



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA EN SISTEMAS – INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

**DESARROLLO DE REDES DE SERVICIOS DE SALUD CON
HERRAMIENTAS DE IDEO PARA LA SECRETARÍA DE SALUD**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
DAVID FELIPE MARES SILVA

TUTOR:
DRA. PATRICIA ESPERANZA BALDERAS CAÑAS
POSGRADO DE INGENIERÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX
DICIEMBRE 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dr. Sánchez Guerrero Gabriel D.
Secretario: Dra. Huerta Barrientos Aida
1^{er}. Vocal: Dra. Balderas Cañas Patricia E.
2^{do}. Vocal: Dr. Del Moral Dávila Manuel
3^{er}. Vocal: M.I. Martínez Quintana Marco Antonio

Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado de Ingeniería

TUTOR DE TESIS:

Dra. Patricia Esperanza Balderas Cañas

FIRMA

Agradecimientos

A mi madre Hilda, una gran mujer que, con su apoyo incondicional y ejemplo de amabilidad, bondad y esfuerzo, me ha regalado la visión y el impulso para llegar a nuevos horizontes.

A mis ancestros y a mi padre por el regalo de esta vida.

A mis hermanos, Alonso y Cris, por su enorme cariño y fortaleza de espíritu.

A los profesores e investigadores del Departamento de Sistemas, Gabriel Sánchez de Planeación, Andrés Milla de Industrial y Aida Huerta de IdeO, mi agradecimiento por las largas horas invertidas a transmitir su sabiduría y experiencia. Mi reconocimiento y admiración por su esfuerzo y convicción en transmitir una visión que inspire a las siguientes generaciones de profesionales que se necesitan para hacer de este país un lugar mejor.

A mi tutora Patricia Balderas, por su incansable esfuerzo, dirección, confianza, empatía y comprensión desde el mismísimo comienzo hasta el final de esta etapa de formación.

A la vida por el tiempo prestado.

Con todo mi amor, a mi estrella más brillante, a mi más preciado tesoro, a mi pedacito de inmensidad: a Regina.

Contenido

Agradecimientos	3
Índice de figuras	6
Índice de mapas.....	8
Resumen	9
Acrónimos utilizados	10
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN.....	11
1.1 Introducción.....	11
1.2 Problemática	13
1.3 Preguntas de investigación	16
1.4 Objetivo general.....	16
1.4.1 Objetivos específicos.....	16
1.5 Estrategia de investigación	17
1.5.1 Fase 0. Estado del arte y marco teórico de referencia.....	17
1.5.2 Fase I. Diseño, procesamiento y desarrollo.....	17
1.5.3 Fase II. Análisis de resultados	18
1.5.4 Fase III. Discusión.....	18
CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO	19
2.1 Problemas complejos	19
2.2 Investigación de operaciones	21
Modelado y Simulación	23
Teoría de Localización para sistemas de salud	25
Teoría de Redes	27
Abordajes multiperspectiva.....	29
2.3 Organización de redes dentro del Sector Salud.....	31
Enfoque de red	31
Atención a las personas	32
Servicios de apoyo	33
Gobernanza de la red.....	33
Caracterización del funcionamiento de la red.....	34
2.4 Gestión de recursos de la red	34
Elementos del estudio de red.....	35
Organización de la red.....	37
Plan de Desarrollo de Infraestructura en Salud basado en redes	38
CAPITULO 3. MARCO METODOLÓGICO	40
3.1 Simulación del Centro de Salud de un Núcleo Básico	41
Metodología.....	43

Modelo conceptual	45
3.2 Reorganización de Recursos para la salud con enfoque de red	49
Infraestructura en Salud.....	50
Redes de infraestructura basadas de Grafos.....	51
3.3 Gestión de Recursos Humanos	53
3.3.1 Marcos de planificación de recursos humanos en salud	55
3.3.2 Diagnóstico de necesidades de recursos humanos en salud	57
3.4 Regionalización Funcional del Territorio.....	60
3.5 Extensión de Cobertura en Localidades.....	66
Consideraciones del análisis espacial.....	68
Procedimiento para identificación de localidades.....	68
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Propuesta y Discusión.....	70
4.1 Resultados de la simulación del Centro de Salud rural.....	70
Modelo Conceptual	71
Verificación y validación del modelo.....	76
Producción de corridas.....	77
4.2 Redes integradas de servicios de salud	79
Generación de Planes de desarrollo de infraestructura con enfoque de red.	86
4.3 Recursos humanos en salud	88
Plantillas por tipología	89
4.4 Regionalización funcional del territorio.....	95
4.5 Extensión de Cobertura en Localidades.....	103
CONCLUSIONES.....	108
REFERENCIAS.....	113
ANEXOS	116
A 1. Plano Arquitectónico del Centro de Salud de I Núcleo.....	116
A 2. Formatos para el registro de actividades en las unidades médicas	117
A 3. Infraestructura de la SS por Tipología	118
A 4. Costos de plantilla de acuerdo con modelos de recursos.....	119
A 5. Análisis descriptivo de Grafos	120

Índice de figuras

Figura 1. Características de la complejidad.....	20
Figura 2. Esquema de Estudio de Red (BID. REDES. 2018)	35
Figura 3. Metodología para simulación basada en Agentes	43
Figura 4. Diagrama de diseño de experimentos	47
Figura 5. Redes por tipología	50
Figura 6. Integración de las capas de redes de atención desde la perspectiva de Infraestructura	51
Figura 7. Matriz de diagnóstico de recursos y servicios	57
Figura 8. Definiciones de Sistemas Urbano Rurales.....	60
Figura 9. Metodología de Ciencia de Datos	61
Figura 10. Metodología de Reestructuración territorial de Distritos de Salud	62
Figura 11. Metodología de Reestructuración territorial de Distritos de Salud	64
Figura 12. Recolección y procesamiento de datos.....	64
Figura 13. Distribución de las localidades por su tamaño de población.	66
Figura 14. Etapas de análisis espacial	69
Figura 15. Layout del Centro de Salud rural de un núcleo para la simulación	71
Figura 16. Presentación del modelo de simulación CSINB.....	72
Figura 17. Pantalla de inicio del modelo de simulación.....	73
Figura 18. Vista General del centro de salud rural de un Núcleo	74
Figura 19. Simulación del CS R IN.....	74
Figura 20. Diagrama de flujo de acciones para la simulación	76
Figura 21. Diagrama de flujo de acciones para la simulación	77
Figura 22. Diagrama de flujo de acciones para la simulación	78
Figura 23. Ejercicio de RISS para el municipio de Tamazunchale	82
Figura 24. Subgrafo del Distrito de Salud (antes Jurisdicción) de Tamazunchale.....	83
Figura 25. Subgrafo del Distrito de Salud (antes Jurisdicción) de Tamazunchale.....	85
Figura 26. Resultados de la comparación costo, tamaño y distribución de RH por tipo de personal	88
Figura 27. Resultados para el Estado de Campeche	91
Figura 28. Resultados para el Estado de Chiapas	91
Figura 29. Resultados para el Estado de Guerrero.....	92
Figura 30. Resultados para el Estado de Oaxaca.....	92
Figura 31. Resultados para el Estado de Quintana Roo.....	93
Figura 32. Resultados para el Estado de Tabasco.....	93
Figura 33. Resultados para el Estado de Veracruz	94
Figura 34. Resultados para el Estado de Yucatán	94
Figura 35. Metodología de Reestructuración territorial de Distritos de Salud	95

Figura 36. Distribución de Infraestructura en el Estado de Chiapas.....	97
Figura 37. Histograma de distribución de poblaciones por localidad para los tres escenarios	104
Figura 38. Histograma de población por tamaño de localidad para los tres escenarios	105

Índice de mapas

Mapa 1 grafos de las RISS para el Estado de SLP.....	80
Mapa 2. Subgrafo de la jurisdicción de Tamazunchale.....	81
Mapa 3 Subgrafo del Distrito de Salud (antes Jurisdicción) de Tamazunchale	84
Mapa 4. Jurisdicciones Sanitarias del Estado de Chiapas	96
Mapa 5. Sistemas Urbano Rurales en el Estado de Chiapas	96
Mapa 6. Reestructuración de las Jurisdicciones hacia Nuevos Distritos de Salud en el Estado de Chiapas.....	99
Mapa 7. Nuevos Distritos de Salud en el Estado de Chiapas con los municipios periféricos que pueden ser incorporados a más de dos distritos.....	100
Mapa 8. Regionalización operativa (Polígonos) para cobertura de servicios de Hospitalización en Hospitales Rurales del IMSS-Bienestar y Hospitales Comunitarios de la SSA.....	101
Mapa 9. Redes Integradas de Servicios de Salud en el Estado de Chiapas. Puntos Amarillos: Unidades del IMSS Bienestar, puntos rojos: unidades de la SS.....	102
Mapa 10. Localidades sin cobertura en escenario 15km.	105
Mapa 11. Localidades sin cobertura en escenario 10 km.....	106
Mapa 12. Localidades sin cobertura en escenario 5 km.	107

Resumen

Este trabajo presenta la aplicación de herramientas de Investigación de operaciones para la planeación sistémica del sistema de salud mexicano utilizando el modelo APS-I Mx, basado en un enfoque de redes integradas de servicios de salud (RISS). Se desarrollan diferentes modelos basados en el enfoque de redes partiendo de un modelo de simulación de un centro de salud rural de un núcleo básico, un modelo de redes para garantizar la continuidad de la atención a lo largo de la infraestructura existente en el sistema de salud, un modelo de estimación y evaluación de la situación de recursos humanos para 8 entidades del país, un modelo de localización CFLNDP (Problema de diseño de red y de localización de instalaciones capacitadas) para localidades urbanas y un modelado del programa de unidades médicas móviles de la SSA para localidades rurales.

Palabras Clave: Redes integradas de servicios de salud, Atención primaria a la Salud, Redes complejas, Simulación Basada en Agentes, Teoría de Localización.

Abstract

This work presents the application of Operations Research tools for the systemic planning of the Mexican health system using the APS-I Mx model, based on an integrated networks of healthcare delivery services (RISS) approach. Different models based on the network approach are developed based on a simulation model of a rural health center with a basic nucleus, a network model to guarantee the continuity of care throughout the existing infrastructure in the health system, a model for estimating and evaluating the human resources situation for eight Mexican states, a CFLNDP (capacitated facility location/network design problem) model for urban locations and a modeling of the SSA mobile medical units program for rural locations.

Key Words: Integrated health service networks, Primary Health Care, Complex Networks, Agent-Based Simulation, Location Theory.

Acrónimos utilizados

ABS	Simulación Basada en Agentes	INSP	Instituto Nacional de Salud Pública
APS	Atención Primaria a la Salud	ISSSTE	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
APS- I Mx	Atención Primaria a la Salud Integral e Integrada. La metodología para México	MCLP	Problema de Localización de cobertura máxima
BID	Banco Interamericano de Desarrollo	MIDAS	Modelo Integrador de Atención a la Salud
CAAPS	Centro avanzado de atención primaria a la salud	MLFLP	Problemas de Localización de instalaciones de niveles múltiples
CENETEC	Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud	Ley o LGS	Ley General de Salud
CESSA	Centro de Salud con Servicios Ampliados	OMS	Organización Mundial de la Salud
CCINSHAE	Comisión Coordinadora de Institutos nacionales de Salud y Hospitales de Alta Especialidad	OOS	Simulación Orientada a Objetos
CLUES	Catálogo de Clave Única de Establecimientos de Salud	OPS	Organización Panamericana de la Salud
CMCLP	Problema de Localización de cobertura máxima capacitada	OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
CFLNDP	Problema de diseño de red y de localización de instalaciones capacitadas	PEF	Presupuesto de Egresos de la Federación
CS-R IN	Centro de Salud Rural de un Núcleo	PMI	Plan maestro de infraestructura
CUS	Cobertura Universal en Salud	R-C	Referencia y contrarreferencia de pacientes entre unidades de atención médica
DES	Simulación de Eventos Discretos	RHS	Recursos Humanos
DFLP	Problemas discretos de localización de instalaciones	RISS	Redes Integradas de Servicios de Salud
DGCES	Dirección General de Calidad y Educación en Salud	ROP	Reglas de Operación
DGED	Dirección General de Evaluación del Desempeño	Secretaría	Secretaría de Salud
DGIS	Dirección General de Información en Salud	SCM	Gestión de la cadena de suministro
DGPLADES	Dirección General de Planeación y Desarrollo en Salud	SD	Dinámica de Sistemas
ENARM	Examen Nacional de Residencias Médicas	SESA	Servicios estatales de salud
GIS	Sistemas de Información Geográfica	SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
GNDP	Problemas generales de diseño de red	SINBA	Sistema de Información Básica en Salud
HR	Hospitales rurales	SINAIS	Sistema Nacional de Información en Salud
HRAEs	Hospitales Regionales de Alta Especialidad	SINERHIAS	Subsistema de Información de Equipamiento, Recursos Humanos e Infraestructura para la Atención de la Salud
HFLP	Problemas de Localización jerárquica de instalaciones	SPPS	Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud
IdeO	Investigación de Operaciones	STEM	Ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas
InSaBi	Instituto de Salud para el Bienestar	TGS	Teoría General de Sistemas
IMC	Índice de masa corporal	UCI	unidades de cuidados intensivos
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social	UNEMES	Unidades de especialidades médicas
		UMM	Unidades médicas Móviles
		UMR	Unidades médicas rurales
		VIH/SIDA	Virus de la inmunodeficiencia humana/ síndrome de inmunodeficiencia adquirida

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

I.1 Introducción

En México como América Latina, los sistemas de salud se componen por tres subsistemas: la seguridad social, los servicios públicos y los servicios privados, mismos que en México, se han desarrollado por separado, con la consecuente fragmentación del sistema de salud.

La fundación del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en 1943 y la creación de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) en 1944, constituyeron la oferta de servicios de salud, prestaciones económicas (seguridad social) a trabajadores asalariados y al sector público, estableciendo de origen una diferencia entre la población que tenía derechos sociales y quienes por sus pocos recursos económicos fueron objeto de las acciones asistenciales del estado al denominarse población abierta. Adicionalmente a esto en 1960 se crea el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) que abonó a la fragmentación del sistema de salud mexicano al enfocarse en los trabajadores de la administración pública federal (APF). La creación de estas instituciones respondió a la necesidad de incrementar la infraestructura y la oferta de servicios de salud, partiendo de los presupuestos, lo que después de casi 80 años sigue resultando en una acumulación de experiencias que tiene como resultado una permanente fragmentación del servicio de salud asociada a condiciones socioeconómicas.

