez de recursos (12).

Se revisó la bibliografía y no se encontró algún Análisis de Costo-Beneficio en el Perú acerca del uso de un sistema de información basado en Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en Malaria. En Uganda, Tanzania, Vietnam, Colombia, Brasil y Venezuela, han optado por monitorizar, mapear y analizar la información obtenida de los casos de Malaria, siendo una de las mejores herramientas el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG) ubicando en forma espacial los casos de Malaria (13-18).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (19), el análisis de las diversas variables de cada caso individual notificado mediante el sistema de información de malaria nos proporcionará información valiosa. Por ejemplo, comprender la dinámica de transmisión y conocer los focos, entre otros, ayudando así a las autoridades sanitarias a impulsar o mejorar las estrategias de prevención

La Malaria o Paludismo es una enfermedad transmitida por un vector, en este caso la picadura del mosquito del género *Anopheles*, la que transmite el protozoario del género *Plasmodium* al ser humano (10, 20). Cinco son las especies que afectan al hombre: *Plasmodium vivax*, *falciparum*, *malariae*, *ovale* y *knowlesi*, de las cuales solo al *Plasmodium falciparum* se le relaciona con formas graves de la enfermedad pudiendo llevar a la muerte al paciente (10, 20, 21).

Según el Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades (CDC Perú) del Ministerio de Salud (22-28), los casos de Malaria se encuentran principalmente en la región amazónica centralizándose en el departamento de Loreto. Después del año 2000 empezaron a disminuir los casos de Malaria, pero a partir del 2012 hay una tendencia creciente del número de casos detectados, siendo así que en el 2018, exactamente hasta el 2 de noviembre se presentaron 39,930 casos de Malaria focalizándose 38,582 en Loreto, reportándose tres muertes (28). La mortalidad no es el problema principal, lo son las manifestaciones clínicas que podrían dejar al paciente inhábil para trabajar, lo que origina pérdidas económicas al paciente y al país.

El cambio de diversos factores, ya sean socioeconómicos, guerras, migraciones, el cambio climático y la alteración del medio ambiente por el hombre contribuyen indirectamente al incremento de casos de Malaria (20, 29). Un diagnóstico y tratamiento rápido, certero y oportuno son la clave para evitar que un caso leve se transforme en grave y conlleve a la muerte.

En nuestro país los resultados son emitidos por la oficina de epidemiología de cada centro de salud y de allí reportados en el sistema NOTI SP de la Dirección General de Epidemiología (DGE) para ser evaluados por las autoridades. La Malaria es de notificación epidemiológica semanal y no en tiempo real, lo que ocasiona demoras en las acciones a tomar en la detección de la malaria residual conllevando a gastos innecesarios que podrían ser evitados implementando un mejor sistema de información.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad no se puede conocer la situación epidemiológica de la Malaria en tiempo real, ya que en las instituciones de salud pertenecientes al Ministerio de Salud (MINSA) el reporte de los casos es realizado semanalmente. Al detectar un caso en un centro de salud, la oficina de epidemiología llena una ficha epidemiológica de papel, luego, en el mejor de los casos, la escanea e ingresa los datos al programa NOTI SP.

La región Loreto, donde hay mayor prevalencia de esta enfermedad (42,868 casos en el año 2108, el 96.5% de los casos confirmados en Perú en ese año), es un lugar de extrema pobreza y bajo esas condiciones la ficha puede sufrir deterioros hasta el momento de su ingreso en el NOTI SP, no reflejando el número de casos real.

El Instituto Nacional de Salud (INS) cuenta con un programa llamado NETLAB. A este programa se ingresan los resultados obtenidos por los laboratorios referenciales que procesan la muestra o por el mismo INS, pero lamentablemente aún presenta muchos problemas para Malaria y tampoco incluye geolocalización, que es determinante para detectar en forma temprana la malaria residual.

En caso de las instituciones de EsSalud y en el ámbito privado, escanean la ficha epidemiológica y llenan de igual manera el programa NOTI SP. En Loreto la mayoría de los centros de salud son del MINSA y allí es donde se reportan la mayor cantidad de casos de Malaria. Además hay mayor positividad en las zonas más alejadas en donde el promotor debe hacer diagnóstico y tratamiento de la

enfermedad, recorriendo grandes distancias con el problema de sufrir pérdidas o deterioros de las fichas epidemiológicas en el trayecto.

Esta demora podría retrasar el aviso ante el aumento de casos de malaria en zonas donde ya habría disminuido la positividad y por ende la toma oportuna de decisiones por parte de las autoridades del sector salud.

La implementación de las TIC en general, y en nuestro caso las redes de Telefonía Celular, y en particular, tecnologías basadas en web, aplicativos para la recolección de datos y almacenamiento local, sería un gran aporte ya que en un celular inteligente o una tableta se tendría un aplicativo que aprovechando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) del dispositivo móvil, haría un reporte que incluya la geolocalización precisa del caso de Malaria, lo que colaboraría en la prevención de la enfermedad, en la aplicación de medidas sanitarias apropiadas, la compra de insumos o la contratación de personal, disminuyendo así los casos o la gravedad de los mismos. Pero para poder decidir si es económicamente viable usar esta nueva tecnología, se debe realizar un Análisis Costo - Beneficio.

Lamentablemente a nivel mundial existen escasos estudios de Análisis Costo - Beneficio del uso de un sistema de información geográfica para Malaria y en el caso específico del Perú hay pocos estudios en donde mencionan los costos económicos de la Malaria en el Perú (10, 11, 29), por tanto era de suma importancia realizar este estudio ya que nos orientará en la correcta implementación de una nueva herramienta para Malaria.

MARCO TEÓRICO

SITUACIÓN DE MALARIA EN EL MUNDO

La Malaria es una enfermedad usualmente leve que produce en el paciente escalofríos, fiebre, sudoración profusa, en menor proporción puede manifestarse ictericia, insuficiencia renal, encefalopatía, coma y llevar a la muerte (30, 31), pero en algunas poblaciones como por ejemplo niños, ancianos y pacientes inmunosuprimidos, es más común que cause la muerte (30, 32). Algunas condiciones como el estrato social económico bajo, migraciones y condiciones ambientales como las altas temperaturas y la humedad favorecen a la permanencia del mosquito y transmisión de la enfermedad (33, 34).

Según el informe de paludismo del 2015 de la Organización Mundial de la Salud del año 2000 al 2015, son 95 países los que presentan transmisión activa de malaria o también llamado Paludismo. El número de casos de la enfermedad a nivel mundial se redujo en 48 millones lo que significa un descenso del 18 % y el número de muertes disminuyó en 401,000, lo que representa el 48%, presentándose la mayor prevalencia en la región Africana (35) (Ver Tabla N°1).

Tabla N ° 1 Situación de la Malaria en el Mundo

Región de la OMS	Número estimado de casos por Malaria (Millones)				Cambio	Número estimado de muertes por Malaria				Cambio
	2000	2005	2010	2015	2000 a 2015	2000	2005	2010	2015	2010 a 2015
Africana	21,4000	217,000	209,000	188,000	-12%	76,4000	670,000	499,000	39,5000	-48%
América	2,500	1800	1,100	660	-74%	1,600	1,200	1,100	500	-69%
Mediterráneo Oriental	9,100	8,600	4,000	3,900	-57%	15,000	1,5000	7,000	7,000	-51%
Europea*	36	5.6	0.2	0	-100%	0	0	0	0	
Asia Sudoriental	33,000	34,000	28,000	20,000	-39%	51,000	48,000	44,000	32,000	-37%
Pacífico Occidental	3,700	2,300	1,700	1,500	-59%	8,100	4,200	3,500	3,200	-60%
Mundo	262.000	264,000	243,000	214,000	-18%	839,000	738,000	554,000	438,000	-48%

* Fuente: Informe de Paludismo 2015 de la OMS (35)

En el año 2017 en la mayoría de regiones no se presentó ningún cambio notable en la reducción de casos de Malaria salvo en la región Asia Suroriental, manteniéndose la mayor prevalencia en la región Africana (92%) en donde mayormente el *Plasmodium falciparum* (99.7%) es el agente causal de la infección. Los principales países afectados fueron Nigeria, República Democrática del Congo, Mozambique y Uganda. En cuanto a la Región América, Brasil y Venezuela presentaron un aumento de casos y de mortalidad, siendo el responsable de la enfermedad el *Plasmodium vivax* (74.1%) (36).

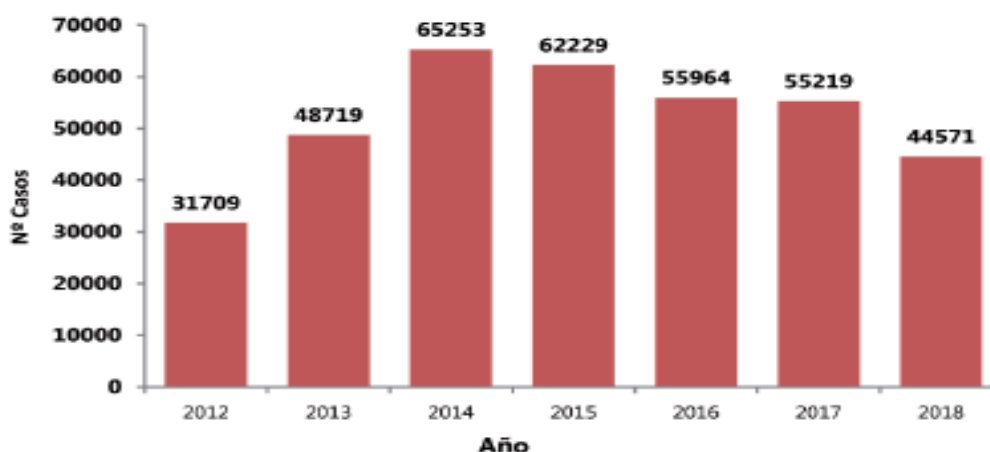
La OMS en su plan de estrategias de lucha contra la malaria para el período 2016 - 2030 busca en primera instancia para el año 2020 reducir tasas de mortalidad e incidencia de casos en un 40% comparándose con el período 2015. Asimismo, evitar que en los países que estén exentos de Malaria se reintroduzca la enfermedad puesto que se invierte grandes cantidades de dinero en su control. Por ejemplo en

el 2017 en África se gastó US\$ 2,2 mil millones para lograrlo. Es por ello que busca utilizar diversas estrategias en prevención y erradicación de la Malaria (37).

SITUACIÓN DE MALARIA EN EL PERÚ

En el país, la Malaria es considerada una enfermedad reemergente, considerándose un problema de salud pública, siendo así que el Perú en el año 2002 decidió formar parte del **proyecto PAMAFRO**, “Control de la Malaria en las zonas Fronterizas de la Región Andina” proyecto que se dio por iniciativa de los ministros de salud del área andina, participando junto a Colombia, Venezuela y Ecuador. El proyecto de enfoque comunitario tenía como objetivo disminuir los casos de Malaria, logrando reducir de 83,877 casos en el 2005 a 22,877 en el 2011, pero en el año 2012 comenzaron a incrementarse de nuevo, hasta el año 2015 en que se mantuvieron estables (29,32) (Ver Gráfico N°1).

Gráfico N° 1 Casos de Malaria en Perú (2012-2018)



* Fuente: Centro Nacional de Epidemiología y Control de Enfermedades-MINSA (32)

En el año 2017 el Estado implementó el **PLAN MALARIA CERO** (38) mediante Resolución Ministerial 244-2017/MINSA, cuyo objetivo en primera fase era reducir al 70% y posteriormente erradicar la Malaria de la región Amazónica, ya que el departamento de Loreto es el que tiene mayor prevalencia de la enfermedad (96.5%) (Ver Tabla N°3). Después de implementar el Plan Malaria Cero el número de casos que en el año 2017 fue 55,219 se redujo a 44,404 casos en el 2018 (Ver Tablas N° 2 y N° 3).