En este contexto, el reto que enfrenta el sistema de salud en México es lograr un mecanismo de armonización que permita establecer las bases para un sistema de salud universal, con un acceso efectivo y que, en paralelo, enfrenta transiciones en los ámbitos demográfico, epidemiológico, social, económico y político que se han suscitado en los últimos años.

Desde el punto de vista humano, la salud de la población es un bien superior que requiere un proceso de mejora continua; cada logro o avance representa un nuevo peldaño en la búsqueda de una mejora de la salud de los pueblos. En las últimas décadas, la población en un principio urbana, seguida después de la rural, transitó de un perfil dominado por los problemas infecciosos y materno-perinatales a uno en que los problemas de tipo crónico no transmisible. Sumándose a esta tendencia, hoy en día se presenta la existencia simultánea de dos o tres condiciones de diferente índole afectando la vida de las personas, es decir, se observa una doble o triple carga de enfermedad, que puede ser la combinación de problemas infecciosos, materno-perinatales y/o crónicos con problemas asociados a la violencia y causas externas.

Tomando en cuenta este escenario complejo y cambiante, la comunidad internacional ha acordado establecer la Cobertura Universal de Salud (CUS) como un compromiso ético y social que está direccionando la agenda de políticas públicas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) la ha definido como “el resultado deseado del funcionamiento del sistema de salud que se logra cuando cualquier persona que necesite acceder a los servicios de salud (promoción, prevención, tratamiento,

rehabilitación y servicios paliativos) pueda hacerlo, sin que ello suponga dificultades financieras” (OMS, 2014). De manera adicional, las Naciones Unidas han incluido en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 3 (ODS), “lograr la cobertura sanitaria universal, en particular la protección contra los riesgos financieros, el acceso a servicios de salud esenciales de calidad y el acceso a medicamentos y vacunas, seguros, eficaces, asequibles y de calidad para todos” (Naciones Unidas, 2015).

Cabe mencionar que la CUS establece los resultados esperados en términos de acceso, eficacia y calidad de servicios integrales de salud. Sin embargo, deja abierto uno de sus grandes desafíos, que se refiere a cómo materializarla, ya que no existe una respuesta única. Además, esta dependerá de cada país, donde se deberá establecer los esquemas más eficientes que permitan maximizar el uso de los recursos. (BID, 2018)

El Sistema de Salud de México ha alcanzado los beneficios máximos que podían alcanzarse con la creación en 2003 del seguro popular, y enfrenta el nuevo reto de transformarse de ser un conjunto de subsistemas verticales, desarticulados con operaciones rígidas y antiguas heredadas por legados históricos e institucionales, en uno que responda a las necesidades cambiantes de los individuos, las familias y las comunidades, acompañándolos a lo largo de toda la vida. Esto no implica necesariamente aumentar los recursos del sistema, sino más bien aumentar la eficiencia con que son utilizados, logrando una integración que permita elevar la productividad del sistema al aprovechar las ventajas y las mejoras en la calidad alcanzadas en este tiempo dentro de cada institución. Esta transición debe incluir el gran tema pendiente de todo el sistema de salud, vinculado al fortalecimiento de las unidades de costeo que permitan estandarizar la atención y los precios de los servicios, sobre todo de alto costo, como la diálisis renal o la atención del Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH). Sin embargo, a la par que se desarrollan estos esfuerzos de costeo hospitalario, no se debe olvidar la atención primaria y la preventiva. En particular, México debería seguir la experiencia internacional en la definición y fijación de precios de paquetes de atención para enfermedades crónicas como la diabetes. (OCDE 2016).

El sector salud se caracteriza por una institucionalidad estatal muy compleja que combina la prestación de servicios de salud, acciones de promoción y educación, con un entramado organizativo fragmentado y legal complejo, intereses creados burocráticos y sindicales poderosos, la regulación de intereses comerciales influyentes y nichos importantes de corrupción.

Existen diferentes tipos de modelos de atención a la salud, cada cual parte de supuestos diferentes y establece objetivos diferenciados que pueden variar en términos de alcances, en acceso, cobertura geográfica, cobertura de cartera de servicios de salud, aseguramiento, financiamiento. Para la región de América Latina, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha impulsado dos estrategias principales para lograr mejorar el sistema de salud, la primera tiene que ver con el modelo de atención basado en la denominada “atención primaria a la salud” APS, y la propuesta de organización de los servicios de salud que se basa en la creación de Redes Integradas de Servicios de Salud (RISS).

1.2 Problemática

El sistema de salud es un sistema complejo por el número de variables y la vinculación que tiene lugar entre ellas, mismas que al combinarse, dan como resultado el estado de salud del individuo, la familia y la población. Esto implica que la salud depende directamente de la persona al mantener estilos de vida saludables, de las costumbres familiares que permitan un estado de bienestar físico, emocional y psicológico, y de la comunidad al proporcionar un entorno sano sin factores ambientales de riesgo, y que proteja a las personas de factores nocivos. En este sentido, un reto fundamental de la atención de salud en México es que la prestación de servicios de salud a la persona se da a través de una gran variedad de subsistemas que tienen objetivos divergentes y que se encuentran desarticulados entre sí. Cada subsistema ofrece diferentes y múltiples servicios médicos y de salud pública a lo largo de varios niveles de atención. Esto implica diferencias no solo en términos de salud, sino desde el mismo financiamiento que en los casos públicos varían en la cápita por persona y en los privados presentan precios distintos, generando diferentes resultados de salud en función de la combinación de múltiples factores como la región geográfica, de la infraestructura y desarrollo de la ciudad en que se encuentre la persona y la calidad del subsistema. De esta manera, el acceso a cada subsistema público está determinado por la condición laboral, y en el subsistema privado, se da en función de la capacidad económica de la persona. Los individuos asalariados en el sector privado (y sus familias) están afiliados a un paquete de beneficios y a un conjunto de prestadores que pertenecen al IMSS. Sin embargo, si pierden su empleo, entonces probablemente tendrán que afiliarse al Seguro Popular (ahora Instituto de Salud para el Bienestar - InSaBi), con un paquete diferente y un grupo de prestadores distinto. Si después encuentran trabajo en el gobierno federal, entonces serían afiliados a un paquete diferente y prestadores diferentes pertenecientes al ISSSTE, además de las opciones privadas que han proliferado en México mediante los consultorios adyacentes a farmacias. Aunado a esto, la llamada continuidad en la atención que implica que una persona llegue a su unidad de salud más cercana y se le facilite el tránsito hacia unidades de mayor nivel resolutivo como son los hospitales de alta especialidad, también es ineficiente debido a los múltiples requerimientos que son solicitados para mantenerse dentro del sistema, al transitar entre estos subsistemas, entre las diferentes unidades, las diferentes carteras de servicios, los diferentes niveles de complejidad y las diferentes regionalizaciones territoriales existentes para cada prestador de servicios. Esta configuración institucional de sistema de salud no es adecuada tanto para los usuarios como para los contribuyentes. (OCDE 2016).

Actualmente, la literatura en salud coincide en que el 85 % de las condiciones de salud que presentan las personas puede ser manejadas en unidades de primer contacto, también llamadas de primer nivel de atención. No obstante, la ineficiencia en la gestión de dichas unidades, donde existe una sistemática falta de recursos para la salud, que a su vez se ha sumado a una deformación de la salud hacia la medicalización de la enfermedad¹, han ocasionado que la población opte por dejar de usar este nivel de atención y acudir a unidades hospitalarias “de segundo nivel”. Esto ha derivado en que la población

¹ Pérez et al (2013) Cada vez que una persona acude a la consulta se tiende a realizar una intervención y, por tanto, a convertir en enfermedad todo aquello que el paciente comenta; la no enfermedad y la no intervención escapan a nuestro campo de visión y de acción, ya que el personal de salud no ha sido formado para ello.

busca satisfacer sus necesidades de salud mediante el incremento en la demanda de servicios en los principales hospitales públicos, generando una nueva serie de problemáticas como la demanda superior a su capacidad instalada, lo que a su vez da lugar a una nueva serie de efectos en la salud pública y desviaciones en los usos y costumbres de los usuarios de salud.

Esta tasa de entrada excede la capacidad de servicio del sistema durante largos períodos, dando como resultado que el sistema se encuentre en un estado de equilibrio disfuncional, donde lo único que evita que las filas crezcan sin límite es la elección de algunos usuarios de buscar un sustituto. Este otro proveedor sustituto de servicios, muchas veces privado, impacta instantáneamente en el gasto de bolsillo del usuario. Adicionalmente se presenta un efecto a mediano plazo, cuando sucede el retorno de los pacientes no atendidos por esta saturación de servicios, quienes muchas veces se presentan en un estado posiblemente más deteriorado de su salud.

A modo de ejemplo, se observa que la entrada de los pacientes al sistema de salud se realiza a través de los servicios de urgencias, que por estructura están imposibilitados para atender la afluencia de pacientes, además de que los hospitales no están diseñados, ni tienen capacidad para absorber la demanda de ingreso desde urgencias. Este escenario se repite para los servicios de especialidad, auxiliares de diagnóstico, estudios de radiología entre otros.

Por si fuera poco, las restricciones presupuestales, las políticas laborales, la diversidad cultural de los profesionales de la salud, y las horas de apertura limitadas del sistema público, han generado que la personas busquen atención médica por episodios en las salas de emergencia (y cada vez más en los consultorios médicos adyacentes a las farmacias), lo que significa que se pierden las oportunidades de una atención proactiva, preventiva y coordinada.

Esta problemática se puede observar al analizar el indicador de salud referente al gasto administrativo, donde México invierte 8.9% del total del gasto en salud en 2013, siendo el más elevado de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), mismo que no se han reducido en la última década. La mayoría de los países de la OCDE están gastando mucho menos en la administración del sistema de salud y muchos han hecho recortes significativos desde la crisis financiera de 2008. Otra fuente de ineficiencia se refiere a los diez millones o más de mexicanos que, de acuerdo con datos de las encuestas, tienen dos (u ocasionalmente tres y cuatro) seguros de salud. Por ejemplo, estas personas pueden estar cubiertas por su situación laboral y por el seguro de su cónyuge. (OCDE 2016).

El sector salud en México opera bajo la rectoría de la Secretaría de Salud y está compuesto por un conjunto de instituciones públicas y un creciente mercado privado de servicios de salud. En el sector público, las instituciones de seguridad social brindan servicios de atención a la salud a 46% de la derechohabientes, mientras que, en la Secretaría de Salud, los Servicios Estatales de Salud (SESa) y el IMSS-Oportunidades atienden las necesidades de la población no derechohabiente (56 %)². Dada esta situación, el gobierno actual buscó generar el Instituto de Salud para el Bienestar, como reforma de largo alcance, para mitigar el riesgo de mantener un sistema de salud fragmentado, con inequidades

² Existe un conjunto de la población que cuentan con doble o triple cobertura en salud

marcadas en el acceso y la calidad, con lo que busca abonar al objetivo de que México logre la salud, la prosperidad y el progreso de los que sin duda es capaz en los próximos años. (OCDE 2016).

El sistema de salud mexicano tiene preocupaciones relacionadas con el aumento del costo del servicio, con la calidad de este, la insatisfacción de los pacientes, las largas listas de espera, la falta de personal médico, de espacios adecuados en los hospitales, existencia de citas, suficiencia en número de camas, entre muchos otros recursos para la salud. Esta complejidad del sistema de salud actual y su alto costo hacen deseable una eficaz y efectiva planificación y gestión de los recursos sanitarios económicos, materiales y humanos, que evite la infrautilización de la capacidad del sistema, la falta de coordinación y que garantice una atención de calidad. (Azcárate et al, 2006)

Estas variables deben ser armonizadas desde una política pública que integre en una visión sistémica los procesos vinculados a la prestación de servicios de salud a la persona, familia y comunidad involucrando las variables más importantes, como el modelo de atención, la distribución geográfica de los servicios de salud, así como los diversos factores que propician o dificultan el acceso, utilización y cobertura de los servicios de salud a la población, las necesidades específicas de cada pueblo originario de México, la epidemiología de cada región, el estado de la infraestructura de cada Entidad Federativa, la organización y gestión de los procesos de atención a la salud, el equipamiento médico, la infraestructura física en salud, los recursos humanos para la salud, integrando todos estos elementos en un plan sistémico de desarrollo de salud para el país.

Estas variables “de estado” con su interacción compleja, sus altos vínculos dinámicos y emergentes, son de los mayores retos que enfrentan los tomadores de decisiones, gestores y planificadores al buscar mejorar la capacidad resolutoria de los propios sistemas de salud. Esto hace necesario la generación de propuestas armonizadoras que permitan integrar la potencia de los métodos y herramientas de la investigación de operaciones, con los grandes esfuerzos realizados por el personal de salud, para lograr una mejora en la gestión y desempeño del sistema de salud actual, en beneficio de la población que hoy usa los servicios, así como de las futuras generaciones.

En palabras de la Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud, Dra. Asa Cristina Laurell, afirma que:

“La transformación del sector salud requiere de un conocimiento profundo de su tejido actual. Representan un ámbito particularmente importante las condiciones en que se encuentran las unidades y las redes integradas de servicios de salud (RISS), dado que es donde la población busca asistencia cuando está enferma. Sin embargo, los servicios de primer nivel de atención son también el soporte de las actividades de educación y promoción de la salud y el punto de partida de las RISS. Una parte importante de los Servicios Estatales de Salud (SESA) sufre limitaciones por falta de una planeación estratégica y de una organización que garanticen su gradual y sostenido mejoramiento. Para lograrlo es necesario tener un marco metodológico, con el fin de construir un modelo operativo sostenible” (Laurell,2019)

1.3 Preguntas de investigación

- ¿En qué medida se puede impulsar la articulación del sistema de Salud, usando las herramientas de investigación de operaciones para fortalecer los mecanismos gestión de recursos para la salud sobre el territorio, así como la estimación de necesidades bajo una visión sistémica?
- ¿Qué mecanismo puede utilizarse para integrar³ la planeación de recursos para la salud considerando las diferencias en infraestructura, que permita dimensionar las necesidades de personal de salud que pueda atender la demanda de la población en el primer nivel de atención?
- ¿Se pueden modelar las redes de servicios de salud a lo largo de la infraestructura física (centro de salud rural – centro de salud con servicios ampliados - hospital comunitario- hospital general – hospital de especialidades – hospital regional de alta especialidad – instituto nacional) existente en el país mediante grafos, como base de planes de desarrollo de infraestructura en red que optimicen los recursos disponibles?

1.4 Objetivo general

Utilizar las herramientas de investigación de operaciones y teoría general de sistemas para fortalecer la gestión de los recursos para la salud, principalmente como el acceso y cobertura en salud, el uso de la infraestructura física a lo largo de los diferentes niveles de complejidad junto con sus respectivos recursos humanos, bajo enfoque de redes de atención salud, a fin de propiciar un mejor entendimiento del comportamiento de los diferentes componentes del sistema nacional de salud.

1.4.1 Objetivos específicos

- Modelar y simular el desempeño de un centro de salud rural de I núcleo medido mediante el tiempo promedio de consulta por paciente a lo largo de una jornada de trabajo.
- Revisar el estado que guardan las plantillas de recursos humanos basados en modelo de recursos para la salud.
- Describir las necesidades de cobertura en localidades rurales del país a fin de contrastar la operación del programa Unidades Médicas Móviles de la Secretaría de Salud para ampliación de cobertura en localidades de alta marginación.
- Modelar el sistema de referencia y contrareferencia de personas a lo largo del sistema de salud mediante teoría grafos.

³ El MIDAS señala la definición de Integrar como “construir un todo”, profundizando dicha definición como crear las condiciones para que todas las unidades, instituciones y sectores del sistema mexicano de salud trabajen, sin fusionarse, de manera coordinada para garantizar una atención pronta, efectiva, segura, continua, centrada en el paciente y respetuosa de los derechos humanos de los usuarios de los servicios de salud.

1.5 Estrategia de investigación

El presente trabajo corresponde a un estudio retrospectivo, construido sobre la base de la información pública existente publicada por la secretaría de salud tanto en sus sistemas de información como en las publicaciones normativas y rectoras del sistema nacional de salud, de esta manera, cabe señalar que no se realizaron procesos de recopilación de información, levantamientos mediante instrumentos de recolección de datos, o diseños experimentales. De esta forma se tomó dicha información oficial como punto de partida para alimentar los trabajos propuestos en el presente trabajo bajo la siguiente estrategia.

La estrategia de investigación consistió en cuatro fases:

1. La Fase 0 de revisión del estado del arte y marco teórico de referencia;
2. La Fase I de Diseño, procesamiento y desarrollo;
3. La Fase II de Análisis de Resultados
4. La Fase III de Discusión

A continuación, detallamos el tipo de investigación y las actividades llevadas a cabo en cada una de estas cuatro fases. (Huerta,2014)

1.5.1 Fase 0. Estado del arte y marco teórico de referencia

En esta fase se consultó la bibliografía sobre los diferentes temas que abarca esta tesis, se revisaron los conceptos de complejidad, desde la perspectiva de los problemas y proyectos complejos, así como su modelación y simulación, técnicas de validación y verificación de modelos basados en simulación, y protocolos de documentación de modelos de simulación (Mastrof, 1981, Keshner 2010). Dentro del contexto de los modelos de salud pública y sistemas de salud, se utilizó la metodología de redes de servicios de salud propuesta por la OPS y después fortalecida por las publicaciones del Banco interamericano de desarrollo. (OPS,2010, BID, 2018), los modelos de recursos para la salud de la Secretaría de Salud y las reglas de operación (ROP) de las Unidades médicas Móviles, a partir de los cuales se presentaron los conceptos y explicaciones referentes a cada componente de la visión de red enfocada hacia la configuración de los grafos del sistema de salud. Con los resultados de esta fase se integró el capítulo 2 marco teórico.

1.5.2 Fase I. Diseño, procesamiento y desarrollo

En esta fase se realizó un abordaje exploratorio de cada uno de los componentes listados dentro del enfoque de red de servicios de salud, organizando e integrando la información segmentada y dispersa a lo largo de los diferentes subsistemas que conforman el Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS). Después se aplicó un procesamiento para depurar e identificar el estado final de disponibilidad de la información, las posibilidades y limitaciones de su contenido. Con base en esta información, se seleccionó la herramienta de investigación de operaciones (IdeO) que se consideró contribuye en mayor medida, a entender y atender el comportamiento del componente vinculado a cada problema o necesidad que surge en el sistema de salud. De esta manera, se consideraron las diferentes relaciones, causas, consecuencias y tendencias, para proponer las metodologías para aplicar las herramientas existentes a la problemática actual, integrando los hallazgos y resultados dentro del capítulo 3 Marco metodológico.

1.5.3 Fase II. Análisis de resultados

En esta fase se presentan los resultados obtenidos para cada componente analizado, pronunciando las aportaciones del uso de las herramientas para el fortalecimiento y articulación del sistema de salud, bajo una visión sistémica que integre la IdeO aplicada a las RISS. También, se seleccionó de entre varios, el software de modelación y simulación a utilizar en cada caso. Además, se desarrollaron los modelos de simulación y por medio de estos se analizaron, numérica y visualmente, las propiedades emergentes más probables.

1.5.4 Fase III. Discusión

En esta fase se integran los resultados obtenidos de los análisis realizados en las fases anteriores, en el marco de los beneficios obtenidos al usar las herramientas de IdeO para fortalecer el enfoque de RISS de manera que se resalta la articulación obtenida y las mejoras en la gestión de recursos de manera sistémica. A partir de estos resultados se observan líneas generales de acción para la mejora en la gestión, destacando las aplicaciones que pueden ser logradas en cada componente. El análisis de resultados correspondiente a la fase II y los hallazgos y síntesis obtenidas de la fase de discusión se integran el capítulo 4 de esta tesis.

CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Problemas complejos

En la búsqueda de solución de problemas, se han analizado problemas de muchas variables que no tenían relación o cuyas variables están relativamente desconectadas, los cuales han sido conocidos como de complejidad desorganizada y a los cuales se les podía aplicar métodos estadísticos para abordarlos. Sin embargo, conforme los sistemas presentan mayor sofisticación, aumentan las relaciones y se vuelven de complejidad organizada.

Esta transición entre los niveles de organización de complejidad, se observa en la unión más estrecha entre las poblaciones que deriva de su crecimiento, donde las personas, las organizaciones y las instalaciones funcionan altamente acopladas, pero en áreas geográficas más amplias. Esto se puede ejemplificar usando las primas de las aseguradoras, donde las probabilidades de muerte, accidente, incendio o desastre en que se basan los riesgos ya no son tan sencillas de calcular como lo fueron antes. El resultado es que los métodos estadísticos que se aplicaron en condiciones de complejidad desorganizada se han vuelto menos confiables a medida que el sistema se ha vuelto más organizado.

Los problemas de complejidad organizada son por su propia naturaleza, aquellos que no pueden ser abarcados, limitados o contenidos por las variables, métodos y marcos de discurso de una sola disciplina. (Mason 1981) Aunado a esto, Mason también añade que los problemas no son creaciones naturales, sino que son creaciones humanas. Los problemas son cogniciones y reconocimientos, productos de nuestra imaginación conceptual. Como resultado, diferentes analistas a menudo pueden y conceptualizan los problemas de diferentes maneras.

La complejidad de estos problemas reside fundamentalmente en que requieren la interacción y el intercambio de perspectivas e información de muchas disciplinas diferentes. Sin embargo, son estos problemas para los que, hasta la fecha, carecemos de métodos que permitan a diferentes disciplinas y solucionadores de problemas compartir de manera más efectiva su información y conceptos.

Además de la necesidad de participación de una variedad de partes y la existencia de diversas fuentes de información, se deben tener en cuenta otras dos características de los problemas complejos. Una es que deben tratarse de forma holística o sintética, así como de manera analítica. Se necesitan dos procesos: subdividir un problema complejo en sus elementos y determinar la naturaleza de los vínculos que dan organización a su complejidad, la tarea de análisis, y para comprender el problema en su conjunto, la tarea de síntesis. Una dimensión crítica de los problemas de complejidad organizada es que, en última instancia, deben abordarse en su totalidad. Esto exige un pensamiento holístico. El análisis es solo una ayuda para alcanzar una síntesis. (Mason, 1981)

Varios autores a lo largo de las últimas décadas han descrito desde diferentes enfoques, las características que presentan los problemas complejos. De estos enfoques consideramos que los que aterrizan los conceptos hacia la ejecución de proyectos, permiten obtener una visión más amplia por exponer la complejidad como una combinación entre factores prácticos como: variaciones de tamaño, valor en dólares, requisitos inciertos, alcance incierto, entregables inciertos, interacciones complejas,

Credenciales inciertas de mano de obra, Separación geográfica en múltiples zonas horarias. Mason (1981), Sterman (2010), Kerzner (2017)

Figura I. Características de la complejidad

Mason	Sterman	Kerzner	Siegfried
<ul style="list-style-type: none"> • Interconexión • Complicación • Incertidumbre • Ambigüedad • Conflicto • Restricciones sociales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas Dinámicos • Altamente Acoplados • Gobernados por retroalimentación • No lineales • Dependientes de históricos • Autoorganizados • Adaptativos • Contraintuitivos • Resistentes a políticas • Caracterizados por compensaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • La duración puede ser de varios años. • Las suposiciones pueden y cambiarán a lo largo de la duración del proyecto. • La tecnología cambiará a lo largo de la duración del proyecto. • Las personas que aprobaron el proyecto (y son parte de la gobernanza) pueden no estar allí al finalizar. • La declaración de trabajo está mal definida y sujeta a numerosos cambios. • El objetivo puede estar moviéndose. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gran número de espacio de estados posibles y gran rango de parámetros • Relaciones y dependencias entre los componentes del sistema • Intrincados comportamientos y patrones de comportamiento entre componentes • Comportamiento temporal de componentes y estados

Fuente: (Mason (1981), Sterman (2010), Siegfried(2014) y Kerzner (2017))

Estas características están presentes simultáneamente en la planificación y ejecución de políticas públicas como las que son habituales en el sector salud, donde la complejidad organizada se presenta en todos los niveles, dimensiones y subsistemas. Para el caso del sistema de salud, los problemas que se presentan con los recursos para la salud impactan de manera directa con otros problemas como son la calidad, la oportunidad y el acceso efectivo, de tal manera que se vuelven circuitos de consecuencias que impactan unos a otros de forma cíclica a través de la retroalimentación. Esta retroalimentación genera una complicación adicional ya que el impacto de un cambio en un elemento tiende a multiplicarse o incluso a cancelarse. Esto se observa cuando los recortes de presupuesto en partidas de mantenimiento originan la búsqueda de recursos mediante el aumento a las cuotas de inscripción a las residencias para extranjeros, que ante estos incrementos eligen otras opciones y dejan descubiertos servicios de unidades de hospitalización afectando la calidad del servicio y la capacidad resolutoria de dichas unidades.

Adicionalmente el factor de incertidumbre existente en el sector salud, como es el caso de la vulnerabilidad ante emergencias (sismos) o contingencias (epidemiológicas) implica que estos sistemas están expuestos a perturbaciones de entornos dinámicos e inciertos. Adicionalmente, el sistema de salud al estar conformado por equipos interdisciplinarios debe integrar las visiones de perfiles tan amplios y diferenciados como el médico, la enfermera, el psicólogo, el administrador o el ingeniero. Esta condición de enfoque multidisciplinario, hace que cada problema presente en el sistema de salud,

pueda verse de maneras muy diferentes, dependiendo de las características personales del espectador, lealtades, experiencias pasadas e incluso en circunstancias accidentales de participación, por lo que no puede concebirse la existencia de una única "vista correcta" del problema.

De esta forma, a este sistema complejo con restricción de recursos se le suma la necesidad de conciliar objetivos en conflicto durante los procesos de toma de decisión, donde cada decisión representa la frase aristotélica de "De los males debemos escoger el menor." Por esta razón, la asignación de financiamiento y la jerarquización de problemáticas en salud, genera conflictos de intereses entre personas, familias y comunidades con cosmovisiones, sistemas de valores diferentes e incluso antagónicos, por lo que rara vez se observan acuerdos totalmente cooperativos.

Por último y sobre todo lo anterior se encuentra el factor fundamentalmente social y humano de este sistema, que aporta guías y restricciones al actuar en cada uno de los actores, mismo que fundamenta la existencia y el fin de cada una de las acciones del sistema, y que para el caso de México está establecido en el artículo I Bis de la Ley General de Salud (LGS, 2020), que a su letra dice "Se entiende por salud como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades."

Es así, que este trabajo se concibió como una aportación para fortalecer el funcionamiento de este sistema complejo mediante lo aprendido en esta maestría y en el campo de la Investigación de Operaciones.

2.2 Investigación de operaciones

Es muy notable el rápido crecimiento del tamaño y complejidad que se ha dado en los últimos años dentro del sistema de salud. Tal tamaño y complejidad nos hace pensar que una sola decisión equivocada puede repercutir en los intereses y objetivos del sistema pueden pasar años para rectificar tal error.

Los principales componentes del sistema de salud, presentados en las secciones posteriores como variables de estado, interactúan entre sí, y en algunos casos, sus interacciones pueden ser controlables e incontrolables, en otros solo pueden ser influenciadas externamente.

Por esta razón, es importante encontrar las relaciones e interacciones que producen los efectos más importantes sobre el sistema completo. Por lo tanto, es necesario que exista un procedimiento sistemático que identifique los flujos de información a lo largo de las estructuras y actores, quienes toman decisiones y a las interacciones que tengan mayor peso e importancia para abonar a alcanzar los objetivos del sistema de salud. Con esta evidencia de las ineficiencias y complejidades existentes en el sistema de salud mexicano, se presenta la propuesta desarrollada en el trabajo, que se enfoca en traducir la ampliación de capacidades y resultados que se pueden alcanzar mediante la profesionalización de sus procedimientos, precisamente al incorporar las múltiples aportaciones nacidas de la Investigación de Operaciones (De La Mota, 2018).

La estructuración de las características y comportamientos del sistema de salud como un modelo, permite una abstracción de los elementos esenciales para que pueda buscarse una solución que concuerde con los objetivos trazados por las políticas públicas en salud. Esto implica que cada uno de los problemas que se presentan a lo largo de los componentes del sistema de salud, cuando esté busca entregar salud a la población, se debe observar como un problema dentro del contexto del sistema completo. La búsqueda de estas soluciones ha tenido abordajes de diferente índole, desde las soluciones locales artesanales generadas por actores políticos, hasta modelos matemáticos y econométricos que por su complejidad y detalle omiten comportamientos del sistema y presentan soluciones a modelos que difieren mucho de la realidad que persiguen explicar. Por esta razón, se busca utilizar las técnicas de investigación de operaciones para analizar la estructura de tales problemas y proponer el desarrollo de procedimientos sistemáticos para estudiar sus relaciones desde el punto de vista del sistema complejo completo.