Tabla N° 2 Número de Casos de Malaria por departamentos en Perú-2017

Departamento	Casos		Población	TIA 100 000/Hab
	N°	%		
Loreto	53,171	96.3	1,049,364	5,067.0
Tumbes	0	0.0	241,000	0.0
Amazonas	855	1.5	423,898	201.7
Junín	303	0.5	1360,506	22.3
Cuzco	235	0.4	1324,371	17.7
San Martín	421	0.8	851,883	49.4
La Libertad	92	0.2	1,882,405	4.9
Ucayali	81	0.1	501,269	16.2
Ayacucho	37	0.1	696,152	5.3
Piura	12	0.0	1,873,024	0.6
Cajamarca	2	0.0	1,442,930	0.1
Madre de Dios	7	0.0	143,687	4.9
Pasco	2	0.0	254,065	0.8
Puno	1	0.0	128,637	0.8
Total	55,219	100.0	31,488,625	175.4

*Fuente: Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades – MINSA. (32)

Tabla N° 3 Número de Casos de Malaria por departamentos en Perú-2018

Departamento	Casos		Población	TIA 100 000/Hab
	N°	%		
Loreto	42,868	96.5	1,049,364	4,085.1
Tumbes	16	0.0	241,000	6.6
Amazonas	700	1.6	423,898	165.1
Junín	403	0.9	1,360,506	29.6
Cuzco	47	0.1	1,324,371	3.5
San Martín	134	0.3	851,883	15.7
La Libertad	114	0.3	1,882,405	6.1
Ucayali	42	0.1	501,269	8.4
Ayacucho	27	0.1	696,152	3.9
Piura	5	0.0	1,873,024	0.3
Cajamarca	34	0.1	1,442,930	24
Madre de Dios	4	0.0	143,687	2.8
Huánuco	4	0.0	721,047	0.6
Pasco	0	0.0	254,065	0.0
Puno	1	0.0	128,637	0.8
Lima	2	0.0	2,000,000	0.1
Huancavelica	1	0.0	310,775	0.3
Apurímac	1	0.0	218,517	0.5
Ica	1	0.0	787,170	0.1
Total	44,404	100.0	31,488,625.0	141.0

*Fuente: Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades – MINSA (32)

La Malaria se debe notificar semanalmente al Instituto Nacional de Salud (INS). Al observar la Dirección Regional de Loreto que la Malaria se presentaba más en las zonas alejadas, decidió usar promotores de salud para ir a las comunidades. Los promotores fueron capacitados en toma muestra, diagnóstico, tratamiento, seguimiento de casos, prevención y control (39).

TIC RELACIONADAS EN SALUD

En los últimos tiempos las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) se han usado con mayor frecuencia en el área de la salud. Diversos trabajos se han realizado sobre el uso de Web, aplicaciones en telefonía móvil o Sistemas de Información Geográfica (SIG) entre otros (40).

El profesional o las autoridades en el sector Salud, mediante el uso de una aplicación móvil combinada con un SIG, pueden conocer información que les servirá para la toma de decisiones oportunas. Esto, en un área endémica de alguna enfermedad transmitida por vectores, es vital para conocer la información de los casos en el menor tiempo posible (41), ya que se podrá visualizar explorar y modelar los datos que se requieran en la ubicación deseada (42, 43).

TIC RELACIONADAS A MALARIA EN EL MUNDO Y EN EL PERÚ

A nivel mundial se recomienda usar TIC en Malaria especialmente en zonas con mayor prevalencia de la enfermedad pero que no tengan acceso a centros hospitalarios. En el mundo ya existen aplicaciones móviles que se usan como herramienta de apoyo en la lucha contra la malaria. Por ejemplo el Sistema de información en Malaria electrónica (eMIS) de Tailandia (44), o Malariacconnect, desarrollada en Sudáfrica (41). Estas aplicaciones se descargan en celulares que tengan como requisito mínimo que sean de 3ra generación con conexión a Internet (41), en los que se ingresan diariamente los datos epidemiológicos del paciente y

los resultados en tiempo real de las pruebas realizadas. Los teléfonos o tabletas cuentan con tecnología de replicación sin conexión, así podrán continuar ingresando datos aunque no tuviesen conexión en el lugar. Posteriormente, cuando tengan conexión a Internet, los datos ingresados se sincronizarán con la base (44).

Una ventaja es que el ingreso de datos en una aplicación móvil es más rápido que el ingreso manual en las fichas epidemiológicas, ahorrando tiempo en la toma de decisiones ante un aumento inusual de casos (41, 45), aunque en algunos lugares prefieren combinar ambos métodos (44).

Además de los celulares o tabletas usaron el sistema de posicionamiento global (GPS) para dar la localización personalizada (42).

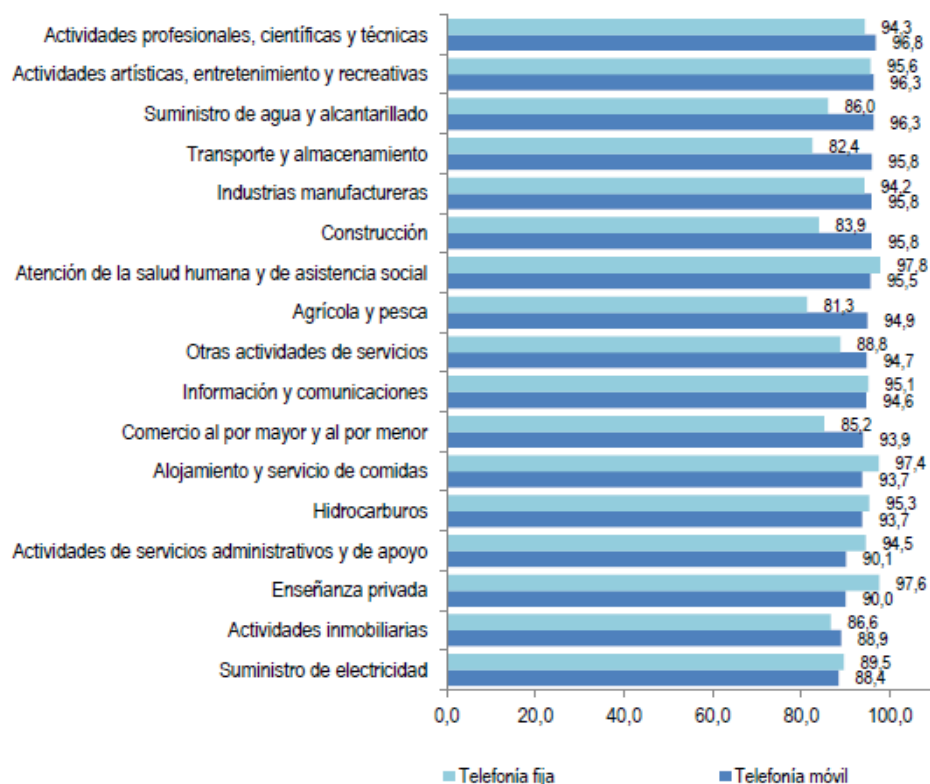
En diversos países hay estudios sobre el uso de un Sistema de información Geográfica asociadas a Malaria, por ejemplo en Uganda (13), Tanzania (14), Vietnam (15) Colombia (16), Brasil (17) y las Islas Solomon (46) entre otros, en donde se usa el SIG para determinar el área de mayor riesgo, convirtiéndose en un elemento clave en el plan de eliminación de la Malaria (13).

En el Perú el Instituto Nacional de Salud (INS) creó un sistema llamado NETLAB para la vigilancia de la salud pública en el cual el INS o los centros referenciales ingresan en un aplicativo vía web los resultados emitidos (47). Adicionalmente se puede agregar la identificación correcta de los pacientes ya que existe un convenio con RENIEC. Actualmente se utiliza en diversas enfermedades, pero para Malaria

se presenta el problema en zonas rurales, en donde la conectividad es deficiente o está ausente.

El **subproyecto 2** del Convenio Fondecyt 162-2016: Círculo para la implementación de una plataforma de diagnóstico molecular diferencial y TICs para la vigilancia de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria de la Universidad Cayetano Heredia, consciente de que la mayoría de la población peruana posee telefonía móvil (Ver Gráfico N° 2) y sabiendo la muy alta cobertura de internet y la preferencia por parte de la población, deciden aprovecharla como medio de comunicación para su sistema basado en una aplicación en celular unida a un Sistema de Información geográfica para Malaria.

Gráfico N°2 Telefonía Móvil en Perú



*Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática –Encuesta Económica Anual 2016

ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO EN SALUD

Existen diversos estudios de análisis Costo - Beneficio relacionados al área de la salud en los cuales los beneficios son mayores a los costos, por tanto los proyectos son viables (48). Anualmente 95 países sufren grandes pérdidas económicas en la lucha contra la Malaria. Por ejemplo Wisnslow en 1951 describió que el gasto del Perú por Malaria ascendió a \$30 millones (34). Es por ello que los países afectados por Malaria optan por emplear diversas estrategias para disminuir la prevalencia de la enfermedad y por ende reducir sus costos. Para saber si las medidas que desean implementar son las adecuadas deben utilizar evaluaciones económicas como el Análisis Costo-Beneficio (4, 35).

En el Análisis Costo-beneficio tanto los costos como los beneficios son expresados en términos monetarios (1). Se consideran los efectos de la enfermedad en la población y en la economía del país (34). Luego se calculan los costos y beneficios netos, el VAN y la TIR, que son indicadores de suma importancia en la evaluación final del análisis de la nueva estrategia a implementar. Posteriormente se realiza el análisis de sensibilidad a las principales variables (49).

JUSTIFICACIÓN

La inversión de alguna de las entidades del gobierno en un Sistema de Información basado en Tecnologías de Información y Comunicación para geolocalización de Malaria tiene una justificación suficiente, desde el punto de vista del rol social del estado, en que proporcionará a todas las partes interesadas, locales, regionales y nacionales, de información muy valiosa y en tiempo real que les permita la toma de decisiones integradas, apropiadas y oportunas. Se justifica un estudio desde la perspectiva puramente económica del proyecto, para determinar si los beneficios económicos que genera superan a los costos del proceso de su implementación, y suponiendo que la inversión es hecha por el estado peruano. Si bien el proyecto ya está totalmente financiado y en proceso de puesta en marcha, y que la determinación de los beneficios que el proyecto genera es en sí un reto enorme, pues es y será muy complicado saber si cualquier cambio en la prevalencia de malaria se debe a la implementación del proyecto o a cambios en el entorno, hacerlo determinando el número de infecciones que el proyecto debe evitar, en comparación con el número actual de infecciones para que los ingresos igualen a los costos, es un ejercicio que puede ser de utilidad cuando se deban hacer estudios del mismo tipo a intervenciones en salud similares.

Este nuevo Sistema de Información basado en Tecnologías de Información y Comunicación para geolocalización de Malaria servirá como una herramienta de apoyo en contribución a la perspectiva de eliminación de la Malaria ayudando con la geolocalización en la detección de Malaria residual, lo que contribuirá en la toma de las medidas sanitarias adecuadas.

La prevalencia de Malaria es mayor en el estrato socioeconómico bajo, lo que obliga a la población de menores recursos a incurrir en gastos que se podrían evitar.

El estado peruano no puede desperdiciar los recursos en estrategias que resulten caras o improductivas. Tener acceso rápido a los casos notificados y saber el lugar donde se han producido muertes por Malaria, permitirá analizar la información e identificar en qué ciudades o poblados hay mayor prevalencia de la enfermedad (29), información que ayudará al gobierno a direccionar los recursos en forma idónea.

Actualmente en el país la mayoría de la población tiene cobertura telefónica (50) y el estado peruano ha apostado por el desarrollo de las TIC, por lo que es el momento oportuno para desarrollar herramientas que, aprovechando esta tecnología, nos ayuden en la vigilancia de la Malaria dando un informe completo de parte de todos los sectores de la salud, ya sean públicos o privados.

El subproyecto 2 del Convenio Fondecyt 162-2016: Círculo para la implementación de una plataforma de diagnóstico molecular diferencial y TICs para la vigilancia de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria de la Universidad Cayetano Heredia ha ejecutado el proyecto “Sistema de Información basado en Tecnologías de Información y Comunicación para geolocalización de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria”, que contó con financiamiento de FONDECYT-CONCYTEC para el desarrollo de los programas de software que correrán en

servidores y en dispositivos móviles (teléfonos inteligentes, tabletas). Al terminar la etapa de validación del software, el sistema se podrá ofrecer al Estado de forma gratuita con el fin de integrarse al sistema actual (NETLAB) ya que ofrecerá algunas ventajas con respecto al sistema existente, como el fácil acceso por parte de los usuarios, geolocalización y la inmediatez de transferencia de la información, además de poder recabar información en las zonas con acceso limitado a Internet.