Todos estos factores han impulsado la búsqueda de mecanismos para reducir las brechas entre las diferentes formas de gestión existente en las instituciones de salud, incorporando estas herramientas a los procesos ineficientes de administración que impactan en los costos y encarecen la prestación de los servicios de salud tanto para las personas, las familias, las comunidades, así como los servicios de salud pública. Es la búsqueda de estos objetivos de sostenibilidad, atención oportuna y calidad que se ha volteado a buscar respuestas que logren incrementar el desempeño de los diferentes subsistemas de salud fortaleciendo cada componente del sistema

Numerosas revistas científicas del área médica y de salud han publicado artículos en los que se utilizan herramientas de IdeO. Estas aportaciones pueden ser rastreadas mediante diferentes bases de datos a través de los diversos ámbitos de especialización, donde se pueden apreciar aportaciones diversos temas como: la capacidad en la planificación y gestión en los hospitales, la planificación de los servicios de ambulancias, la gestión de la cadena de suministros en bancos de sangre, la estimación de los riesgos de la salud pública, la estimación de los costos y los efectos de un tratamiento, la planificación y la asignación de recursos en un sistema de salud mental, la programación de servicios de salud a domicilio y la simulación de tiempos de servicio, entre otros.(Velásquez-Restrepo et al, 2011). Estas aportaciones presentan una gran diversidad en términos de nivel y calidad técnica, no obstante, permiten resaltar la especial relevancia al uso correcto y novedoso de estas herramientas matemáticas aplicadas en el contexto sanitario. (Azcárate, 2006)

La IdeO abarca diferentes líneas como son Algoritmos, estadística, Inventarios, modelación y software, optimización financiera, programación Dinámica, pronósticos, Simulación, Teoría General de Sistemas, Teoría de Localización, Teoría de Juegos, Toma de decisiones entre muchos otros que, combinadas en la solución de problemas del sistema de salud, permiten obtener líneas de acción y visiones más completas e integrales para lograr un impacto en la salud de las personas. (De la Mota, 2018).

En este sentido, las áreas que se seleccionaron para utilizar dentro de este trabajo se presentan a continuación.

Modelado y Simulación

En el análisis de sistemas complejos que se desarrolla actualmente en los campos multidisciplinarios de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (conocidos como STEM por sus siglas en inglés), así como en las ciencias sociales, se ha identificado que existen dos tendencias principales, la primera es que existe una conectividad creciente, y la segunda es que las innovaciones y el desarrollo se dan en ciclos cada vez más cortos. Como se mencionó en la sección 2.1, esta conectividad creciente de los sistemas y procesos conduce a un incremento en la complejidad debido entre otras cosas a que produce un rápido aumento del número de posibles estados e interacciones. Este comportamiento complejo no está determinado por un solo componente, sino que resulta de las interacciones de todos los componentes del sistema, con ejemplos tanto en sistemas técnicos como sociales.

El desarrollo, análisis y evaluación de sistemas tan complejos como los que existen hoy en día, requiere cada vez más el uso de modelos y simulaciones, puesto que la complejidad inherente a dichos sistemas hace que resulte casi imposible hacerlo de otra manera. Para representar sistemas tan complejos, a menudo se utilizan enfoques de modelado: el microscópico dado por el modelado y simulación basados en agentes (ABS) y la simulación de eventos discretos (DES); y el macroscópico usando ecuaciones diferenciales o dinámica del sistema (SD). La dinámica del sistema (SD) se usa generalmente en asociación con una simulación del sistema en cuestión. Dada la complejidad de la mayoría de los sistemas, el desarrollo del modelo SD se centra en un subconjunto del sistema del mundo real, y el modelador aborda los criterios de inclusión impulsados por el problema particular. Por otro lado, la DES parece orientarse a asuntos relacionados con transacciones, procesamiento y el flujo de entidades individuales a través de un sistema. Es decir, la DES está más asociada con los tipos de problemas de nivel operativo.

Los modelos macroscópicos se resumen a partir de componentes individuales del sistema y utilizan representaciones de alto nivel del sistema bajo investigación. En contraste, los modelos microscópicos usan una representación muy fina de un sistema y toman en cuenta explícitamente las características individuales y el comportamiento de los componentes del sistema. Otro enfoque en el modelado microscópico es la simulación orientada a objetos que consiste en un conjunto de objetos que interactúan entre sí a lo largo del tiempo". En este punto es importante comentar que no se puede hacer una distinción precisa entre el modelado basado en agentes y la simulación orientada a objetos, ya que el paradigma orientado a objetos es una base útil para el modelado de agentes, este usa conceptos más avanzados, donde un agente puede considerarse un objeto autodirigido con la capacidad adicional de elección de acción.

Es importante resaltar que el término simulación se usa con frecuencia con dos significados ligeramente diferentes, el primero describe la metodología y uso de técnicas de simulación para resolver un problema específico mediante un modelo conceptual, modelo formal y modelo ejecutable, mientras que el segundo se refiere solo al modelo de simulación ejecutable que genera los resultados recogidos durante dicha ejecución y que son interpretados para responder las preguntas que dieron origen al modelo.

Este nuevo paradigma de simulación de sistemas complejos se basa en el concepto de agentes. Un agente es una entidad que se encuentra en algún entorno y que es capaz de actuar de forma autónoma en este entorno para cumplir sus objetivos.

Los agentes son individuos identificables, discretos (y generalmente heterogéneos) de los cuales pueden existir múltiples instancias, son conscientes del espacio, son capaces de actuar de forma autónoma y tomar decisiones independientes. En este sentido, los agentes actúan activamente en lugar de los objetos puramente pasivos, para actuar dentro del entorno y perseguir sus objetivos, los agentes son capaces de percibir su entorno y actuar dentro de este entorno. (Siegfried, 2014)

Los modelos basados en agentes además de ser flexibles y escalables, permiten un conocimiento intuitivo ya que son representaciones naturales en las ciencias sociales, además de que preservan la estructura del sistema estudiado, pueden demostrar propiedades emergentes y ejemplificar el concepto de multiresolución a un mismo problema.

Para el caso del sistema de salud, la simulación es aplicable a casi todos los sectores y procesos del sistema, no solo para la atención médica, dada en consultorios médicos, clínicas ambulatorias, hospitales sino también para la salud pública mediante modelos para la provisión demográfica de la salud. Jun et al (2009) ofrecen una revisión sistemática y centrada que describe una encuesta de artículos sobre el uso y el valor de los modelos de simulación por computadora aplicados en la atención médica, clasificándolos en 8 categorías de acuerdo con sus campos de aplicación: hospitales en general, a procesos quirúrgicos, a unidades de cuidados intensivos (UCI), a áreas de urgencias, a clínicas ambulatorias, a la prestación de servicios de salud demográficos y entorno de la cadena de suministro de servicios de salud. Estas categorías representan piezas dentro de la clasificación propuesta por Koelling (2005) bajo el término sistema, que integra estudios estratégicos y de política dentro de una institución a nivel regional o de área metropolitana buscando conocer su impacto a diferentes niveles.

Todas las herramientas de simulación mencionadas aquí han sido aplicadas para modelar los diferentes elementos que conforman un sistema de salud, desde el modelado de la demanda, flujos de pacientes, listas de esperas, distribución de recursos, áreas de urgencias abordados mediante simulación de eventos discretos (Thorwarth,2009); las necesidades de recursos humanos, generación de especialistas, modelos epidemiológicos y de distribución de recursos financieros y control de gasto presupuestal usando el modelado de dinámica de sistemas (Zare, 2012); la seguridad del paciente, cargas de trabajo hospitalarias, prioridades de inversión en programas de salud, cadenas de suministro, aprendizaje organizacional, atención primaria, cuidados paliativos, acceso geográfico por mencionar algunas, son analizadas por los modelos basados en agentes (Kanagarajah,2011). Todo lo anterior indica que la complejidad el sistema en cuestión es la que indica el conjunto de herramientas que serán utilizadas, derivando muchas veces en la necesidad de utilizar un enfoque híbrido que utilice y conjunte varias de las técnicas mencionadas.

Teoría de Localización para sistemas de salud

La organización mundial de la salud, en su comparación de políticas e investigación de planeación de capacidad de sistemas de salud a nivel mundial, señala que la mayoría de los países del mundo tienen como objetivo para sus sistemas de salud, proporcionar una amplia gama de servicios a toda la población y garantizar que se mantengan los estándares de calidad, equidad y capacidad de respuesta. Todos los países emplean planes de salud como herramientas principales de planificación, donde se alinean los diversos niveles de administración involucrados en la planificación de la capacidad, los planes de salud para su desarrollo y ejecución a nivel nacional, regional y / o local. (Ettelt, 2007)

Para el caso de México, en 2003, se implantó el Plan Maestro de Infraestructura (PMI) y la estructuración de la red de servicios, que representó un avance en política pública al impulsar la creación de planes maestros de infraestructura sustentados en metodología de planeación basada en criterios técnicos, epidemiológicos, demográficos y topográficos como instrumento para la promoción, desarrollo y reordenamiento de la infraestructura física en salud del país, que a su vez buscó estar respaldado financieramente por los recursos del sistema de protección social en salud. (Salud,2003)

Uno de los objetivos de las RISS es trazar una ruta para vincular la oferta de servicios a través de las diferentes tipologías y niveles de atención, en función de la ubicación geográfica (municipio) donde se encuentren los usuarios, así como de la oferta de servicios con base en la infraestructura física en salud. Esto significa que tanto el PMI como las RISS deben complementarse para satisfacer diferentes tipos de necesidades, para diferentes conjuntos de personas, que se encuentran dispersas en diferentes lugares sobre distintos tipos de territorio, utilizando un universo limitado de establecimientos de salud y con un financiamiento finito sujeto a múltiples restricciones. En otras palabras, esta planificación de la capacidad del sistema de salud y su eje de atención hospitalaria implica varias tomar en consideración varias dimensiones como la inversión de capital en instalaciones existentes y nuevos desarrollos; inversión en equipos y tecnología costosos (aceleradores lineales); prestación de servicios; y asignación de recursos humanos y financieros.

Por esta razón, se vuelve prioritario alcanzar una optimización en el desarrollo de la infraestructura, al definir la ubicación geográfica óptima de los nuevos establecimientos, una colocación idónea de las inversiones en acciones de infraestructura (sustitución, fortalecimiento, ampliación, etc.), donde se satisfagan las demandas de la población de cada localidad mientras se minimiza el costo total (suma de inversión en infraestructura física fija y móvil, costos de operación, de logística, administración entre muchos otros), pero sobre todo el costo de transporte variable que invierten las personas para llegar a las unidades u obtener una mejora en su salud.

Esta optimización a su vez deberá equilibrar la capacidad estratégica de prestación de servicios, de rectoría y de financiamiento del sistema, con su vertiente operativa que traduzca estos planes estratégicos en actividades que cubran toda la gama de operaciones involucradas en la provisión de atención médica, incluida la asignación de presupuestos y recursos, la organización de servicios y la provisión de personal, instalaciones y equipos entre otros.

La ubicación de los establecimientos de salud que brindan servicios y atención es crucial para garantizar que la red de ubicaciones elegida sirva para minimizar el costo social o maximizar de manera equivalente los beneficios de las personas. Del mismo modo, la asignación de demanda a estos establecimientos tiene un impacto directo en la eficiencia de todo el sistema de salud.

Este tipo de problemas de localización de unidades de salud, donde se evalúa el tipo, la ubicación, los datos socioepidemiológicos, prioridades de inversión, los objetivos de salud pública, las restricciones y las alternativas, tienen por lo regular dos objetivos que muchas veces entran en conflicto:

1. estar lo más cerca posible de la demanda para reducir los costos de transporte; y
2. mantener el costo de inversión y de operación lo más bajo posible.

Dado que estos dos objetivos generalmente están en conflicto, se debe encontrar un equilibrio entre ellos.

Este equilibrio de objetivos, junto con la permanente necesidad de optimización de los recursos, se debiera perseguir mediante las mejoras a los instrumentos de planeación ya consolidados, con la potencia actual del procesamiento de datos, la eficiencia de herramientas técnicas y los avances alcanzados en sus métodos de análisis. Para el caso de la localización de nuevos establecimientos de salud con enfoque de redes, se debe aplicar la teoría de localización, particularmente para los problemas de diseño de instalaciones con capacidad fija (Facility Location) combinadas con diseño de redes. Esta combinación es útil para modelar diferentes sistemas en los que existe este tipo de conflictos entre objetivos, costos de inversión, costos de diseño de red y costos de operación. Estos problemas discretos de localización de instalaciones (FLP: Facility Location Problem) constituyen un área de gran interés para los investigadores y profesionales en investigación de operaciones y significa un impacto enorme en la generación de políticas públicas. De esta manera, existe una subclase de FLP llamada problemas de localización de instalaciones de niveles múltiples (MLFLP: Multi-level FLP), que se caracterizan por contar con un conjunto de instalaciones potenciales divididas en k niveles que ofrecen a un conjunto de clientes determinado servicio o producto. El objetivo de estos problemas es determinar qué instalaciones pueden operar simultáneamente en cada nivel, de modo que los clientes sean asignados a una o varias instalaciones, mientras se optimiza una función objetivo.

Asimismo, los MLFLP también pueden verse como un caso especial de una clase importante de problemas llamados problemas de localización jerárquica de instalaciones (HFLP: Hierarchical FLP), donde se estudian los sistemas que involucran diferentes tipos de instalaciones que brindan servicios a un conjunto de clientes. Las aplicaciones de HFLP surgen naturalmente en los sistemas de atención médica en los que los usuarios deben ser atendidos desde diferentes niveles de clínicas y hospitales. (Ortiz-Astorquiza, 2018)

Los problemas se han formulado y resuelto como problemas de optimización matemática utilizando diferentes enfoques debido a la utilización de diferentes funciones objetivas. Muchos estudios que abordan la localización de instalaciones se han formulado como el Problema de ubicación de cobertura máxima (MCLP: Maximun Capacity LP). El MCLP es uno de los modelos más comunes empleados en la planificación de la salud pública debido al presupuesto limitado, ya que maximiza la población que

se cubrirá dado un número limitado de instalaciones fijas. en la planificación de la atención médica Se dice que la demanda está "cubierta" si se asigna a la instalación dentro de una distancia máxima permitida predefinida donde, además, a menudo se impone una restricción de capacidad para garantizar una buena calidad de servicio. (Ahmadi-Javid, 2017)

TABLA I: Resumen de principales abreviaturas

SIGLAS	Significado
CFLNDP	capacitated facility location/network design problem
GNDP	General network design problem
FL	Facility Location
FLP	Facility Location Problem
HFLP	Hierarchical FLP
MLFLP	Multi-level FLP
MCLP	Maximum Capacity LP
UF	Usuario-Instalación
UU	Usuario-Usuario

Dado que sabemos que los pacientes tienden a acceder a los servicios de atención médica más cercanos a sus comunidades y ubicación geográfica, se vuelve natural el desarrollar aproximaciones sistémicas que articulen las diferentes herramientas de planeación, prestación de servicios, localización y su correspondiente análisis espacial mediante sistemas de información geográfica (SIG). Sin embargo, aunque el uso de estas herramientas se ha aplicado por separado en lo que concierne a salud pública y epidemiología el uso integrado de tales tecnologías y metodologías para comprender el acceso, la utilización y la demanda de los servicios de salud aún se encuentra en desarrollo. Esto significa que existen múltiples campos de acción para estos abordajes mismos que además de los planes de desarrollo de infraestructura con enfoque de red, pasan por la vigilancia de enfermedades (o pandemias), el mapeo de enfermedades, el modelado de enfermedades; el análisis de riesgos; incremento de acceso a la salud y planificación; perfiles de salud comunitaria, entre muchos otros.

Teoría de Redes

Quizás las definiciones más simples y directas de ciencia de redes y de redes está dada por el National Research Council (NRC) que define la ciencia de redes como el "conocimiento organizado de redes basado en su estudio utilizando el método científico", que busca distinguir la ciencia de la red de las diversas tecnologías que la utilizan, por ejemplo, para separar la ciencia subyacente de las redes de tecnologías como Internet, las carreteras, líneas telefónicas, sistemas de energía eléctrica, chips de computadora, sistemas de suministro de agua y líneas ferroviarias: estas redes físicas, y muchas otras, que nos son familiares a todos.(Lewis,2011)

Cada red puede ser descrita por su estructura conformada por sus nodos y enlaces, así como por su comportamiento, es decir lo que la red "hace" como resultado de las interacciones entre los nodos y enlaces. Estas redes han sido representadas como grafos que a su vez son una representación o

modelo de realidad observable, sin ser esa realidad en sí misma. Esta definición remarca la importancia del estudio de la estructura de una colección de nodos y enlaces que representan algo real, y el estudio del comportamiento dinámico derivado de la interacción de dichos nodos y enlaces.

En cada una de estas aplicaciones para las redes, a menudo se desea enviar algunos bienes (vehículos, mensajes, electricidad o agua) de un punto a otro, generalmente de la manera más eficiente posible, es decir, a lo largo de una ruta más corta o por algún patrón de flujo de costos mínimo. Por esta razón, la optimización de la red ha sido un problema central en la investigación de operaciones y esta multitud de aplicaciones ha producido modelados de una gama notablemente amplia de situaciones prácticas. (Ball et al, 1995)

Desde el problema de los 7 puentes de Königsberg del siglo XVII resuelto por Euler hasta las aplicaciones actuales computo distribuido en la nube, la ciencia de redes ha sido utilizada en una amplia gama de campos, todos buscando cuantificar y estudiar relaciones de algún tipo, modelar las direcciones, cuantificar y / o ponderar las propiedades existentes entre los enlaces y nodos. (Platt, 2019)

Una de las aplicaciones más comunes está vinculada a las redes espaciales, que en el caso de este trabajo son redes de prestación de servicios médicos, donde los enlaces representan distancia (o cercanía), y los nodos representan ubicaciones de establecimientos de salud en el territorio. De esta forma, cuando se utilizan pesos de enlaces para representar la distancia, se puede obtener información valiosa sobre los traslados de personas en la red utilizando estos pesos a lo largo de una ruta. Esta ruta de referencia de pacientes y personas entre establecimientos a la par de las decisiones de asignación de personas para su atención (ruteo) en establecimientos son los componentes fundamentales que vinculan la teoría de localización y la ciencia de redes.

En la atención médica, las implicaciones de las malas decisiones de ubicación y de funcionamientos deficientes de la red de servicios van mucho más allá de las consideraciones de costo y servicio al cliente, o costos de inventario como sucede en casos comerciales. En salud, si se utilizan muy pocos establecimientos y / o si no están bien ubicados, pueden producirse aumentos en la mortalidad (muerte) y la morbilidad (enfermedad). Por lo tanto, el modelado de la ubicación de las instalaciones, así como su red adquiere una importancia aún mayor cuando se aplica a la ubicación de las instalaciones de atención médica. (Daskin, 2005)

Problemas generales de diseño de redes

Los problemas de localización de instalaciones multinivel (MLFLP) mencionados en la sección anterior pertenecen a una gamma de problemas de optimización conocidos como problemas generales de diseño de red (GNDP: General network design problem), donde ambos la ubicación de las instalaciones y las decisiones de diseño de la red son predominantes y no triviales. Por lo tanto, los MLFLP también pueden verse como un caso especial de la clase más general de GNDP.

Daskin resume los modelos discretos de FLP aplicados para Salud en tres modelos básicos: el modelo de establecimientos de cobertura, el modelo de cobertura máxima y el modelo P-mediana, que hay

un conjunto finito de ubicaciones o nodos candidatos en los que se pueden ubicar las instalaciones en contraste con los modelos continuos que asumen que las demandas se distribuyen continuamente en toda la región.

Contreras y Fernández (2012) presentan dos categorías principales de GNDP: problemas que involucran demandas de Usuario-Instalación (UF), y aquellos con demandas de Usuario-Usuario (UU). En UF, las instalaciones son los proveedores de servicios para los usuarios y, por lo general, no hay interacciones entre las instalaciones. Por lo tanto, las demandas se enrutan de las instalaciones a los usuarios. Por otro lado, en UU, las instalaciones consolidan productos que se enrutan desde los orígenes a los destinos y, por lo tanto, se utilizan como ubicaciones intermedias. El diseño de la red y las decisiones de enrutamiento influyen en la estructura óptima de la solución al decidir cómo conectar a los usuarios con las instalaciones y las instalaciones entre sí. Esto significa que en la mayoría de los casos de UU las instalaciones interactúan entre sí. (Ortiz-Astorquiza, Contreras, 2018)

Estas herramientas de abstracción y análisis proporcionadas por las teorías de localización y de redes abren un nuevo panorama de posibilidades para resolver los problemas existentes en diversos ámbitos de la administración pública, sobre todos los vinculados con la gestión de recursos a lo largo de un universo de establecimientos y actores con bajos niveles de coordinación.

En virtud de lo expuesto en las secciones anteriores, podemos observar que aun cuando existen metodologías, técnicas y herramientas para optimizar el desarrollo de las Redes integradas de servicios de salud, tanto para infraestructura como para prestación de servicios, existe un gran camino por recorrer para la “transferencia tecnológica” que pueda mejorar las políticas públicas de salud. Existen múltiples razones para que al día de hoy, los criterios para el dimensionamiento y la determinación de la necesidad de nuevas unidades estén sesgados con frecuencia por presiones políticas de autoridades de diferentes ámbitos, por grupos sociales organizados, así como por la propia población. Todo anterior conlleva a que el desarrollo de la infraestructura en el país tenga un sustento técnico frágil que, si bien incluye criterios epidemiológicos y demográficos maduros, aún no permite una adecuada planeación y optimización de la infraestructura.

Abordajes multiperspectiva

Desde las primeras aplicaciones de IO al campo de la salud, podemos encontrar variadas publicaciones orientadas a la resolución de problemas de organización, planeación, localización, gestión de tiempos de espera, de inventarios, cadena de suministro de insumos médicos y medicamentos; escenarios y proyecciones sobre predicción de la demanda; evaluación de la calidad y eficiencia de los servicios médicos; minería de datos y machine learning relacionados con la detección y el tratamiento de enfermedades, entre muchos otros. En estas investigaciones se hace uso de diferentes herramientas que en su mayoría buscan combinarse para explorar con mayor dinamismo y precisión los comportamientos adaptativos complejos y a veces en condiciones de conflicto, que existen el sistema de salud y la atención médica.

Estas aplicaciones de IdeO a las ciencias de la salud difundidas en los “Journals” tales como el Operations Research publicado por INFORMS desde los años 50, o el European Journal of Operations

Research publicado por Elsevier Science desde los 70's, han utilizado diferentes enfoques tanto de investigación como comerciales para los sistemas de salud, mismos que Koelling(2005) clasificó de la siguiente manera:

- Nivel de Sistemas de Salud: caracterizado por estudios estratégicos y de políticas, generalmente dentro de las organizaciones, a nivel regional o metropolitano para estudiar el impacto en los niveles organizacionales.
- Abordajes Clínicos: modelando el trabajo realizado en pacientes y dirigidas principalmente por médicos.
- Entrega de servicios de atención médica: los estudios enfocados tácticamente generalmente se centran en una sola instalación o un departamento dentro de una unidad, y enfatizan las características del flujo de pacientes.
- Estudios de prevención enfocados en la prevención de enfermedades, enfermedades o incidentes: el impacto de las estrategias y tácticas de prevención que generalmente involucran algún tipo de investigación clínica.
- Los estudios de epidemiología: centrados en la propagación de enfermedades o enfermedades o la comprensión fisiológica de una enfermedad o enfermedad.

Si tomamos lo establecido en el Modelo APS-I Mx, se puede decir que el primer contacto con las personas se realiza en la capa operativa o de ejecución del sistema de atención médica representada por los establecimientos de salud. A esta le sigue la capa del nivel medio, conformada por una capa organizativa donde el sistema de atención maneja los aspectos económicos y socio-técnicos influyen en las funciones operativas a nivel municipal, jurisdiccional o Estatal, misma que podríamos englobar como los servicios de salud estatales. Por último, se conforma el nivel federal que responde a la secretaría de salud como conductora del sistema de salud y responsable por el bienestar social. En este nivel, la atención médica se ve afectada por las características epidemiológicas, culturales, políticas y demográficas de la comunidad.

Con base en estas conceptualizaciones diferentes, se ha llegado a la conclusión de definir a los sistemas de salud tanto pública como de prestación de servicios de salud como Sistemas Adaptativos Complejos (CAS) (Anderson et all, 2000), además de que esto, al conectarse directamente con el público se comportan como sistemas abiertos que demuestran dinámicas no lineales. Asimismo, un sistema de atención médica también se puede considerar como una red altamente conectada de nodos formales e informales que se adaptan mediante el aprendizaje a través de varios 'experimentos en progreso'. La naturaleza interdependiente y en red de la atención médica significa que las actividades realizadas en un nodo de primer contacto como un centro de salud, tienen el potencial de afectar el comportamiento en otros nodos y en toda la red en general.

Como se ha señalado a lo largo de este trabajo, la naturaleza compleja de un sistema de atención médica puede ser difícil de manejar para los tomadores de decisión, al realizar labores de dirección, han vivido la dificultad de predecir con precisión los efectos de las acciones, como la mejora del desempeño y sus consecuencias en todo el sistema. (Kanagarajah, 2010). Por lo cual, este trabajo

considera la importancia de diseñar y desarrollar un abordaje multiperspectiva dotado de flexibilidad para integrar diferentes aplicaciones y técnicas de solución derivadas de la investigación de operaciones y sus estrategias de optimización. Con esto se integran los beneficios de las diferentes técnicas en una herramienta valiosa para los tomadores de decisiones para resolver problemas de salud y sus operaciones, no solo con una visión sistémica sino con la aplicabilidad a entornos inciertos y complejos como los que se presentan cíclicamente en México.

Con todo lo revisado hasta este punto, podemos decir que hemos abordado las herramientas que se utilizarán para construir las mejoras propuestas, por lo que en la siguiente sección revisaremos lo concerniente al sistema de interés que es el Sistema Nacional de Salud.

2.3 Organización de redes dentro del Sector Salud

En el año 2010, la Organización Panamericana de la Salud elaboró la propuesta Redes Integradas de Servicios de Salud (RISS), estableciendo su definición como “una red de organizaciones que presta, o hace los arreglos para prestar, servicios de salud equitativos e integrales a una población definida, y que está dispuesta a rendir cuentas por sus resultados clínicos y económicos y por el estado de salud de la población a la que sirve”. Asimismo, estableció los atributos esenciales para su funcionamiento: (1) modelo asistencial, (2) gobernanza y estrategia, (3) organización y gestión y (4) asignación e incentivos, donde se explican los elementos internos de cada atributo que permiten la operación y funcionamiento de organizaciones de salud como RISS. (OPS,2010)

El Modelo de Atención Primaria a la Salud Integral e Integrada (APS- I MX) se basa en la generación de Redes Integradas de Servicios de Salud (RISS) constituidas por sistemas funcionales de articulación y elementos reguladores, éste es un modelo de atención a la persona, a la familia y a la comunidad que cuenta con un carácter preventivo además de curativo. Las RISS prestan sus servicios en un concepto integral de atención que favorece la prevención y promoción de la salud y que asegura el acceso de toda la población a los servicios de atención necesarios, garantizando el continuo de la atención de acuerdo con los requerimientos específicos de cada padecimiento. En el APS- I Mx se contempla la utilización interinstitucional de la infraestructura y los servicios, con el propósito de romper barreras geográficas y organizacionales que limitan el acceso a los servicios de salud. (Hernández et al. 2010, SS, 2019)

Enfoque de red

La esencia del enfoque de red consiste en organizar y gestionar los servicios de salud (promoción de la salud, atención preventiva, atención curativa, de rehabilitación y cuidados paliativos) considerando el conjunto de prestadores o establecimientos que sirven a la población de un territorio definido. Esta estrategia ha demostrado ser efectiva para mejorar la salud de la población, la calidad de los servicios y la eficiencia en el uso de los recursos. (BID 2018) Las redes se constituyen por el conjunto de unidades de atención a la salud articuladas y coordinadas eficientemente para propiciar la oferta de servicios resolutivos, accesibles y efectivos de acuerdo con la necesidad de la población.