Si el Estado eligiese usarlo, deberá incurrir en un costo mensual por la operación del sistema. Este costo refuerza la justificación de realizar un Análisis Costo-Beneficio, para saber si los beneficios que genere este nuevo sistema serán mayores que los costos incurridos.

En un primer escenario se consideró como beneficios a los ingresos estimados que el paciente y sus familiares generarían de no contagiarse de Malaria y al ahorro estimado que tendrá el Estado por el uso del nuevo sistema. En un segundo escenario se consideró solo el ahorro del Estado.

OBJETIVOS

General:

Evaluar a través de un estudio Costo-Beneficio un Sistema de Información basado en Tecnologías de Información y Comunicación para geolocalización de Malaria.

Objetivo Específico

Determinar la viabilidad económica de emprender el proyecto, asumiendo que es financiado por el Ministerio de Salud, usando un Análisis Costo - Beneficio del mismo.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

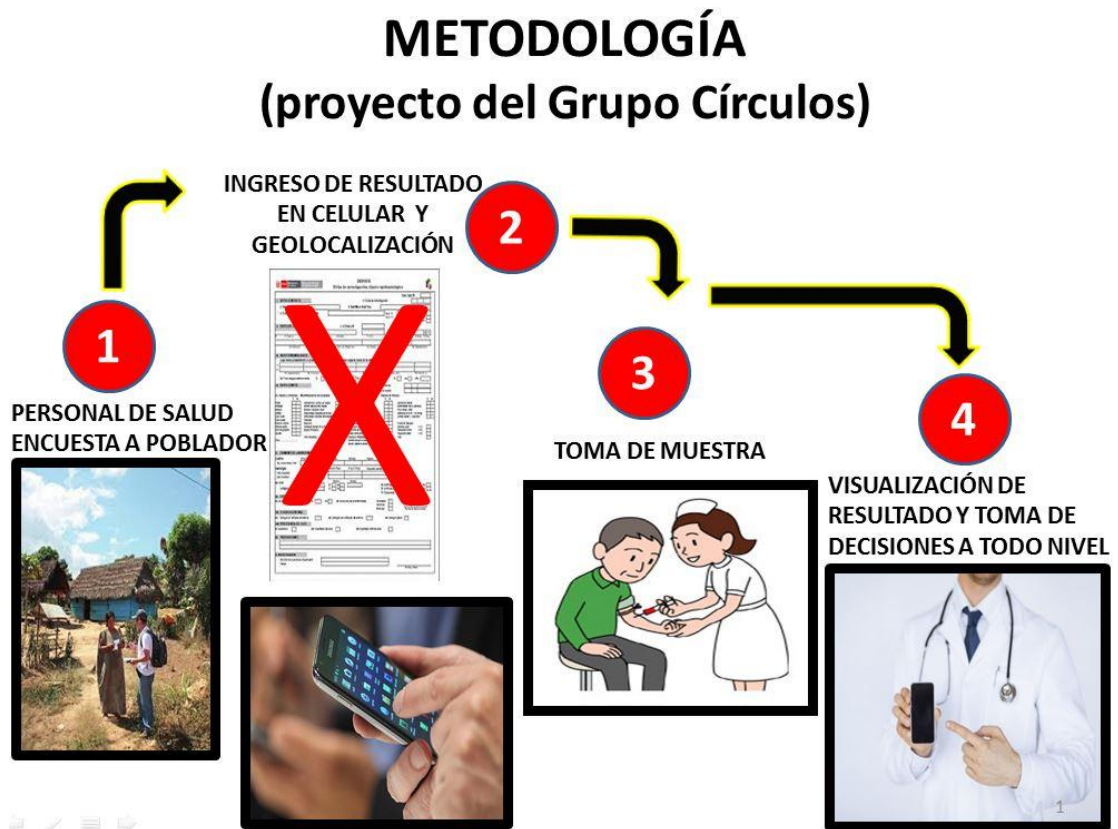
Este trabajo se basó en el protocolo del proyecto “Sistema de Información basado en Tecnologías de Información y Comunicación para geolocalización de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria” con código SIDISI 101048 realizado por el **subproyecto 2** del Convenio Fondecyt 162-2016: Círculo para la implementación de una plataforma de diagnóstico molecular diferencial y TICs para la vigilancia de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria de la Universidad Cayetano Heredia.

La metodología que utilizó el proyecto principal fue la revisión de bases de datos de sistemas web, telefonía móvil y Sistema de Información Geográfica. El personal de salud realizó una colecta activa en zonas que se encontraban alrededor de las postas de Rumococha, Santo Tomás y Quistococha en donde en una tableta que tenía el aplicativo previamente descargado y diseñado por los investigadores. Completaron los datos del paciente en un programa basado en la necesidad de los usuarios, enviándose posteriormente a un repositorio en un servidor alojado en internet y por tanto de fácil acceso, desde donde los usuarios, con las restricciones que su perfil les imponga, pueden acceder a los distintos niveles de información. Además, realizaron pruebas de usabilidad, utilidad y pruebas de campo para evaluar el correcto funcionamiento del sistema.

El encuestador procedió a realizar la georreferenciación en el punto de toma de muestra y posteriormente tomó la muestra sanguínea en un tubo de citrato de sodio 3.2% para que el microscopista de cada posta la examine realizando la prueba de oro “gota gruesa”.

Además se enviaron las muestras al laboratorio satélite de la Universidad Peruana Cayetano Heredia en Punchana que fue el punto de acopio de traslado a la ciudad de Lima, en donde se realizó la prueba de PCR para distinguir las especies encontradas.

Gráfico N°3 Metodología del subproyecto 2



El presente trabajo tomó algunos datos de las encuestas del proyecto principal que se realizó en Loreto, zona de mayor prevalencia de malaria (96.5% de los casos a nivel nacional) (28, 32) y para realizar el Análisis Costo - Beneficio del nuevo sistema a implementar se calcularon los beneficios a obtener (algunos de ellos se obtuvieron del Ministerio de Salud del Perú, otros de las encuestas realizadas por el proyecto principal y otros proporcionados por expertos en el tema) y los costos del nuevo sistema a implementar (datos obtenidos del proyecto principal)

La evaluación fue una estimación proyectada a un período de 2 años, tiempo en el cual se consideró se requerirá una actualización del software.

DISEÑO DE ESTUDIO

Evaluación económica de tipo Análisis Costo-Beneficio.

OPERACIONABILIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Tipo de variable	Dimensiones	Indicador	Unidad de medida	Fuente de recolección
Costo de Vigilancia y Prevención	Cuantitativa-continua	Costos de vigilancia	Costo de control vectorial	Soles	Decreto Supremo 122-2018 EF
		Costos de prevención	Costos de promoción	Soles	Decreto Supremo 122-2018 EF
Costos en Diagnóstico	Cuantitativa-continua	Costos de exámenes de laboratorio	Costo del examen por Número de exámenes realizados	Soles	Recolección de información en Establecimientos y MINSA
Costos Curación	Cuantitativa-continua	Costo de consultas	N° de consultas *costo unitario	Soles	Recolección de información en Establecimientos Tarifario MINSA
		Costo de medicinas	Costo por Tratamiento	Soles	
Costos de Viaje	Cuantitativa-continua	Financiera	Económico	Soles	Experto
Costos de alimentación	Cuantitativa-continua	Financiera	Económico	Soles	Experto
Pérdida de oportunidad de Ingresos	Cuantitativa-continua	Pérdida de oportunidad de Ingresos por enfermedad	Tiempo perdido por enfermedad *costo hora- hombre	Soles	Experto
Costos de Tiempo de ocio perdido	Cuantitativa-continua	-Costos de Tiempo de ocio perdido—por duración de viaje del acompañante	Costo hora-hombre * tiempo perdido	Soles	Experto
Costos de Nuevo sistema	Cuantitativa continua	Hardware	Equipos y bienes duraderos	Soles	Trabajo principal con código SIDISI 101048 Trabajo principal con código SIDISI 101048
		Software	Servicios tecnológicos	Soles	

CONSIDERACIONES ÉTICAS.

El trabajo se realizó de un análisis secundario de datos, ya que la base principal de datos pertenece al proyecto “Sistema de Información basado en Tecnologías de Información y Comunicación para geolocalización de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria” con código SIDISI 101048, el cual ya fue evaluado y aprobado por el comité de Ética de UPCH. Esta es la razón por la cual no se tuvo contacto alguno con sujetos humanos, ya que sólo se tuvo acceso a las encuestas las cuales son anónimas, por tanto se desconocía la identidad de los encuestados, anulando los posibles riesgos para los sujetos de estudio, manteniendo así uno de los principios éticos de la investigación, el principio de “*Beneficencia*”.

Este protocolo se registró en el SIDISI (Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación) y pasó una evaluación previa por el comité de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS

Para implementar una nueva tecnología en salud se debe realizar una evaluación económica, en nuestro caso un Análisis Costo - Beneficio, en el cual se comparó el costo incurrido y la estimación de los beneficios que generaría la intervención.

Estimación de Beneficios:

Se consideraron como beneficios el aumento de ingresos y la disminución de egresos. Por ello en el estudio estimamos la reducción en el gasto de los centros de salud atribuibles a la intervención (insumos, costo de personal y otros gastos de servicios generales e intermedios) además de ahorros en costos del propio paciente y de sus familiares (tiempo de vida laboral ganado, costo de viaje, alimentación, etc.) que puede ganarse mediante la implementación del sistema propuesto.

Estimación de Costos:

Costos relacionados a la propia intervención.

La información para estimar algunos de los beneficios se obtuvo de las encuestas realizadas por el proyecto principal “Sistema de Información basado en Tecnologías de Información y Comunicación para geolocalización de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria” con código SIDISI 101048 en el departamento de Loreto. Otros datos se obtuvieron de la recolección de información en los diversos organismos centrales del MINSA y para los cálculos se usó el programa Microsoft Excel.

En cuanto a los costos de la propia intervención se obtuvieron directamente del proyecto principal.

Al terminar la recolección de los datos se procedió a realizar el Análisis Costo-Beneficio, en dos escenarios:

1. Análisis Costo – Beneficio con el proyecto financiado por el Estado peruano. (Se consideró los beneficios para el paciente y el Estado peruano).
2. Análisis Costo – Beneficio con el proyecto financiado por el Estado peruano. (Se consideró solo beneficios para el Estado peruano).

Análisis Costo - Beneficio

En el mundo de las finanzas se habla del criterio Costo - Beneficio en el que se suman los beneficios y el resultado se divide entre la suma de los costos, sin hacer la operación de descuento, mostrándonos la proporción que hay entre ellos. Si el resultado es mayor a 1, es decir, la suma de los beneficios es mayor a la suma de los costos, el proyecto se considera económicamente Viable. En el mundo de la salud se usa el Análisis Costo - Beneficio en el cual los beneficios y los costos son descontados a la tasa que muestra el costo de oportunidad del capital invertido, es decir, se calcula su Valor Actual o Valor Presente antes de ser sumados

Para calcular el Valor Actual Neto, VAN, se calculan primero los flujos netos de cada periodo, diferencia entre los beneficios de un periodo y los costos del mismo periodo, y se presentan en un Flujo de Caja. Usualmente en los primeros periodos el flujo neto es negativo, pues se incurre en gastos sin generar ingresos. Luego estos

flujos netos son descontados y sumados. El VAN nos muestra cuánto mayor o menor son los Ingresos que los Gastos, ambos descontados. Entonces si el VAN es mayor a cero se sugiere aceptar el proyecto (51) o expresado de otra manera si el valor actual de los beneficios es mayor al valor actual de los costos se recomienda implementar el proyecto.

Tanto el Análisis Costo - Beneficio como el VAN llegan a la misma conclusión. El primero divide la suma de los beneficios descontados entre la suma de los costos descontados, y si el cociente es mayor a 1, pues los beneficios son mayores a los costos, recomienda aceptar el proyecto. El VAN resta los costos descontados de los beneficios descontados y si el resultado es mayor a cero, pues los beneficios son mayores a los costos, recomienda aceptar el proyecto. El punto de indiferencia para el primero se da cuando el cociente es igual a 1, y para el segundo cuando la resta es igual a 0.

1. Análisis Costo –Beneficio con proyecto financiado por el Estado peruano y considerando tanto los beneficios para el Estado peruano como para los pacientes.