Debido a que este enfoque de red presenta un nuevo paradigma de organización, administración, servicio, colaboración y trabajo en equipo, que busca generar propiedades emergentes difíciles de medir como calidad, mejora en el servicio, atención a las personas, colaboración participativa, generación de acuerdos y toma de decisiones consensuada y científicamente deliberada, es importante remarcar que existen tres ejes que son fundamentales para acompañar el diseño de la red en sus dimensiones de atención a las personas, servicios de apoyo y gobernanza de la red.

Atención a las personas

De acuerdo con las atribuciones conferidas en la carta magna de México, la secretaría de salud tiene como atribución la conducción de las políticas públicas en materia de salud, mismas que se presentan y explican en los denominados modelos de atención. Estos modelos de atención marcan las pautas generales a las que deberán apegarse los diferentes actores y prestadores de servicios de salud a lo largo del país detallando la forma y detalle con que se deben atender las necesidades de salud de la población. Si bien estos modelos marcan las generalidades de la atención, rara vez explican los acuerdos, instrumentos legales, mecanismos de gestión, de planeación o de participación social que deben existir dentro de un sistema que atiende la salud de las personas. Esta libertad inherente a la misma distribución de responsabilidad de cada actor genera la existencia de un sinnúmero de procedimientos diferentes al interior de cada equipo, establecimiento, unidad administrativa, jurisdicción sanitaria, estructura administrativa y de gestión y para cada región del país. Estas definiciones dadas en el modelo de atención son importantes, ya que permite entender las variables legales o administrativas que facilitan o limitan el funcionamiento de la red.

De esta manera, el enfoque de redes y la creación de RISS, contribuye a mejorar los procesos de planificación y servicios de salud orientados a satisfacer las necesidades de las personas, asegurando el acceso, continuidad y calidad de los servicios no solo en las unidades o establecimientos, sino a lo largo de toda la red. Esto significa un cambio en la prioridad del sistema de salud donde se pone al usuario al centro del sistema y se impulsa a que los actores y recursos de salud que existen en una región se alineen y cooperen para ofrecer una respuesta a las necesidades de cada persona.

Para lograr esto, debe existir una sólida organización en el sistema de salud con un primer nivel de atención que se encuentra más cercano a la población, eficiente y bien coordinado, que cuente con una alta cobertura y resolutivez. Este primer nivel armonizado y cooperativo debe ser fortalecido en sus capacidades de atención a la salud con el apoyo y soporte de un segundo nivel de atención especializada para las necesidades de hospitalización de las personas en un territorio delimitado con un uso eficiente de recursos.

En resumen, el sistema debe asegurar la continuidad de los servicios para la población en toda la red, siendo responsable de contar con mecanismos que aseguren: la cobertura de la población, la continuidad entre niveles y la complementación entre niveles y dentro de cada nivel, de tal manera que se logre superar la dualidad que existe entre atención primaria y hospitales para reemplazarla por un enfoque conjunto que le entregue la mejor atención y servicios de salud a las personas.

Servicios de apoyo

Los modelos de recursos para la salud que incluyen las unidades arquitectónicas de los establecimientos de salud buscan optimizar los recursos que se usan para dar servicios de salud estimando la demanda de servicios para cada tipo de unidad. Esta estimación del tamaño y resolutivez de cada unidad en función del tamaño de población ha generado una sistemática desviación en la oferta de servicios, donde las unidades que son construidas en lugares con poca población son unidades de menor tamaño y con carteras de servicios reducidas. En otras palabras, la construcción y operación de servicios de apoyo como son rayos x, laboratorio y ultrasonido se ha realizado de manera aislada y por establecimiento, reservado estos servicios a tipologías específicas ubicadas sólo en poblaciones mayores a 20 mil personas. (SS, 2006). Si consideramos servicios de apoyo clínico y no clínico como bancos de sangre, bancos de leche, servicios de laboratorio, esterilización, anatomía patológica, diagnóstico de imágenes, ropería, logística de medicamentos e insumos, alimentación, vigilancia, mantenimiento de infraestructura y equipo, tecnologías de información y otros, encontramos que el primer nivel está desprovisto casi en su totalidad y dichos servicios están reservados para unidades hospitalarias. Por esta razón, se vuelve evidente la necesidad de implantar una estrategia que logre gestionar estas redes de apoyo para hacerlas accesibles a todos los establecimientos tanto de primer nivel de atención como a los hospitales, generando economías de escala a la par de generar mejoras en la calidad.

Gobernanza de la red

El funcionamiento organizado de diferentes perfiles de persona de salud en múltiples establecimientos distribuidos a lo largo de diferentes territorios vuelve prioritario contar con una autoridad caracterizada por un alto desempeño, un liderazgo claro, y gran capacidad resolutivez y de decisión. Estos requerimientos administrativos y de gestión de proyectos, que deben estar sostenidos por sólidos esquemas de organización, gestión y asignación de responsabilidades para la gestión de la red son referidos como gobernanza. Su grado de desarrollo determinará el desempeño de la red en términos de la atención de las personas o de la gestión de los servicios de apoyo. Habitualmente el tratamiento de la gobernanza se relaciona con instancias de coordinación técnica o administrativa de los establecimientos de un territorio, en las que generalmente la continuidad se centra en establecer protocolos de referencia y contrarreferencia entre atención primaria y hospitales. Sin embargo, en la práctica cotidiana, el equipo de salud (donde existe completo) es quien está a cargo de dar consulta, hacer reportes oficiales, hacer promoción y prevención, dar educación y capacitación a la comunidad, saturando y sobrecargando al personal de salud con labores de gestión. Por esta razón, es necesario contar con una organización dedicada a la gestión de la red, que funcione de manera independiente a los establecimientos y se preocupe de maximizar la atención a las personas y los servicios de apoyo. Este tipo de organización debería ser la responsable de velar por la continuidad asistencial (técnica, administrativa y financiera), así como por la calidad y eficiencia de los establecimientos, debiendo ser capaz de dar cuenta del desempeño de la red.

Caracterización del funcionamiento de la red

Esta organización de los servicios de salud en RISS, obliga a plantear una nueva forma de organización y administración de los recursos en el territorio, generando claridad y certeza en los diferentes componentes de la red, tanto el que se encarga de los recursos humanos, el que realiza las compras de bienes y servicios, organiza la logística y distribución, hasta quien evalúa su desempeño. Esta coordinación tácita a lo largo de la red ha existido de forma implícita y distribuida entre múltiples puestos en los diferentes organigramas institucionales y estatales. Lo que ha producido una nula coordinación entre los registros de las prestaciones de servicios, los resultados de procedimientos diagnósticos, los seguimientos a tratamientos o surtimiento de recetas de medicamentos específicos para condiciones de salud particulares.

Estos rubros que se pueden sintetizar como manejo de la información, manejo del recurso humano, gestión clínica, manejo del apoyo diagnóstico, admisión y gestión de usuarios, gestión del mantenimiento, gestión logística, habían estado descuidados y dispersos en las estructuras orgánicas de las instituciones y prestadores de servicios en las últimas décadas. No obstante, parece que serán retomados por los Distritos de Salud, como unidades administrativas que sustituirán en forma y fondo a las jurisdicciones sanitarias (SS,2019)

2.4 Gestión de recursos de la red

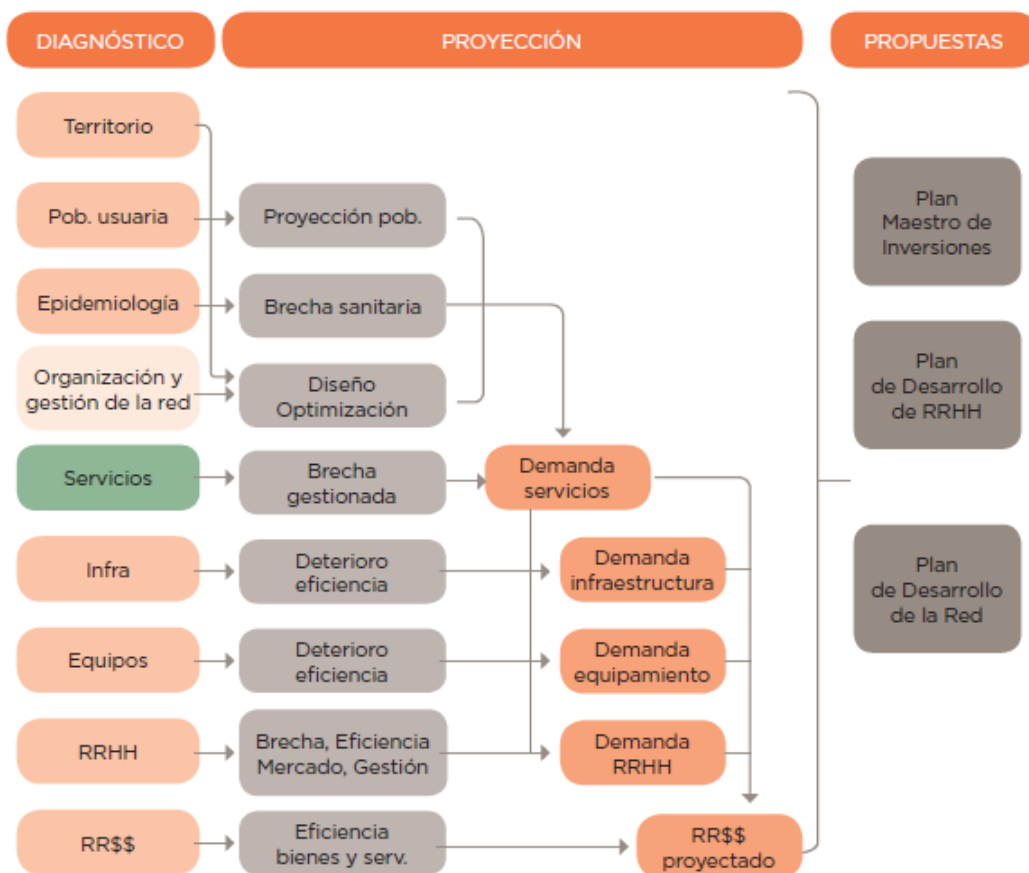
Un objetivo permanente del sistema de salud mexicano está representado por la articulación armónica y eficiente entre las diferentes instituciones y actores que existen a lo largo de los diferentes subsistemas que operan paralelamente a lo largo de rubros como educación, promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento, rehabilitación y cuidados paliativos. Esto demandará que estas instituciones dejen de enfocarse en sí mismas y sus propias necesidades, para reconectarse con las necesidades de las personas y acompañarlas hasta alcanzar el mejor estado de salud que puedan tener mientras que apoyan en los episodios de presencia de condiciones que afecten su salud. Esto implica un viraje en el enfoque de tratamiento de la enfermedad hacia una cultura de la salud presente y futura.

Esta transformación con enfoque de redes tiene implicaciones profundas en la reorganización de los servicios actuales mediante la reingeniería de las etapas de planificación, ejecución y operación que conforman los ciclos de planificación y operación en escalas territoriales locales, municipales, estatales y regionales.

Para que esta gestión de los recursos de salud se realice de manera adecuada, debe tenerse presente el objetivo de la red de hacerse responsable de los resultados de salud de la población a la que sirve. Para esto existen múltiples enfoques y metodologías de gestión de recursos de salud que van desde la gestión por sistemas locales de salud, la gestión productiva de recursos de salud y la basada en estudios de red. Esta última se considera idónea para conducir los esfuerzos de implantación de RISS detonados desde los 70s y que hoy se retoman en las políticas públicas como opción elegida para cerrar las brechas existentes en el sistema de salud mexicano. La estructura general de los estudios

de red se presenta en la siguiente figura, señalando las variables más importantes que deben considerarse para realizar diagnósticos, proyecciones y propuestas basadas en RISS.

Figura 2. Esquema de Estudio de Red (BID. REDES. 2018)



Fuente: BID, 2018

Elementos del estudio de red

Tomando en consideración la complejidad del sistema de salud y la complejidad añadida de la organización de sus subsistemas, es fundamental tener claros los elementos principales que deben ser considerados en el enfoque de redes a fin de visualizar de forma gruesa las relaciones que se dan entre ellos y poder entender cómo las herramientas de investigación de operaciones proporcionan las capacidades no solo para modelar dichas relaciones, sino que nos permiten analizarlas de forma tanto cuantitativa como cualitativa.

Territorio: La accesibilidad constituye la variable básica para entender cómo la población demanda servicios en los establecimientos de salud. Está determinada, en primer lugar, por la geografía del territorio, las características de la red de comunicaciones y la disponibilidad de medios de transporte. Sin embargo, es importante identificar otros factores culturales, económicos e institucionales, que afectan la accesibilidad de la población, cuyo peso debe ser evaluado de acuerdo con la situación de cada región.

En este tenor, la revisión de literatura de salud como de localización, sostiene que es importante revisar principalmente cuatro tipos de accesibilidad: la geográfica como distancia y complejidad para llegar a los establecimientos de salud, la económica, en términos de la matriz de costo tanto para las personas como para la distribución de suministros y personal, la cultural en función de los usos y costumbres existentes en cada cultura y región y la administrativa, en el sentido del papeleo, requisitos, guías de referencia y permisos que deben ser cumplidos para acceder al servicio. (BID,2018. Gu,2010)

Población: La población es la variable que permite dimensionar las necesidades de salud requeridas en un territorio determinado, y es el personal de salud del primer nivel de atención quien estudia y analiza y determina la composición por grupos etarios (de edades similares) junto a sus factores de riesgo de cada grupo, y permite realizar las estimaciones iniciales sobre los recursos requeridos por esta población que pueden representar medicamentos, insumos, vacunas o intervenciones.

Epidemiología: El análisis del perfil epidemiológico de la población permite entender qué tipo de problema de salud presenta y de esta forma diseñar las respuestas más adecuadas. Asimismo, el conocimiento de su tendencia (creciente, estable o decreciente) permite sensibilizar el comportamiento de la futura demanda de servicios y recursos. Esta caracterización sirve para entender la magnitud que el problema representa dentro de la atención y si, a futuro, será o no relevante, lo que impacta directamente en la planeación y colocación de recursos.

Las labores de epidemiología en los equipos de primer nivel de atención son fundamentales para acceder a servicios de especialidad, y garantizar que las personas sean atendidas dentro de los tiempos que marca cada condición de salud, para dejar atrás esta condición arraigada en el sistema de salud de México de dar citas meses después de la ocurrencia de la enfermedad. Para caracterizar el perfil epidemiológico se utiliza tres tipos de indicadores relacionados con la morbilidad, la mortalidad y la carga de enfermedad.

Organización y gestión de red: El enfoque de red parte del análisis de la población y las condiciones de un territorio, donde se localizan los establecimientos y servicios de salud. Conocer el número de establecimientos en un territorio, las habilidades de sus recursos humanos, la capacidad diagnóstica-resolutiva de sus instalaciones, los horarios de atención, sus porcentajes de ocupación y capacidad instalada, su organización y funcionamiento permite conocer la capacidad de respuesta de la red es adecuada o no para hacer frente a los diversos problemas de salud que presenta la población. A continuación, se discuten las principales variables que permiten un análisis sobre la organización y funcionamiento de la red.

Organización de la red

Como se mencionó en el apartado de organización de las redes, para caracterizar cada red, se debe tener en consideración el modelo de atención que determinara el rol de cada establecimiento de acuerdo con sus capacidades de promoción, atención, diagnóstico o tratamiento y el tipo de especialidad a la que se enfoca. La distribución territorial de los establecimientos de salud permite conocer las áreas que tienen acceso, cobertura y disponibilidad de los servicios de salud para el primer, segundo y tercer nivel de atención, la cartera de servicios entendida como la capacidad resolutoria de cada establecimiento y de manera transversal, los servicios de apoyo de los que dispone la red.

Servicios: Si bien este término engloba los diferentes tipos de servicios que se deben ofrecer en la red, pudiendo ser servicios a la persona, a la comunidad, de salud pública, especializados y complejos extra e intrahospitalarios, la convención establecida tradicionalmente se basa en una clasificación de la cartera de servicios de salud organizada en tres niveles de complejidad: el primer nivel, que equivale a servicios básicos de baja complejidad o de atención primaria según el modelo de atención vigente; el segundo nivel con servicios de hospitalización básica con las especialidades generales y subespecialidades de mediana complejidad diagnósticas, terapéuticas y quirúrgicas en menor medida, y el tercer nivel, que corresponde a servicios de alta complejidad donde se llevan a cabo actividades de formación e investigación.

Infraestructura: Este rubro incluye todos los recursos para la salud que son necesarios para otorgar servicios de salud a la población, manteniendo los establecimientos en buenas condiciones, disponibles y operativos. De tal forma que abarca los servicios básicos (agua, drenaje y luz); mantenimiento; mobiliario; equipamiento médico; instrumental; medicamentos y biológicos; cartera de servicios incluyendo medicina preventiva, rayos-X y laboratorio; recursos humanos por tipo de personal y de contratación. Esta gestión y seguimiento de los establecimientos de la red tiene por objetivo evaluar si éstas se encuentran en condiciones adecuadas o no.

En el Anexo 3 se presenta la infraestructura en operación de la secretaria de salud de acuerdo con el tipo de establecimiento, y la tipología de cada unidad.

Equipamiento Médico: Dada la creciente complejidad tecnológica de los dispositivos médicos, se debe realizar un seguimiento detallado del inventario de los equipos médicos a fin de estar en condiciones de gestionar su ciclo de vida desde su planeación hasta su baja de inventarios. Esto implica considerar las necesidades de la población, la línea de vida desde los recién nacidos e infantes hasta la tercera edad, así como las variaciones en complejidades entre géneros. La correcta gestión del equipamiento permite programar inversiones en los dispositivos que mantengan el estado del equipamiento adecuado para asegurar la continuidad de la atención a la salud, con calidad y oportuna, directa o indirectamente.

Generación de Recursos Humanos en Salud: La nueva demanda de RHS consiste en determinar cuáles son los RHS que se requerirá bajo el esquema de prestación de servicios y el modelo de organización de la red, de tal manera que estas demandas puedan incorporarse a un Plan Maestro de Inversión de la red, asegurando la gestión de los recursos financieros y la atracción del talento.

Debido a que el mayor porcentaje de gasto de operación se destina a los Recursos humanos es fundamental para la sostenibilidad del sistema de salud, realizar un diagnóstico de la epidemiología de cada red, para evaluar la situación actual de personal de salud, estimar una demanda inicial y futura de RHS acorde con la proyección de necesidades futuras. Estos diagnósticos permiten entre muchas otras cosas, planear una cartera de servicios dinámica y responsiva, adecuar los modelos de gestión y aplicar medidas de optimización para los RHS.

Plan de Desarrollo de Infraestructura en Salud basado en redes

Uno de los objetivos de las RISS es trazar una ruta para vincular la oferta de servicios a través de las diferentes tipologías y niveles de atención, en función de la ubicación geográfica (municipio) donde se encuentren los usuarios, así como de la oferta de servicios con base en la infraestructura física en salud. Esto significa satisfacer diferentes tipos de necesidades, para diferentes conjuntos de personas, que se encuentran dispersas en diferentes lugares sobre distintos tipos de territorio, utilizando un universo limitado de establecimientos de salud y con un financiamiento finito sujeto a múltiples restricciones.

Por esta razón, se vuelve prioritario alcanzar una optimización en el desarrollo de la infraestructura, al definir la ubicación geográfica óptima de los nuevos establecimientos, una colocación idónea de las inversiones en acciones de infraestructura (sustitución, fortalecimiento, ampliación, etc.), donde se satisfagan las demandas de la población de cada localidad mientras se minimiza el costo total (suma de inversión en infraestructura física fija y móvil, costos de operación, de logística, administración entre muchos otros), pero sobre todo el costo de transporte variable que invierten las personas para llegar a las unidades u obtener una mejora en su salud.

Con base en lo anterior, se vuelve fundamental establecer planes de desarrollo de las redes basados en un crecimiento ordenado de la infraestructura, que incorpore los avances alcanzados por el crecimiento de la infraestructura de todo el sector, permitiendo utilizar las herramientas matemáticas y de modelado para optimizar la planeación y asignación de recursos. La generación de estos planes de desarrollo de infraestructura puede ser concebida como una aplicación práctica de problemas de localización de unidades de salud, donde se evalúa el tipo, la ubicación, los datos socioepidemiológicos, prioridades de inversión, los objetivos de salud pública, las restricciones y las alternativas. Esto se debe a que tienen la misma base conceptual, que por lo regular involucra encontrar un equilibrio entre dos objetivos que muchas veces entran en conflicto:

1. Estar lo más cerca posible de la demanda para reducir los costos de transporte; y
2. Mantener el costo de inversión y de operación lo más bajo posible.

Con base en estos objetivos es que se puede proponer usar las herramientas dadas por la teoría de localización, particularmente para los problemas de diseño de instalaciones con capacidad fija (facility location) combinadas con diseño de redes. Esta combinación es útil para modelar diferentes sistemas como los de las RISS donde existe este tipo de conflictos entre objetivos, costos de inversión, costos de diseño de red y costos de operación. En el siguiente capítulo se plantea un abordaje para modelar estos planes de desarrollo con las herramientas mencionadas.

CAPITULO 3. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se integraron los desarrollos basados en algunas de las diferentes herramientas de IdeO, vinculándolos con los recursos mencionados en el capítulo anterior del modelado del sistema de salud mediante en enfoque de redes. De esta manera se vinculan los diferentes recursos en una propuesta de organización sistémica fortalecida mediante las herramientas de IdeO revisadas en el capítulo de Marco de Referencia.

Tabla 2. Matriz de Relación de Herramientas de IdeO y elementos de las RISS

Sección Objetivo	Recurso Red																
	Herramientas	Sector salud	Enfoque de red	Atención a las personas	Servicios de apoyo	Gobernanza de la red	Gestión de recursos	Territorio	Población	Epidemiología	Organización y gestión de red	Servicios	Infraestructura	Equipos Médicos (Núcleo Básico)	Modelos de Unidades Médicas	Generación de Recursos Humanos en Salud	Plan Maestro de Infraestructura en Salud
3.1 Profundizar el conocimiento del desempeño del CSIR como entradas a la RISS observar si los tiempos y personal son suficientes para los 2500 habitantes	TGS, Estadística, Modelado y Simulación, MBA, Anylogic	✓					✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓			
3.2 Incorporar la teoría de redes al análisis de las RISS, aprovechando la capacidad de procesamiento mediante la librería networkx	Ciencia de Redes - Python - Networkx, Data Mining	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.3 Comparativa de distribución de RH según modelo vs realidad en relación con las necesidades requeridas por la población	TGS, Planeación, Dirección de Proyectos, Estadística, ,	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
3.4 Redistribuir los distritos de salud para incorporar los avances tecnológicos y la evolución de la población e infraestructura para impactar en el acceso de los servicios de salud con base en el territorio	TGS, Estadística, SIG- QGIS – Teoría de Localización, - BDD	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓				
3.5 Señalar que la dispersión de las localidades debe ser abordada con otro tipo de herramienta además de las UMM, esta dispersión requiere enfocar los esfuerzos hacia el transporte o APS - prevención, más que hacia la construcción de nuevas unidades	TGS, Estadística, SIG, BDD, Q GIS, MMGIS, Planeación.	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓

El presente trabajo busca abordar varios de los principales problemas vinculados con el desarrollo de infraestructura y su correspondiente articulación dentro del sistema de salud, vinculando la productividad de los centros de salud rurales, su funcionamiento en red con el resto de la infraestructura de la red, la gestión y evaluación de recursos humanos actuales y futuros para la red, su distribución en el territorio en función de las regiones existentes, una propuesta de reconfiguración de dichas regiones, para concluir con un análisis de la cobertura de los servicios de salud en el país para las localidades dispersas que existen, esto mediante la revisión de la extensión de cobertura alcanzada por el programa de unidades médicas móviles (UMM) de la secretaría de salud orientado a localidades sin acceso efectivo a servicios de salud.

De esta manera, se utilizaron diversas herramientas vistas durante el curso a fin de conceptualizar las bases para el desarrollo de la tesis de maestría en sistemas (IdeO). El abordaje se presenta en cada una de las secciones del documento, además de explicar las herramientas matemáticas vistas durante el curso.

3.1 Simulación del Centro de Salud de un Núcleo Básico

La base del modelo APS está dada por la capacidad del sistema de entregar servicios de salud preventivos, capacidades de autocuidado y promoción de la salud en el punto más cercano a las personas que para el caso de México, muchas veces coincide con las localidades más alejadas y dispersas geográficamente. Desde el punto de vista arquitectónico, el sistema de salud público cuenta con una amplia gama de tipos de establecimientos de salud conformados por diferentes áreas, equipamientos y carteras de servicios, que fueron planeados para atender las necesidades de salud de las personas. Esta planeación de servicios de salud está basada en la demanda agregada para cada territorio y se ha vinculado directamente a los tamaños de las poblaciones, usando como indicador para construcción de nuevos centros de salud, las localidades con una población mínima de 2500 habitantes. Para estas poblaciones se construyeron centros de salud rurales denominados de un Núcleo (CS-R IN) que albergan al equipo de salud conformado por un médico, una enfermera y un promotor comunitario. (Salud-MIDAS, 2006) Si bien el modelo de atención de ese momento señalaba la necesidad del personal encargado de promoción comunitaria, hoy en día en muchas unidades de este tipo aún no se cuenta con él, dejando descubierta esta función de salud.

EL Modelo Integrador de Atención a la Salud (MIDAS), estableció la Red de Servicios para la Atención a la Salud como componente sustantivo central del definiéndola como el conjunto de establecimientos y servicios médicos, de diferente complejidad y capacidad de resolución, interrelacionados con el propósito de lograr su complementariedad, así como, la provisión y continuidad de la atención; de acuerdo con las necesidades y expectativas de la población a la que están destinados. La interrelación funcional de la red de servicios de salud se origina en la comunidad y se apoya en el servicio de casas de salud, centros de salud y hospitales de las diversas instituciones, donde se deben de resolver entre el 60% y 80% de la demanda de salud. La siguiente tabla presenta lo establecido por el modelo para el centro de salud para el tipo de unidad por tipo de población.

Tabla 3. Tipo de unidad por tipo de población

Tipo de Unidad	Población	Servicios	Vinculación con la red de servicios
Centro de Salud	2,500 a 3,000 habitantes por núcleo básico	Atención clínica básica y servicios básicos de salud, promoción a la salud, saneamiento ambiental, detección y control de riesgos, diagnóstico temprano de enfermedades	requiere radio comunicación y ambulancia de apoyo

En la siguiente tabla se presenta la infraestructura de la secretaría de salud que se enfoca a labores de atención primaria, donde se observa que el mayor número de unidades tiene la tipología “A” correspondiente al centro de salud rural de un núcleo básico.