Estimación del Análisis Costo-Beneficio

Valor actual de Beneficios (descontados):

$$VA \text{ Beneficios} = B_0 + \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+k)^t} = B_0 + \frac{B_1}{(1+k)^1} + \frac{B_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{B_n}{(1+k)^n}$$

En donde:

B_0 = Suma de los beneficios al inicio del proyecto (no suelen haber beneficios pues recién se implementó el sistema).

B_t = Suma de los beneficios en el período t .

k = Costo de Oportunidad del Capital, tasa de descuento.

Valor actual de Costos (descontados):

$$VA \text{ Costos} = C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+k)^t} = C_0 + \frac{C_1}{(1+k)^1} + \frac{C_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+k)^n}$$

En donde:

C_0 = Suma de los costos iniciales del proyecto.

C_t = Suma de los costos en el período t .

k = Costo de Oportunidad del Capital, tasa de descuento.

Entonces:

Si $VA \text{ Beneficios} > VA \text{ Costos}$ entonces los beneficios son mayores que los costos y el proyecto será VIABLE desde el punto de vista económico y se recomienda su implementación.

Si $VA \text{ Beneficios} < VA \text{ Costos}$ entonces los beneficios son menores que los costos y el proyecto NO ES VIABLE desde el punto de vista económico y no se recomienda su implementación.

2. Análisis Costo –Beneficio con proyecto financiado por el Estado peruano considerando solo los beneficios para el Estado peruano.

Estimación del Análisis Costo-Beneficio

Valor actual de Beneficios (descontados):

$$VA \text{ Beneficios} = B_0 + \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+k)^t} = B_0 + \frac{B_1}{(1+k)^1} + \frac{B_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{B_n}{(1+k)^n}$$

En donde:

B_0 = Suma de los beneficios al inicio del proyecto (no suelen haber beneficios pues recién se implementó el sistema).

B_t = Suma de los beneficios en el período t.

k = Costo de Oportunidad del Capital, tasa de descuento.

Valor actual de Costos (descontados):

$$VA \text{ Costos} = C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+k)^t} = C_0 + \frac{C_1}{(1+k)^1} + \frac{C_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+k)^n}$$

En donde:

C_0 = Suma de los costos iniciales del proyecto.

C_t = Suma de los costos en el período t.

k = Costo de Oportunidad del Capital, tasa de descuento.

Entonces:

Si $VA \text{ Beneficios} > VA \text{ Costos}$ entonces los beneficios son mayores que los costos y el proyecto será **VIABLE** desde el punto de vista económico y se recomienda su implementación.

Si $VA \text{ Beneficios} < VA \text{ Costos}$ entonces los beneficios son menores que los costos y el proyecto **NO ES VIABLE** desde el punto de vista económico y no se recomienda su implementación.

Se estimó el flujo económico del proyecto proyectado a 2 años y se calculó su VAN:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

En donde:

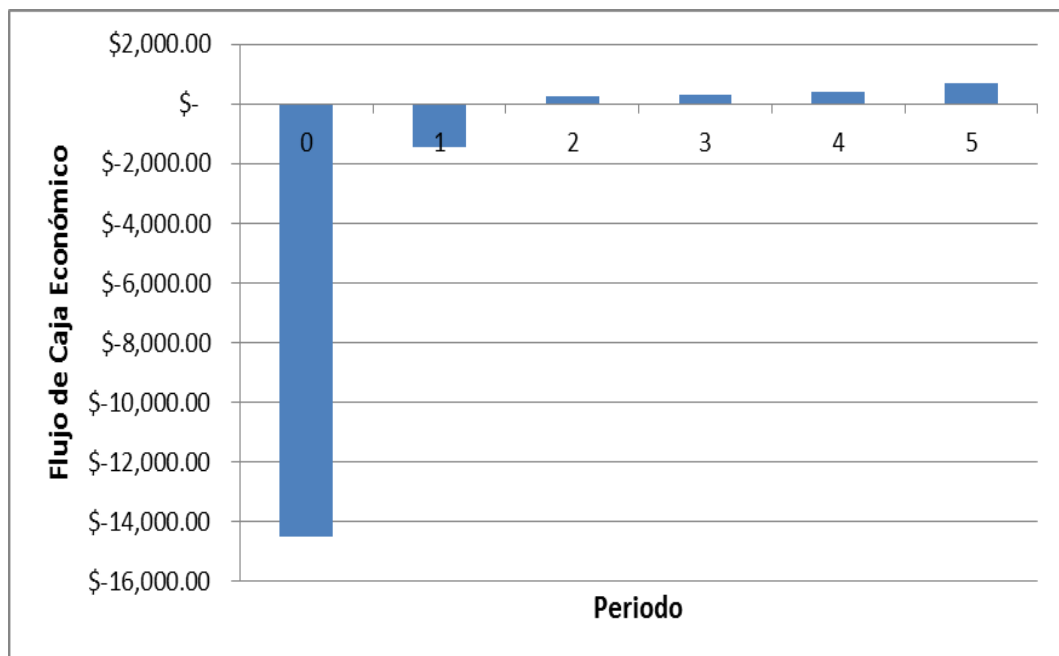
$-I_0$ = Inversión inicial del proyecto.

F_t = Flujo neto en el periodo t .

k = Costo de Oportunidad del Capital, tasa de descuento.

Si el VAN es mayor a cero se sugeriría aceptar el proyecto, si el VAN es menor a cero significará que los beneficios son menores a los costos, y no se recomienda la implementación de este nuevo sistema. (Ver Gráfico N°4).

Gráfico N° 4 Comportamiento del flujo de caja a través del tiempo proyectado



***Fuente: Elaboración propia.**

Otro concepto es el Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC) (52). Este se usa cuando un proyecto tiene más de una fuente de financiamiento, con costos de capital distintos. Supongamos un ejemplo en que un proyecto tiene dos fuentes de financiamiento, el Estado (E) y un particular (P), ambos con costos de oportunidad diferentes. Para calcular la tasa de descuento se debe conocer el aporte de cada uno, para calcular la proporción individual, y luego multiplicar cada uno por su costo de oportunidad. La suma de estos dos últimos números será el Costo Promedio Ponderado de Capital y es el que debe ser usado para descontar los flujos.

$$i_{PP} = \frac{E}{E + P} * i_E + \frac{P}{E + P} * i_P$$

Donde:

E =Aporte del Estado

P =Aporte del Privado

i_E =Tasa de descuento del Estado

i_P =Tasa de descuento del Particular

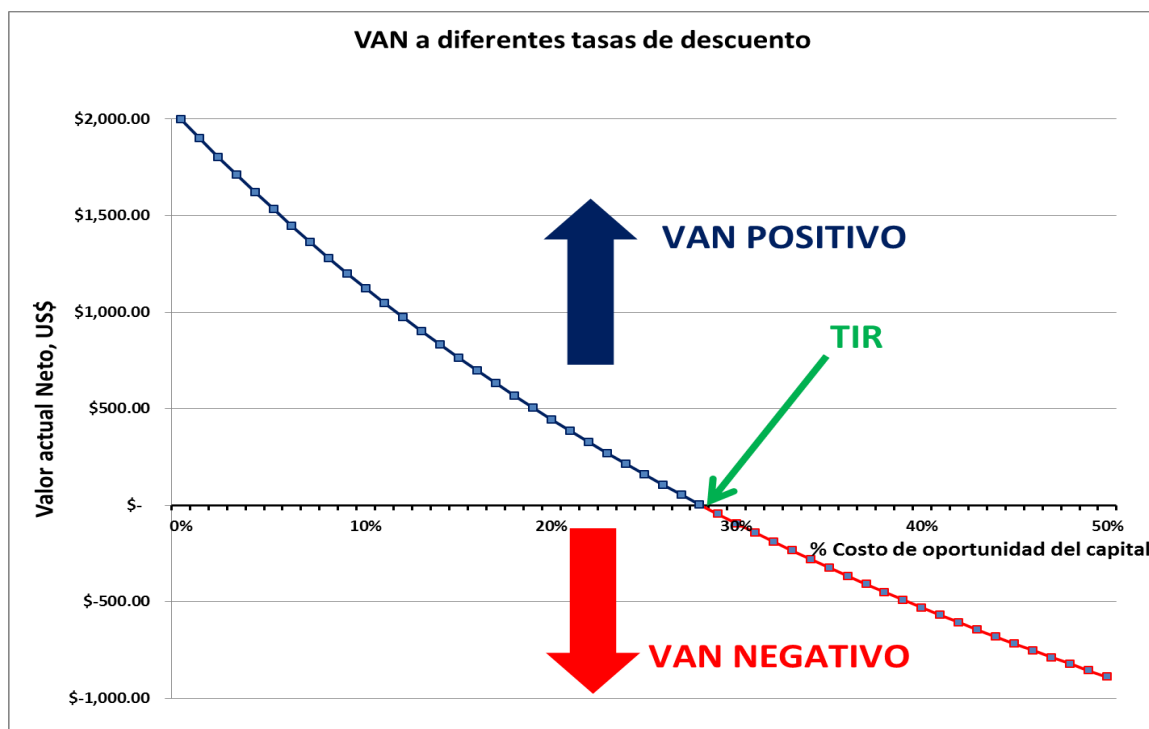
Se usó como tasa de descuento el Costo de oportunidad del Estado, la Tasa Social de Descuento de 8% (53, 54) y también se calculó la Efectividad del proyecto definiéndola como el porcentaje de casos que la implementación del sistema evita.

Este porcentaje de efectividad luego se convierte en el número mínimo de infecciones mensuales que deben ser evitadas

Como no se tuvo acceso a información que permita estimar este porcentaje, se inició con una cifra arbitraria que luego se ajustó en un proceso de iteración automática hasta hacer que el Valor Actual de los beneficios sea igual al Valor Actual de los costos, descontados ambos a la Tasa Social de Descuento, punto en que el cociente Beneficio / Costo es igual a 1 y el Valor Actual Neto es igual a cero. Este es el punto de indiferencia para ambos criterios.

Una ventaja de presentar los Beneficios y Costos en forma de un Flujo de Caja es que se puede calcular su Tasa Interna de Retorno (TIR), la tasa de rentabilidad del proyecto, y el punto de indiferencia que será cuando la rentabilidad esperada del proyecto sea igual al costo de oportunidad. Además se puede apreciar que si la TIR es mayor al Costo de Oportunidad de Capital (COK) entonces también se puede asumir que el VAN será mayor a cero y se puede recomendar la implementación del proyecto, si la TIR es igual a COK el VAN es igual a cero y si la TIR es menor al COK entonces no será viable el proyecto desde el punto de vista económico. (Ver Gráfico N° 5)

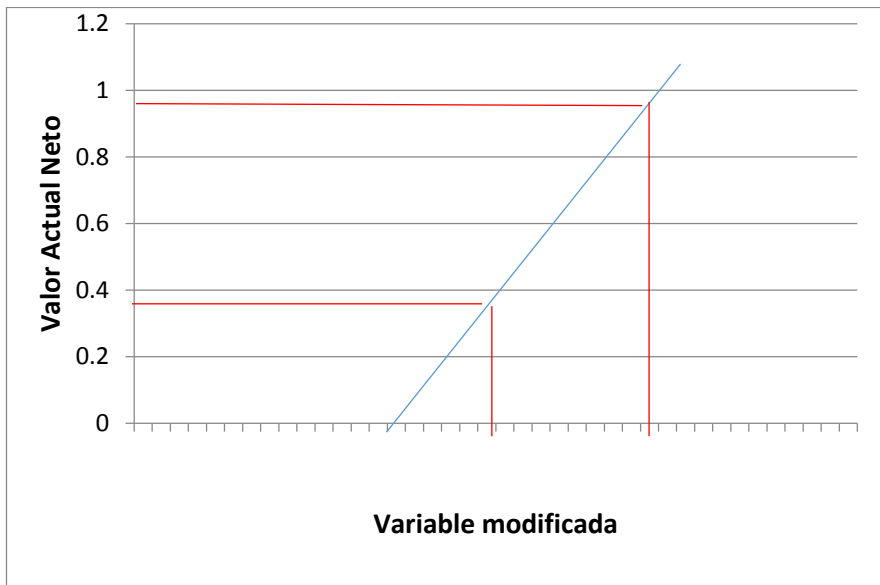
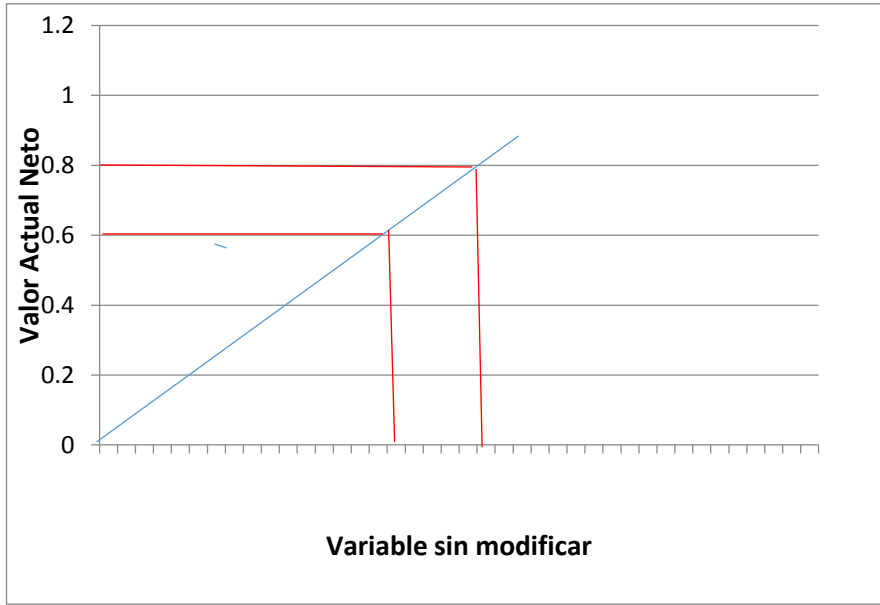
Gráfico N° 5 Representación de VAN, TIR y COK



***Fuente: Elaboración propia.**

También en estos escenarios se hizo un análisis de sensibilidad unidimensional ordinario donde se identificaron las variables críticas (55) y se observó cómo varía el VAN ante el cambio de alguna de estas variables. En las gráficas se extrapoló los valores en las pendientes y se pudo observar qué variable fue más sensible a la modificación. Por ejemplo, al variar un beneficio en sentido positivo el VAN también aumentó (Ver Gráficos N°6 y Gráfico N°7)

Gráfico N° 6 y N° 7 Análisis de Sensibilidad de una Variable



***Fuente: Elaboración propia.**

RESULTADOS

Antes de calcular los beneficios y los costos se calculó el porcentaje de positividad de malaria en Loreto (**Tabla N° 4**) y el porcentaje de positividad de malaria con respecto al total de enfermedades Metaxénicas y Zoonóticas (**Tabla N° 5**)

Tabla N° 4 Situación de la Malaria en Perú y Loreto-2018

	Anual	Mensual
Total casos malaria Loreto	42,868	3,572
Proporción del total nacional	96.54%	
Total casos malaria Nacional	44,404	3,700

Tabla N° 5 Situación en Perú de Enf. Metaxénicas y Zoonóticas-2018

Casos Positivos de Enf. Metaxénicas y Zoonóticas		
	N°	%
Dengue	6,930	11.868%
Zika	1,008	1.726%
Chikunguya	341	0.584%
Malaria	44,404	76.046%
LEISHMANIA	5,514	9.443%
CARRION	144	0.247%
CHAGAS	47	0.080%
RABIA	-	0.000%
PESTE	3	0.005%
CARBUNCO	-	0.000%
Total casos	58,391	100.000%

ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS:

Los beneficios considerados son los ahorros en los costos directos (incluyendo los incurridos por MINSA y ESSALUD, como costos en vigilancia, prevención, diagnóstico) y ahorros en los costos indirectos (familias pierden oportunidades de ingreso debido a la malaria, como ingreso perdido por inhabilitación en el trabajo (10)) que se generarán como consecuencia del uso de la aplicación en el Ministerio de Salud y en los pacientes.

Ministerio de Salud:

- Vigilancia: (Ver Tabla # 6)
- Prevención: (Ver Tabla # 7)
- Exámenes de laboratorio: (Ver Tabla # 8)
- Consultas: (Ver Tabla # 9)
- Tratamiento: (Ver Tabla # 10)

Pacientes: (Ver Tabla # 11)

- Desplazamientos por Paciente
- Desplazamientos del Familiar
- Gastos alimentación
- Inhabilitación para el trabajo

Ministerio de Salud:

Tabla N° 6 Presupuesto de Loreto para Vigilancia de Malaria -2018

Ministerio de Salud	Nacional
Vigilancia Metaxénicas y Zoonóticas	S/ 2,308,879.00
Vigilancia Malaria Nacional Anual	S/ 1,755,809.34
Vigilancia Malaria Nacional Mensual	S/ 146,317.44
Vigilancia Malaria Loreto	S/ 141,256.11

*En el supuesto que el presupuesto entregado para la vigilancia de enfermedades metaxénicas y zoonóticas a nivel nacional se repartiera en función al porcentaje de positividad entre estas, obteniendo Malaria el 76.046% de positividad (Tabla N°5) en comparación a las otras enfermedades metaxénicas y zoonóticas y que posteriormente el presupuesto anual para la vigilancia de malaria resultante se dividiera a nivel departamental en proporción a la positividad de la enfermedad, teniendo Loreto el 96.54% de positividad de malaria (Tabla N°4).

Tabla N° 7 Presupuesto de Loreto para Prevención de Malaria -2018

Prevención Metaxénicas y Zoonóticas	S/ 15,801,594.00
Prevención Malaria Nacional Anual	S/ 12,016,474.80
Prevención Malaria Nacional Mensual	S/ 1,001,372.90
Prevención Malaria Loreto	S/ 966,733.91

*En el supuesto que el presupuesto entregado para la prevención de enfermedades metaxénicas y zoonóticas a nivel nacional se repartiera en función al porcentaje de positividad entre éstas, obteniendo Malaria el 76.046% de positividad (Tabla N°5) en comparación a las otras enfermedades metaxénicas y zoonóticas y que posteriormente el presupuesto anual para la prevención de malaria resultante se dividiera a nivel departamental en proporción a la positividad de la enfermedad, teniendo Loreto el 96.54% de positividad de malaria (Tabla N°4).

Tabla N° 8 Costos Mensuales por Exámenes de laboratorio de Malaria-2018

	Positivos	Negativos
Exámenes de laboratorio	S/ 10.00	S/ 10.00
Exámenes por paciente	3	1
Pacientes anual	42,868.00	437,132.00
Pacientes mensual	3,572.33	36,427.67
	S/ 107,170.00	S/ 364,276.67
Total de costos por exámenes de laboratorio	S/ 471,446.67	

*Datos obtenidos del experto

Tabla N° 9 Costos Mensuales por Consultas Médicas-2018

	Positivos	Negativos
Costo de Consulta	S/ 10.00	S/ 10.00
Consultas por paciente	3.5	1
Pacientes anuales	42,868.00	437,132.00
Pacientes mensuales	3,572.33	36,427.67
Total costo de consultas	S/ 125,031.67	S/ 364,276.67
Total de costos de consultas mensual	S/ 489,308.33	

Tabla N° 10 Costos Mensuales por Tratamiento de Malaria en Loreto-2018

	Positivos <i>P. vivax</i>	Positivos <i>P. falciparum</i>
Costo de Medicamentos	78.57%	21.43%
Número de dosis	7	3
Pacientes positivos por Malaria anual	33,681.00	9,187.00
Pacientes positivos por Malaria mensual	2,806.75	765.58
Medicinas:		
Cloroquina + Primaquina precio unitario	S/ 1.20	
Artesunato + Mefloquina+Primaquina		S/ 3.28
Costo de tratamiento mensual	23,615.99	7,533.34
Total de Costo de tratamiento mensual	S/ 31,149.33	

*Datos de precios de medicamentos obtenidos del Ministerio de Salud

Total de Costos - Ministerio de Salud Mensual S/ 2,099,894.35

GASTOS DE LOS PACIENTES ENFERMOS

Tabla N° 11 Gastos de Pacientes enfermos de Malaria en Loreto-2018

Desplazamientos por Paciente		S/ 27.00
Desplazamientos Familiar por paciente		S/ 3.00
Gastos alimentación por paciente		S/ 25.00
Inhabilitación para el trabajo (Diario - total)	S/ 39.19	S/ 274.33
Total gastos por paciente enfermo		S/ 329.33
Total gastos por total pacientes enfermos anual		S/ 14,117,718.44

Total gastos por total pacientes enfermos mensual S/ 1,176,476.54

*Datos obtenidos del experto Hugo Rodríguez

RESUMEN

Tabla N° 12 Total de Costos de Ministerio de Salud y de pacientes

Total costos MINSA Mensual	S/ 2,099,894.35
Total gastos por total pacientes enfermos mensual	S/ 1,176,476.54
	S/ 3,276,370.89

ESTIMACIÓN DE COSTOS:

Los costos serán ocasionados por la elaboración e implementación del mismo sistema

Además de ejecutarse el proyecto habrá una inversión adicional por la compra de tabletas o celulares para cada promotor

Tabla N° 13 Costos de Sistema a Implementar

Desarrollo y Programación	S/ 25,000.00
Licencia	S/ 15,000.00
Recursos Humanos	S/ 57,600.00
Equipos y bienes duraderos	S/ 7,500.00
Pasajes y viáticos	S/ 25,000.00
Servicios tecnológicos de terceros	S/ 82,000.00
Computadora	S/ 10,000.00
Gastos de gestión	S/ 1,000.00
Ingeniero Geógrafo	S/ 10,000.00
Otros gastos	S/ 14,000.00
Servicios de colecta de datos	S/ 40,000.00
Inversión en tabletas	S/ 385,000.00
Total Costos	S/ 672,100.00

Al haber determinado los beneficios y costos, se hizo el Análisis Costo-Beneficio en dos escenarios:

1. Análisis Costo – Beneficio con proyecto financiado por el Estado peruano (se consideraron los beneficios para el paciente y para el Estado peruano).
2. Análisis Costo – Beneficio con proyecto financiado por el Estado peruano (se consideraron solo beneficios para el Estado peruano).

1.-Análisis Costo – Beneficio con proyecto financiado por el Estado peruano

Tabla N° 14 Análisis Costo – Beneficio con proyecto financiado por el Estado peruano (Considerando beneficios para el paciente y para el Estado peruano).

Mes →	0	1	2	3	4	5	6	12	24
Costos									
Desarrollo y Programación	S/ 25,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Licencia	S/ 15,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 15,000.00	S/ -
Recursos Humanos	S/ 57,600.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Equipos y bienes duraderos	S/ 7,500.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Pasajes y viáticos	S/ 25,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Servicios tecnológicos de terceros	S/ 82,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Computadora	S/ 10,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Gastos de gestión	S/ 1,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Ingeniero Geografo	S/ 10,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Otros gastos	S/ 14,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Servicios de colecta de datos	S/ 40,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Inversión en tablets	S/ 385,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Total Costos	S/ 672,100.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 15,000.00	S/ -
Efectividad	0.00%	0.2073%	0.41%	0.62%	0.83%	1.04%	1.04%	1.04%	1.04%
Beneficios (disminución de egresos)									
Ministerio de Salud									
Vigilancia Malaria	S/ -	S/ 292.85	S/ 585.70	S/ 878.55	S/ 1,171.40	S/ 1,464.25	S/ 1,464.25	S/ 1,464.25	S/ 1,464.25
Prevención Malaria	S/ -	S/ 2,004.22	S/ 4,008.43	S/ 6,012.65	S/ 8,016.87	S/ 10,021.09	S/ 10,021.09	S/ 10,021.09	S/ 10,021.09
Exámenes de laboratorio	S/ -	S/ 977.40	S/ 1,954.79	S/ 2,932.19	S/ 3,909.58	S/ 4,886.98	S/ 4,886.98	S/ 4,886.98	S/ 4,886.98
Consulta	S/ -	S/ 1,014.43	S/ 2,028.85	S/ 3,043.28	S/ 4,057.71	S/ 5,072.13	S/ 5,072.13	S/ 5,072.13	S/ 5,072.13
Tratamiento	S/ -	S/ 64.58	S/ 129.16	S/ 193.73	S/ 258.31	S/ 322.89	S/ 322.89	S/ 322.89	S/ 322.89
Paciente	S/ -	S/ 2,439.05	S/ 4,878.11	S/ 7,317.16	S/ 9,756.21	S/ 12,195.26	S/ 12,195.26	S/ 12,195.26	S/ 12,195.26
Total Beneficios	S/ -	S/ 6,792.52	S/ 13,585.04	S/ 20,377.56	S/ 27,170.08	S/ 33,962.60	S/ 33,962.60	S/ 33,962.60	S/ 33,962.60
Flujo Económico	S/ -672,100.00	S/ 6,792.52	S/ 13,585.04	S/ 20,377.56	S/ 27,170.08	S/ 33,962.60	S/ 33,962.60	S/ 18,962.60	S/ 33,962.60
Costo de Oportunidad de Capital	8.00% TEA	0.643% TE Mensual							
Valor Actual de los Costos	S/ 685,988.89								
Valor Actual de los Beneficios	S/ 685,988.89								
Beneficio Costo	1.00								
VAN	S/ -								
TIR	0.643%	TE Mensual							
	8.00%	TE Anual							

Número mínimo de infecciones evitadas 37.0 mensualmente

Si la intervención lograse evitar esa cantidad de infecciones cada mes, y a partir del mes 5 en que se estabiliza, la intervención se justifica desde el punto de vista económico.

Si la intervención lograse evitar al menos 37 infecciones cada mes, 1.04% del total actual, y a partir del mes 5 en que se estabiliza, la intervención se justifica desde el punto de vista económico.

Gráfico N° 8 EFECTIVIDAD VERSUS COSTO - BENEFICIO (Escenario 1)

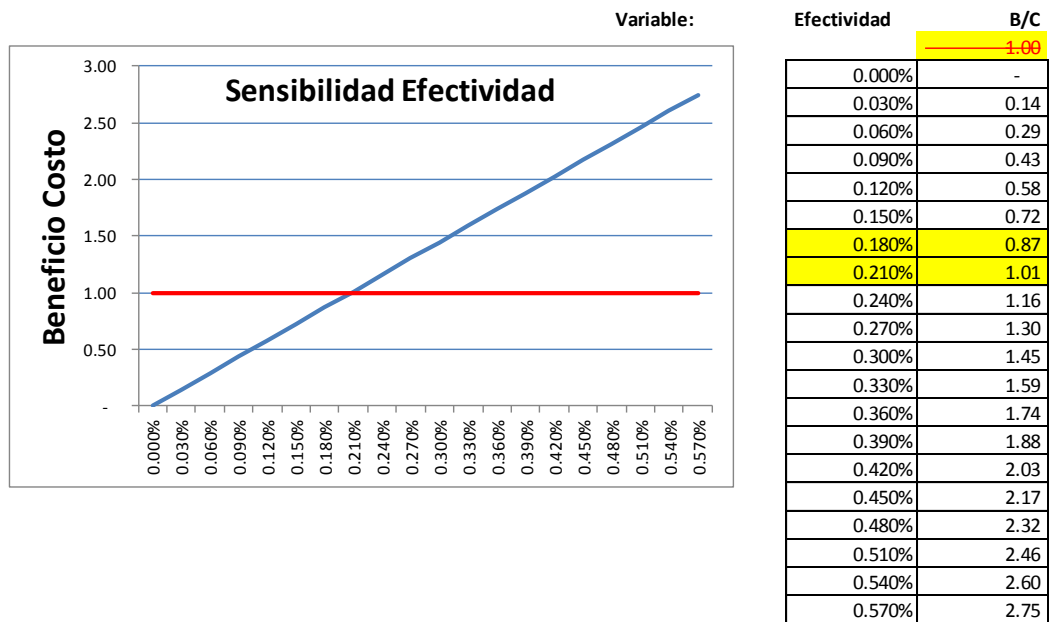
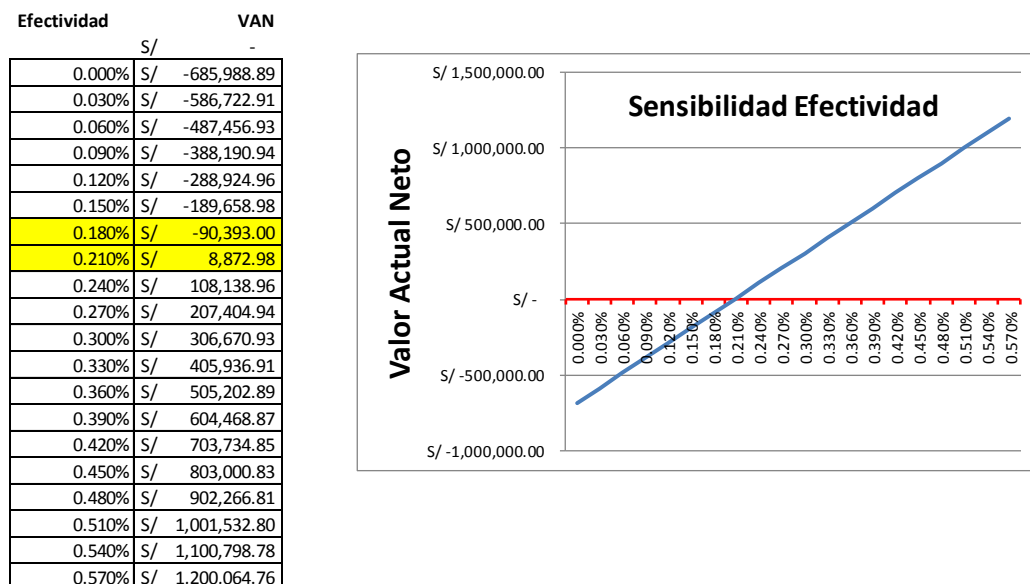


Gráfico N° 9 EFECTIVIDAD VERSUS VAN (Escenario 1)



2.- Análisis Costo – Beneficio con proyecto financiado por el Estado peruano

Tabla N° 15 Análisis Costo – Beneficio con proyecto financiado por el Estado peruano (Considerando solo beneficios para el Estado peruano).

Mes →	0	1	2	3	4	5	6	12	24
Costos									
Desarrollo y Programación	S/ 25,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Licencia	S/ 15,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 15,000.00	S/ -
Recursos Humanos	S/ 57,600.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Equipos y bienes duraderos	S/ 7,500.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Pasajes y viáticos	S/ 25,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Servicios tecnológicos de terceros	S/ 82,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Computadora	S/ 10,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Gastos de gestión	S/ 1,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Ingeniero Geografo	S/ 10,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Otros gastos	S/ 14,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Servicios de colecta de datos	S/ 40,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Inversión en tablets	S/ 385,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -

Total Costos	S/ 672,100.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 15,000.00	S/ -
---------------------	---------------	------	------	------	------	------	------	--------------	------

Efectividad	0.00%	0.3235%	0.65%	0.97%	1.29%	1.62%	1.62%	1.62%	1.62%
--------------------	-------	---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Beneficios (disminución de egresos)

Ministerio de Salud									
Vigilancia Malaria	S/ -	S/ 456.92	S/ 913.84	S/ 1,370.76	S/ 1,827.68	S/ 2,284.60	S/ 2,284.60	S/ 2,284.60	S/ 2,284.60
Prevención Malaria	S/ -	S/ 3,127.09	S/ 6,254.18	S/ 9,381.27	S/ 12,508.36	S/ 15,635.45	S/ 15,635.45	S/ 15,635.45	S/ 15,635.45
Exámenes de laboratorio	S/ -	S/ 1,524.99	S/ 3,049.97	S/ 4,574.96	S/ 6,099.95	S/ 7,624.93	S/ 7,624.93	S/ 7,624.93	S/ 7,624.93
Consulta	S/ -	S/ 1,582.76	S/ 3,165.53	S/ 4,748.29	S/ 6,331.06	S/ 7,913.82	S/ 7,913.82	S/ 7,913.82	S/ 7,913.82
Tratamiento	S/ -	S/ 100.76	S/ 201.52	S/ 302.28	S/ 403.03	S/ 503.79	S/ 503.79	S/ 503.79	S/ 503.79

Total Beneficios	S/ -	S/ 6,792.52	S/ 13,585.04	S/ 20,377.56	S/ 27,170.08	S/ 33,962.60	S/ 33,962.60	S/ 33,962.60	S/ 33,962.60
-------------------------	------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Flujo Económico	S/ -672,100.00	S/ 6,792.52	S/ 13,585.04	S/ 20,377.56	S/ 27,170.08	S/ 33,962.60	S/ 33,962.60	S/ 18,962.60	S/ 33,962.60
------------------------	----------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Costo de Oportunidad de Capital	8.00% TEA
	0.643% TE Mensual

Valor Actual de los Costos	S/ 685,988.89
Valor Actual de los Beneficios	S/ 685,988.89

Beneficio Costo	1.00
-----------------	------

VAN	S/ -
TIR	0.643% TE Mensual
	8.00% TE Anual

Número mínimo de infecciones evitadas 57.8 mensuales

Si la intervención lograse evitar esa cantidad de infecciones cada mes, y a partir del mes 5 en que se estabiliza, la intervención se justifica desde el punto de vista económico.

Si la intervención lograse evitar 58 infecciones cada mes, 1.62% del total actual, y a partir del mes 5 en que se estabiliza, la intervención se justifica desde el punto de vista económico.

Gráfico N° 10 EFECTIVIDAD VERSUS COSTO - BENEFICIO (Escenario 2)

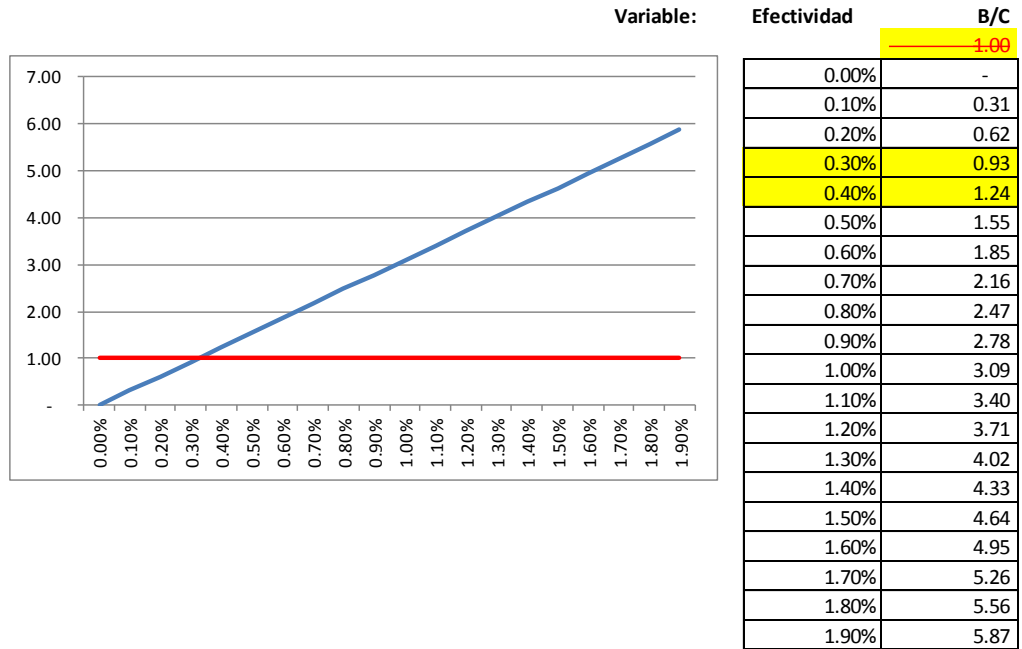
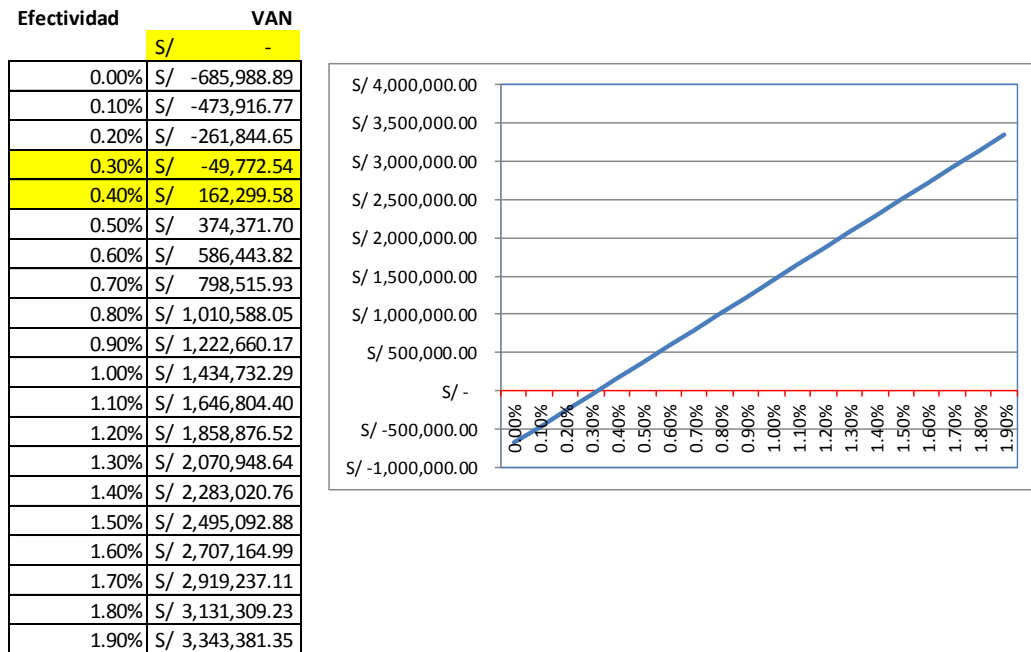


Gráfico N° 11 EFECTIVIDAD VERSUS VAN (Escenario 2)



DISCUSIÓN

Se realizó el Análisis Costo - Beneficio, se calcularon los beneficios y costos. En los beneficios no se conocía el presupuesto exacto que el gobierno del Perú había destinado para la vigilancia y prevención de la Malaria en el año 2018, entonces se trabajó en estimaciones referenciales ya que en el presupuesto del sector público para el año 2018 solo se presenta el presupuesto global para enfermedades metaxénicas y zoonosis, entonces se calculó bajo el supuesto que el presupuesto se divide en proporción a la positividad de malaria, en relación a las enfermedades Metaxénicas y Zoonosis a nivel nacional y en proporción de la prevalencia de Malaria en el departamento de Loreto. Encontrándose que la malaria representó el 76.046% (44404 casos) de todos los casos positivos de las enfermedades metaxénicas y zoonosis a nivel nacional en el año 2018 (Ver Tabla N° 5) y que la prevalencia de Malaria en Loreto fue de 96.54% (Ver Tabla N° 4).

Posteriormente se calcularon los costos de exámenes de laboratorio y de consultas (Ver Tabla N° 8 y Tabla N° 9) los cuales fueron tomados en base a tarifarios de los centros hospitalarios de la zona. Para el cálculo de los costos de tratamiento los datos se obtuvieron del esquema de tratamiento de Malaria en Loreto (Ver Tabla N° 10) según sea la infección por *Plasmodium falciparum* o *Plasmodium vivax*, presentándose mayores casos por *Plasmodium vivax*, dato que se corrobora en el proyecto principal “Sistema de Información basado en Tecnologías de Información y Comunicación para la geolocalización de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria”, en el cual 82.85% (343 casos) de los casos fue causado por *PVivax*, el 14.98% (62 casos) por *P.falciparum* y el 2.17%(9 casos) por infecciones mixtas. Los precios de

los medicamentos fueron otorgados por miembros del área de la Dirección Ejecutiva de Prevención y Control de Enfermedades Metaxénicas y Zoonóticas del Ministerio de Salud. Además se trabajó bajo el supuesto que todos los pacientes cumplieran el tratamiento y no lo abandonaran.

En cuanto a la información de los gastos de los pacientes, como de viaje y alimentación, fue dada por los expertos Hugo Rodríguez F y algunos microscopistas y promotores de las zonas evaluadas. Sin embargo, el dato del costo por inhabilitación en el trabajo se obtuvo del Instituto Nacional de Estadística que indica que la actividad principal en Loreto es la agricultura siendo el sueldo mínimo 1,175.70 Soles mensuales y diario 39.19 Soles, partiendo del supuesto que la mayoría de enfermos trabajasen en esa actividad (Ver Tabla N° 11).

Los costos son propios de la intervención a evaluar y se obtuvieron del proyecto principal “Sistema de Información basado en Tecnologías de Información y Comunicación para la geolocalización de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria” (Ver Tabla N° 13).

Al tener toda la información requerida se realizó el Análisis Costo - Beneficio en dos diferentes escenarios. El problema principal fue que no se obtuvo el presupuesto real que fue destinado para la enfermedad de Malaria en el 2018, solo se tomaron sumas referenciales, y se realizaron estimaciones como se mencionó anteriormente.

Otro problema fue el no encontrar referencias bibliográficas nacionales o internacionales en las que se indique qué porcentaje de efectividad resultará de usar una aplicación con un sistema de información geográfica en la prevención de Malaria. Si bien es cierto hay trabajos similares en Malaria pero no hay resultados de efectividad en prevención, sin embargo manifiestan la ventaja de utilizar la aplicación móvil al ser más rápida que el documento escrito y por la rapidez en los resultados ya que se pueden ver en tiempo real.

El valor de indiferencia del análisis Costo - Beneficio, es decir, el valor límite entre aceptar o rechazar un proyecto, es 1. Por otro lado, el valor de indiferencia del criterio del Valor Actual Neto es 0. Como se verifica en los cálculos, y como señala la teoría, estos dos valores coincidirán para un mismo proyecto.

Al no contar con el dato mencionado de efectividad, se utilizó la función Buscar objetivo de Excel, en que el objetivo buscado era llevar el Valor Actual Neto (VAN) a cero, cambiando el nivel de efectividad, y confirmamos que para ese caso, el valor del Costo-Beneficio es 1.

La forma de interpretar estos resultados fue que el porcentaje de efectividad, llevado a número de infecciones evitadas, fue el mínimo que el sistema debe conseguir para que su implementación sea económicamente viable.

Otro supuesto respecto de la Efectividad es que esta se irá incrementando durante los primeros meses, luego de la puesta en marcha, de forma continua hasta

estabilizarse en el quinto mes. La Efectividad del quinto mes se usó para el cálculo antes mencionado.

Para todos los escenarios se calculó también la Tasa Interna de Retorno, y se observó que, tal como dice la teoría, si el VAN es mayor a cero, y por tanto el Costo - Beneficio mayor a 1, la TIR es mayor que el costo de oportunidad de capital. Y al usar la función Buscar objetivo, resulta que el VAN es cero, el Costo - Beneficio es 1 y la TIR es igual al Costo de Oportunidad.

En el primer escenario (Ver Tabla N° 14), para el Análisis Costo - Beneficio se consideraron todos los costos y beneficios. Si bien es cierto que el proyecto fue financiado por FONDECYT-CONCYTEC, este solo abarca el desarrollo del software, la instalación de la Base de Datos y la puesta en operación de todos estos elementos. Al momento de ponerlo en marcha real, se debe considerar como si se financiara con capital propio, y se debe considerar la compra de tabletas o celulares para los promotores de salud, considerándose una situación ideal, en que trabaje un promotor por comunidad, situación que no es la actual.

El Valor Actual de los beneficios fue superior al Valor Actual de los Costos para un rango razonable de la Tasa de Descuento. Como valor referencial, y usando la información disponible, considerando los beneficios para el estado y para la población, bastaría que el sistema evite **37** infecciones mensuales (1.04% de un promedio de alrededor de 3,600) para que, en base a los supuestos del análisis, el proyecto sea viable desde el punto de vista económico. Tampoco considera el

beneficio de ofrecer a los interesados información muy valiosa para la toma de decisiones integradas, apropiadas y oportunas.

El segundo escenario (Ver Tabla N° 15) es el Análisis Costo –Beneficio financiado íntegramente por el Estado peruano. en un escenario normal, los cálculos serían los mismos que para el escenario 1, pero se ha querido adicionar una condición más, que se hagan los cálculos desde el punto de vista de interés sólo del Ministerio de Salud, es decir no se consideró los beneficios del paciente. Es por esto que se tomará la COK del Estado que es 8 % anual, es decir 0.643% mensual

Los cálculos sugirieron que cuando el VAN es igual a cero, la relación Beneficio - Costo es 1 y la TIR es 0.643% mensual, 8% anual, la efectividad es 1.62% a partir del quinto mes, es decir, del total de 3,572 casos positivos de Malaria en Loreto mensuales se debe conseguir como mínimo **58** infecciones evitadas mensuales para decir que el proyecto evaluado es económicamente viable y se recomiende su implementación. Este análisis no considera el beneficio desde el punto de vista del rol social del estado. Tampoco considera el beneficio de ofrecer a los interesados información muy valiosa para la toma de decisiones integradas, apropiadas y oportunas.

Por otro lado, tanto para el primer escenario como para el segundo, se realizó el análisis de sensibilidad, pero al no saber el porcentaje de efectividad se consideró a esta como la variable más importante para ser considerada en este análisis. Es así que en el primer escenario se graficó la variable efectividad versus la relación

Beneficio - Costo, donde se observó que al ser mayor la relación Costo–Beneficio, el porcentaje de efectividad era mayor y que el punto donde la relación Costo - Beneficio es 1, es en 0.2073% de efectividad (Ver Gráfico N°7). Además se graficó que cuando la efectividad es 0.2073% el VAN empezó a ser positivo, (Ver Gráfico N°8).

En el segundo escenario se graficó la variable efectividad versus la relación Beneficio – Costo, en el que se observó que al ser mayor la relación Costo - Beneficio, el porcentaje de efectividad fue mayor y que cuando la efectividad fue 0.3235% la relación Costo - Beneficio fue 1, (Ver Gráfico N°9). Además se graficó que cuando el VAN era cero la efectividad fue de 0.3235% (Ver Gráfico N°10).

CONCLUSIONES

- Los resultados, en el supuesto que se tomen las decisiones necesarias, muestran que, si el número de infecciones evitadas supera los números calculados, el Valor Actual de los beneficios será superior al Valor Actual de los Costos en los escenarios analizados, y el proyecto será económicamente viable y la sugerencia de implementarlo, de ser evaluada, sería de llevarlo adelante.

- Saber cuántos casos se podrán evitar usando esta intervención es difícil puesto que en la prevalencia de Malaria influyen diversos factores desde socio-económicos hasta climáticos, pero sí podemos determinar el número mínimo de infecciones que deben ser evitadas para que el proyecto sea viable económicamente.

- EL sistema propuesto ayudará en el diagnóstico real, pronto y oportuno y en la toma de decisiones por las autoridades pertinentes ante la presencia o aumento de casos de Malaria en zonas donde hayan disminuido la positividad o se haya erradicado la enfermedad.

- Si el Ministerio de Salud del Perú quisiera integrar el sistema propuesto al existente, NETLAB, al hacerlo deberá conseguir como número mínimo de infecciones evitadas **37** casos de Malaria mensualmente en Loreto, para afirmar que la intervención se justifica desde el punto de vista económico, y en el supuesto que ellos lo hubiesen financiado totalmente.

- Si el Ministerio de Salud de Perú quiere implementar este nuevo Sistema, pero sin considerar el ahorro desde el punto de vista del paciente, deberá conseguir, como número mínimo de infecciones evitadas 58 casos de Malaria en Loreto, para decir que la intervención se justifica desde el punto de vista económico, y en las condiciones mencionadas.
- El presupuesto detallado en este trabajo es referencial, puede ser reajustado, siendo un modelo de un análisis Costo - Beneficio para alguna nueva herramienta que se desee implementar en la lucha contra la Malaria u otra enfermedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Zarate Víctor Evaluaciones económicas en salud: Conceptos básicos y clasificación Rev. Med Chile [Internet]. 2010; 138 (Supl 2): 93-97.
Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0013-2554\(10\)00007-8](https://doi.org/10.1016/S0013-2554(10)00007-8).
- 2.- Drummond MF, Cooke J, Walley T. Economic evaluation in healthcare decision-making: evidence from the UK. York: University of York Centre for Health Economics, 1996
- 3.- J. Puig-Junoy, J. L. Pinto-Prades y V. Ortún-Rubio El análisis coste-beneficio en sanidad. Atención Primaria Vol. 27. Núm. 6. 15 de abril 2001
- 4.- Alfonso Gonzáles Aparicio. El análisis coste-beneficio como herramienta para una gestión pública basada en evidencias. Economía industrial, ISSN 0422- 2784, N° 390, 2013 págs. 23-32
- 5.- Lara-Muñoz MdC, Robles-García R, Orozco R, Real Tania, Chisholm D, Medina-Mora ME. Estudio de costo-efectividad del tratamiento de la esquizofrenia en México. Salud Mental [Internet].2010;33(3):211-218
Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=58216021001>
- 6.- Lara-Muñoz MdC, Robles-García R, Orozco R, Real Tania, Chisholm D, Medina-Mora ME. Estudio de costo-efectividad del tratamiento de la

depresión en México. Salud Ment [Internet]. 2010 ago.; 33 (4): 301-308.

Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-252010000400001&lng=es.

7.- Díaz JA, JR Urrego-Novoa, Moreno JA, Huerfano C, Prieto VA, Análisis de Costo-Efectividad de Anidulafungina en el Tratamiento de la Candidiasis Invasiva en Colombia Value in Health 18(7): A870 November 2015

8.- Bolaños-Díaz Rafael, Tejada Romina A, Beltrán Jessica, Escobedo-Palza Seimer. Evaluación costo-efectividad de dos alternativas de vacunación para el virus del papiloma humano en la prevención del cáncer cervical uterino. Rev. Perú. med. exp. salud pública [Internet]. 2016 Jul; 33 (3): 411-418. Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-6342016000300004&lng=es.

9.- Sánchez M César, Durand V Salomón. Costo efectividad del cambio de los esquemas de tratamiento para malaria en el Perú (1999-2003). Rev. Perú. med. exp. salud pública [Internet]. 2004 Oct; 21 (4): 197-209.

Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-6342004000400002&lng=es.

- 10.- Perú, Ministerio de Salud. Impacto económico de la malaria en el Perú. Lima: MINSA; 1999. Serie documentos técnicos del Proyecto Vigía. Serie Vigía N° 1
- 11.- Rosas-Aguirre AM, Llanos-Zavalaga LF, Trelles de Belaunde M. Relación costo-efectividad del uso de pruebas rápidas para el diagnóstico de la malaria en la Amazonia peruana. Rev Panam Salud Pública. 2009; 25(5):377–88.
- 12.- Hormigo Amar, García-Altés Anna, López José, Bartoll Xavier, Manel Nebotby Carles Ariza. Análisis de Costo-Beneficio de un programa de prevención del tabaquismo en escolares. Gaceta Sanitaria. 2009;23(4):311–314. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2009.01.013>
- 13.- Alberto Larocca, Moro Visconti R and Marconi M. Malaria diagnosis and mapping with m- Health and geographic information systems (GIS): evidence from Uganda. Malaria Journal [Internet] (2016) 15:520. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12936-016-1546-5>
- 14.- Mlacha YP, Chaki PP, Malishee AD, Mwakalinga VM, Govella NJ, Limwagu AJ, et al. Fine scale mapping of malaria infection clusters by using routinely collected health facility data in urban Dar es Salaam,

Tanzania. Geospatial Health [Internet]. 2017 May 11; 12 (1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4081/gh.2017.494>

15.- Bui, T. and Pham, h.m Web- based GIS for spatial pattern detection: application to malaria incidence in Vietnam. SpringerPlus 2016 Jul 8; 5(1):1014

16.- Molina Adriana. Sistemas de Información Geográfica para el Análisis de la Distribución espacial de la Malaria en Colombia Rev. EIA 2008; Vol 5 (.9): 91-111. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372008000100008&lng=en&tlng=es.

17.- Terrazas-Wagner M. Desenvolvimento de SIG para análise epidemiológica da distribuição espacial da malaria no município de manaus - un enfoque em nivel Local” Río de Janeiro s.n 2005 :107

18.- Delgado, L, Gamboa, L, León, N. Aspectos geográficos relacionados con un problema de salud pública: la malaria en el estado de Sucre. Terra [Internet].2000: XVI (25):81-97. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72102505>

19.- World Health Organization. Disease surveillance for malaria control: operational manual April 2012

- 20.- Vargas-Herrera J. Prevención y control de la Malaria y otras enfermedades transmitidas por vectores en el Perú. Revista Peruana de Epidemiología. 2003, 11(1)
- 21.- Sabbatani Sergio, Fiorino Sirio, Manfredi Roberto. The emerging of the fifth malaria parasite (*Plasmodium knowlesi*): a public health concern? Braz J Infect Dis [Internet]. 2010 June; 14 (3): 299-309. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-86702010000300019&lng=en.
- 22.- Chapilliquen F. Situación Epidemiológica de malaria en el Perú, a la SE 07 – 2017. Bol Epidemiol. 2017; 26 (7): 1394 – 1396
- 23.- J. Uchuya. Situación epidemiológica de la malaria en el Perú, a la SE 05 – 2018; 27 (05): 74-76
- 24.- Chapilliquén F. Situación epidemiológica de la malaria en el Perú 2016; 25 (52): 1178 – 1186.
- 25.- Chapilliquen F. Situación epidemiológica de la Malaria en el Perú, a la SE 17 – 2017; 26 (17): 551-554.

- 26.- Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades – MINSA. Situación epidemiológica de malaria en el Perú, Report No.: SE 35 – 2018
- 27.- Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades MINSA. Situación epidemiológica de malaria en el Perú, Report No.: SE 32 – 2018
- 28.- Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades MINSA. Situación epidemiológica de malaria en el Perú, Report No.: SE 44 – 2018
- 29.- Soto-Calle, V. et al. Spatio-temporal analysis of malaria incidence in the Peruvian Amazon Region between 2002 and 2013. *Sci. Rep.* 7, 40350; doi: 10.1038/srep40350 (2017).
- 30.- Vergara F, Saenz G, Molina J Manual de Normas y Procedimientos para Malaria República de Panamá Ministerio de Salud de Panamá. 2011 10 set. Disponible en:
<http://www.MINSA.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/manualnormayprocmalaria.pdf>
- 31.- EL Fondo Mundial Informe técnico de casos de Malaria en el sector privado. 2017, set 30

- 32.- Chapilliquén F. Situación epidemiológica de la malaria en el Perú. Boletín Epidemiológico del Perú. 2019; 28 (01):4-7
- 33.- Rodríguez-Morales Alfonso J., López-Zambrano María A., Harter-Griep Rosane, Vilca-Yengle Luz M., Cárdenas Rocío. Aspectos sociales de la malaria importada en Latinoamérica. Rev. perú. med. exp. salud publica [Internet]. 2008 Abr [citado 2019 Abr 09]; 25(2): 208-216. Disponible en:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000200010&lng=es.
- 34.- Bruce-Chwatt, L.J. (1978). El costo de la malaria y su control en relación con la realidad socioeconómica Bol Oj Sanir Panam 85(5), 1978.
<http://www.who.int/iris/handle/10665/305034>
- 35.- Organización Mundial de la Salud. Informe mundial sobre el paludismo 2015. Disponible en
<https://www.who.int/malaria/publications/world-malaria-report-2015/report/e>
- 36.- Organización Mundial de la Salud. Informe mundial sobre el paludismo 2018. Disponible en
<https://www.who.int/malaria/publications/world-malaria-report-2018/report/es/>

- 37.- Organización Mundial de la Salud. Estrategia Técnica Mundial contra la Malaria 2016-2030. Jun 2015
- 38.- Ministerio de Salud del Perú. Documento Técnico: Plan Malaria Cero. RM N°244-2017/MINSA Lima: Ministerio de Salud, 2017.
- 39.- Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades MINSA. Situación epidemiológica de malaria en el Perú, Report No.: SE 51 – 2017
- 40.- Rodríguez-Morales, A.J., Galindo-Marquez, M.L., García-Loaiza, C.J., Sabogal-Roman, J.A., Marin-Loaiza, S., Ayala, A., Lagos-Grisales, G.J., Lozada-Riascos, C.O., Parra-Valencia, E., Rojas-Palacios, J.H., López, E.L., López, P.L., & Grobusch, M.P. (2016). Mapping Zika virus disease incidence in Valle del Cauca. *Infection*, 45,93-102.
- 41.- Baloyi, R.E., Shandukani, M.B., Graffy, R., Misiani, E.A., Mayet, N., Mabunda, E., Mabuza, A.M., Qwabe, B., Ngwenyama, B., Reddy, C.R., & Moonasar, D. (2018). Evaluating a 24-h mobile reporting system for malaria notifications in comparison with a paper-based system in South Africa, 2015. *Malaria journal*. diciembre 2018

- 42.- Soto, Jaime. Plataforma de geolocalización de centros de salud con tecnología móvil implementando el protocolo de comunicación HL7 *Télématique*, vol. 9, núm. 3, septiembre-diciembre, 2010, pp. 79-101
- 43.- Loyola E, Catillo-Salgado C, Nájera-Aguilar P, Vidaurre M, Mujica J, Martínez R. Los sistemas de información geográfica como herramienta para monitorear las desigualdades de salud *Revista Panamericana de Salud Pública* 12(6):415-28 · January 2003
- 44.- Ma, S., Lawpoolsri, S., Soonthornworasiri, N., Khamsiriwatchara, A., Jandee, K., Taweeseeneepitch, K., Pawarana, R., Jaiklaew, S., Kijisanayotin, B., & Kaewkungwal, J. (2016). Effectiveness of Implementation of Electronic Malaria Information System as the National Malaria Surveillance System in Thailand. *JMIR public health and surveillance*.
- 45.- Davie C, Graffy R, Shandukani M, Baloyi E, Gast L, Kok G, Mbokazi, F, Zita A, Zwane, M, Magagula R, Mabuza A, Ramkrishna W, Morris N, Porteous J, Shirreff G, Blumberg L, Eunice Misiani, E and Moonasar D Effectiveness of 24-h mobile reporting tool during a malaria outbreak in Mpumalanga Province, South Africa. *Malar J.* 2019; 18: 45.
- 46.- Kelly, G.C., Hale, E., Donald, W.H., Batarii, W., Bugoro, H., Nausien, J., Smale, M.J., Palmer, K.N., Bobogare, A., Taleo, G., Vallely, A.J., Tanner, M., Vestergaard, L.S., & Clements, A.C. (2012). A high-resolution

geospatial surveillance-response system for malaria elimination in Solomon Islands and Vanuatu. *Malaria Journal*.

- 47.- Vargas-Herrera Javier, Segovia-Juarez José, Garro Nuñez Gladys María. Sistema de información de la red nacional de laboratorios de salud pública en el Perú (Netlab). *Rev. perú. med. exp. salud pública* [Internet]. 2015 Abr [citado 2019 Abr 09] ; 32(2): 378-384. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342015000200026&lng=es.
- 48.- T. Millan Moteón' MT et al (1991) Análisis coste-beneficio de la fluoración de las agua de abastecimiento público de la ciudad de Málaga. *Gaceta Sanitaria* 5(23):82–86 · December 1991.
- 49.- Del Rey, E. C. Análisis de Costos y Beneficios: Comparación entre la Prevención del Mal de Chagas y la Prevención de la Malaria. Reunión de Discusión del Instituto de Investigaciones Económicas (UNSa), 111, mimeo.
- 50.- Instituto Nacional de Estadística e Informática. INEI. Tecnologías de Información y Comunicación de las Empresas 2015. Encuesta Económica Anual 2016. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1482/libro.pdf

51.- Castañer Martínez.J. ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO Ejemplos de análisis sector privado Estudios Técnicos Inc.2014 Febrero 14.Disponible: http://gis.jp.pr.gov/Externo_Econ/Talleres/PresentationCB_JP_ETI.pdf

52.-Ross S, Westerfield R, Jaffe J.Finanzas Corporativas, 9.aed.México DF: McGraw-Hill; 2012. 1025p. Español

53.-Seminario de Marzi L. Actualización de la Tasa Social de Descuento. Ministerio de Economía y Finanzas.2017 Febrero 06. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/parametros_evaluacion_social/Tasa_Social_Descuento.pdf

54.-Parámetros de Evaluación Social de la Directiva N° 002-2017-EF/63.01; Directiva para la Formulación y Evaluación en el Marco del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones. Ministerio de Economía y Finanzas Anexo N° 03. Disponible en: <https://www.mef.gob.pe/es/metodologias/parametros-de-evaluacion-social>

55.-Comisión Europea (2006). Dirección General de Política Regional. Orientación Sobre la Metodología para Realizar .Análisis Costes – Beneficios. Bruselas, Documento de trabajo N° 4 (Agosto). Disponible en: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/2007/working/wd4costes.pdf.