Tabla 4. Infraestructura de la Secretaría de Salud por tipología

TIPO DE ESTABLECIMIENTO CLAVE	NOMBRE DE TIPOLOGIA	ESTABLECIMIENTO
DE CONSULTA EXTERNA		14,082
A	RURAL DE 01 NÚCLEO BÁSICO	5,352
B	RURAL DE 02 NÚCLEOS BÁSICOS	574
C	RURAL DE 03 NÚCLEOS BÁSICOS Y MÁS	64
CAP	CENTROS AVANZADOS DE ATENCIÓN PRIMARIA A LA SALUD (CAAPS)	99
CES	CENTROS DE SALUD CON SERVICIOS AMPLIADOS	150
D	URBANO DE 01 NÚCLEOS BÁSICOS	1,454
E	URBANO DE 02 NÚCLEOS BÁSICOS	1,345
F	URBANO DE 03 NÚCLEOS BÁSICOS	727
G	URBANO DE 04 NÚCLEOS BÁSICOS	237
H	URBANO DE 05 NÚCLEOS BÁSICOS	164
I	URBANO DE 06 NÚCLEOS BÁSICOS	154
J	URBANO DE 07 NÚCLEOS BÁSICOS	68
K	URBANO DE 08 NÚCLEOS BÁSICOS	51
L	URBANO DE 09 NÚCLEOS BÁSICOS	36
P	UNIDAD MÓVIL	1,820
Q	URBANO DE 10 NÚCLEOS BÁSICOS	42
R	URBANO DE 11 NÚCLEOS BÁSICOS	17
S	URBANO DE 12 NÚCLEOS BÁSICOS Y MÁS	104
T	CLÍNICA DE ESPECIALIDADES	115
U	CONSULTORIO DELEGACIONAL	8
UNE	UNIDAD DE ESPECIALIDADES MÉDICAS (UNEMES)	666
V	UNIDAD MINISTERIO PÚBLICO	79
W	CASA DE SALUD	639
X	BRIGADA MÓVIL	87
Z	CENTRO DE SALUD CON HOSPITALIZACIÓN	30
Total general		14,082

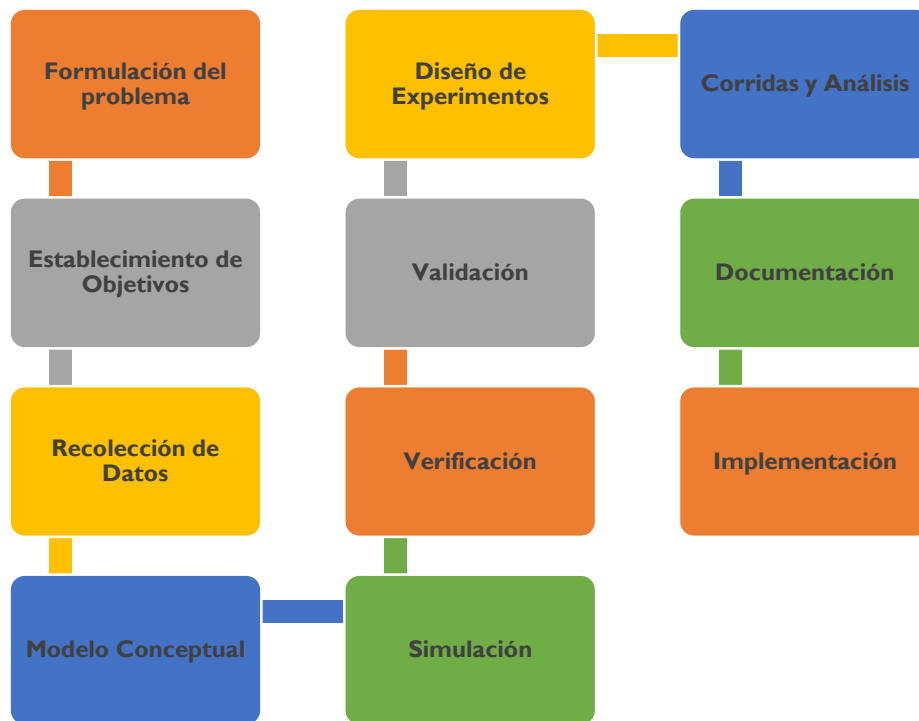
Fuente: CLUES Marzo 2020

Con base en lo anterior se buscó simular este tipo de establecimiento de salud, a fin de conocer su desempeño como base fundamental del modelo de atención primaria a la salud y su participación en la red de establecimientos. El modelo de simulación se desarrolló utilizando el paquete de software Anylogic, que utiliza un diagrama de flujo basado en entidades para modelar procesos dinámicos. Las entidades en el modelo de simulación proceden a través de un diagrama de flujo del proceso y toman el control de los recursos a medida que se procesan. Las unidades de recursos se pueden cambiar de acuerdo con los requisitos de flujo de pacientes y los resultados se pueden usar para comprender los cambios en el comportamiento del sistema.

Metodología

Para llevar a cabo este trabajo se empleó la metodología de simulación basada en agentes propuesta por Banks et al. (1996), a continuación, se describen las estrategias, técnicas y herramientas empleadas desde la recolección de datos hasta el análisis de resultados obtenidos en las corridas, los cuales involucran una serie de pasos específicos con los que se lleva cabo la implementación del modelo conceptual en Anylogic.

Figura 3. Metodología para simulación basada en Agentes



Fuente: Elaboración propia con base en (González, 2017)

Formulación del problema

Los centros de salud rurales de un núcleo representan un porcentaje importante de unidades que prestan servicios de atención primaria a la salud, siendo la base funcional del desempeño del modelo de atención primaria a la salud y su despliegue en la red de establecimientos. Sin embargo, si la resolutivez y productividad que alcanzan que en función de los recursos que utilizan se reduce, se ejerce una presión hacia la población y el resto de las unidades de la red. Por lo que es importante estudiar el número de consultas que dan anualmente a fin de conocer su desempeño y poder diseñar mecanismos de mejora.

Establecimiento de objetivos

El objetivo de esta simulación es observar el comportamiento de los centros de salud rurales de un núcleo que están conformados por un médico, una enfermera, mediante la medición de los tiempos de consulta y permanencia de pacientes en el CS, para contrastar los resultados con lo establecido

en la bibliografía de la Secretaría de Salud donde se plantea que este equipo de trabajo deberá otorgar consultas a una población de 2500 habitantes⁴. Como objetivo adicional, también se incrementa el conocimiento de la operación de los centros de salud rurales de un núcleo como establecimiento de primer contacto de las RISS y del modelo de atención APS-I Mx.

Recolección de datos

Los datos referentes a las consultas otorgadas en cada establecimiento de salud fueron obtenidos de la Dirección General de Información en Salud (DGIS), específicamente del cubo de servicios otorgados para el año 2018. Los cubos de información son repositorios o almacenes de datos que permiten procesar grandes volúmenes de información del sistema de salud, en campos bien definidos, y con un acceso inmediato a los datos para su consulta y posterior análisis. Es en este cubo de servicios donde se presentan los registros electrónicos sobre las actividades que se realizan por el personal de salud y son registradas en los formatos de papel incluidos en el anexo 2 “Formato de Registro de actividades en Unidades Médicas” a fin de registrar el trabajo de las unidades de salud de todo el país, en el sistema de información básica en salud (SINBA). Por esta razón, se cruzaron estos centros de salud con los padrones de afiliados al seguro popular a fin de filtrar las unidades que nacieron como rurales pero que han sido absorbidas por zonas urbanas y dan consultas a poblaciones mayores a 3000 habitantes.

Para efectos de obtener los datos del comportamiento del centro de salud rural de I núcleo tipología “A”, se seleccionaron las unidades de consulta externa que hay en el país, y se obtuvieron las consultas totales por cada unidad, resultando en un conjunto de 5,352 centros de salud que cumplen con esta característica.

Tabla 5. Universos de consulta de acuerdo con niveles de atención y tipologías

REGISTROS	2015	2016	2017	2018	2019
SIS (Todas las Variables)	4,767,171,155	2,619,737,454	2,681,717,556	2,794,378,325	1,750,105,291
SIS (001 Consulta)	2,110,670,105	119,554,993	109,230,065	97,211,290	82,009,021
Consulta Externa (Todas las Tipologías)	99,501,770 (13,803 unidades)	97,452,437 (13,697 unidades)	89,432,765 (13,754 unidades)	79,303,546 (13,596 unidades)	66,193,819 (13,535 unidades)
CS IN (Tipología A) 5352 Unidades	1,310,372	1,203,451	1,221,755	1,050,043	950,604
Promedio de consultas por unidad	3,322	3,256	2,977	2,561	2,025

⁴ De Salud. (2007) Modelos de Unidades Médicas. MIDAS. DGPLADES

Modelo conceptual

El desempeño de las unidades de primer nivel, específicamente los centros de salud, se puede medir de diferentes maneras, tanto por el nivel de utilización de la infraestructura, del recurso humano, el número de medicamentos en existencia, el surtimiento de recetas, el nivel de salud de la población, la satisfacción de la población, el número de capacitaciones a la comunidad entre muchos otros.

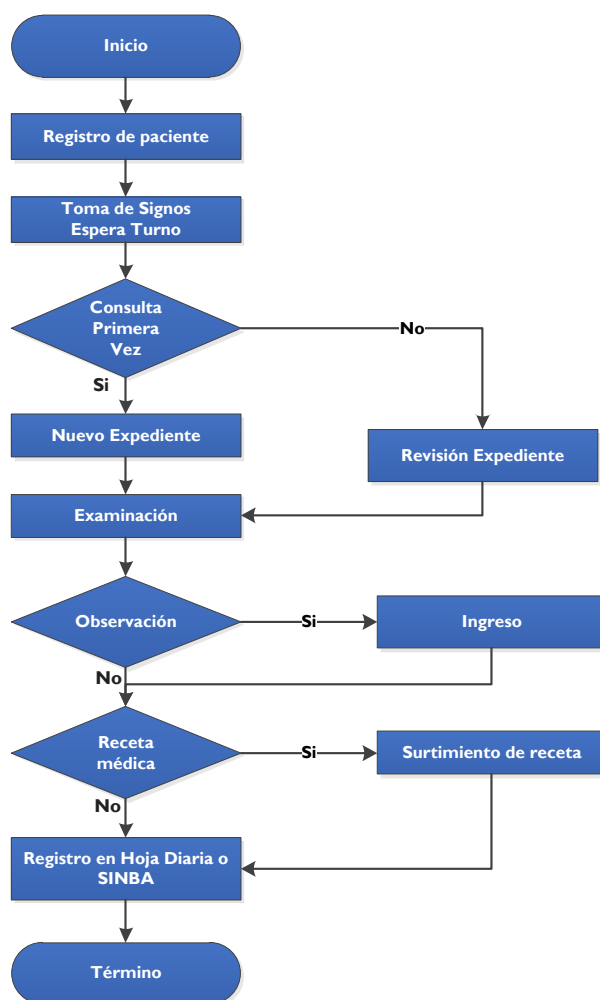
Sin embargo, ante la dificultad de medición de muchas de estas variables, los tomadores de decisión se han enfocado en la entrega de servicios a la población medida como el número de consultas otorgadas en el año. Sumado a lo anterior, los modelos de simulación pueden ser construidos como prestación de servicios por los recursos humanos en salud (médicos, enfermeras, etc), o como obtención de servicios por lo pacientes. En este modelo se optó por éste último abordaje.

De esta forma, se considera el modelo desde la perspectiva de los pacientes que buscan consulta y deben ser atendidos por los recursos del establecimiento para la salud, donde el paciente llega a la instalación y completa una serie de procedimientos hasta llegar al procedimiento principal que es la consulta con el médico.

Esta construcción del modelo de simulación con una alta abstracción se eligió por considerarlo un punto de partida útil para ser tomado como base inicial en caso de buscar desarrollar mayores niveles de detalle. Este mayor nivel de abstracción se requiere para contestar preguntas más específicas así como para realizar una revisión más profunda de los procesos de atención al interior del centro de salud.

Las consultas que se dan en un centro de salud rural, se modelaron conforme al diagrama de la figura 4, donde la persona llega al centro de salud, se registra, se le miden los signos vitales, junto con el Índice de Masa Corporal, Estatura y peso en el área de enfermería (somatometría), después se espera a que el médico se libere para pasar al consultorio e iniciar la consulta, una vez terminada la consulta, el personal médico o de enfermería procede a realizar el registro de la consulta tanto en el expediente médico como en el sistema de registro oficial de información SINBA.

Figura 4. Diagrama de Flujo del modelo conceptual para la simulación del CS



Fuente Elaboración propia.

El funcionamiento del CS IR se modeló utilizando los datos de consultas comentados anteriormente, mismos que fueron integrados al modelo arquitectónico para centros de salud desarrollado por la DGPLADES donde se desarrollan las labores del equipo de salud integrado por un médico, una enfermera, un consultorio tipo 2⁵ y un área de examinación de acuerdo con la NOM 005-SSA3-2010, que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios.

Simulación

Los resultados de la simulación se presentan en el capítulo 4, en la sección 4.1.

⁵ Consultorio Tipo II. Cuenta con las áreas, espacios, mobiliario y equipo básico para el desarrollo de actividades de entrevista, interrogatorio y exploración física, y además, cuenta en su interior con sanitario para el paciente.

Verificación del modelo

Para la verificación del modelo se empleará la consola de depuración incluida en Anylogic® en busca de errores de código relacionados al proceso, de la misma manera se hará uso de la animación 3D para corroborar el flujo de las operaciones.

Validación

De acuerdo con Banks et al. (1996), el apartado de validación busca determinar si el modelo actual es una precisa representación del sistema real, o bien el proceso de comparación del modelo y su comportamiento con el sistema real y su comportamiento. Por lo tanto, para este modelo se ha utilizado como mecanismo de retroalimentación para hacer ajustes y si fuera el caso mejorar la calibrar el modelo conceptual y de simulación. De esta forma, para este ejercicio de simulación se utilizó una validación por el personal de planeación de unidades médicas a fin de que el modelo cumpla con las características adecuadas de acuerdo con las personas usuarias y que cuentan con experiencia sobre el sistema real.

Diseño experimental

El diseño de experimentos para simulación depende directamente del enfoque y definición del problema que se esté buscando analizar. La siguiente figura presenta las etapas del diseño de experimentos:



Fuente: Elaboración propia con base en (González, 2017)

Producción de corridas y análisis

En esta sección se realizan las corridas y sus análisis subsecuente para estimar mas medidas de rendimiento para los escenarios simulados

Documentación y reporte

Esta sección presenta el registro de todos los conceptos, acuerdos, supuestos, variables, entradas, salidas entre otros, sobre los que se diseñó y desarrolló el modelo de simulación y tiene la finalidad de explicarle al usuario el funcionamiento del modelo y sus resultados.

Implementación

Esta etapa corresponde a la conjunción de los aspectos teóricos, incluyendo la metodología, el diseño conceptual, el análisis de los registros de la base de datos, el ajuste de curvas, el diseño de experimentos, pero sobre todo lo que se refiere a la implementación del modelo de simulación.

Como el modelo de simulación se realizó a un nivel de abstracción alto, se considera que la etapa de diseño de experimentos debería ser realizada para niveles de abstracción más profundos que obedezcan a estudios de mayor especificidad. Para el caso de esta simulación, la multiplicidad de enfoques de medición de desempeño de unidades de salud, sumados a la influencia que ejercen los procesos de cada centro de salud, así como a la diversidad métricas existentes para cada agente, limitan la utilidad de los resultados de dichos experimentos.

Tomando como base estas consideraciones, se presentan los resultados de esta simulación en la sección 4.1 del siguiente capítulo.

3.2 Reorganización de Recursos para la salud con enfoque de red

Los planes maestros de desarrollo de salud con enfoque de redes son una herramienta que muchos países han impulsado para mejorar los resultados de sus sistemas de salud ante un escenario de restricciones presupuestales y grandes barreras geográficas. (BID,2018)

Retomando lo revisado en las secciones anteriores, si consideramos las RISS como un sistema de nodos y enlaces, podemos modelarlas como redes espaciales, donde los enlaces también pueden representar la distancia (o cercanía), especialmente cuando los nodos representan establecimientos de salud en el espacio. Con este modelado, se pueden utilizar los pesos de cada enlace para representar la distancia, y la suma de todos los enlaces entre nodos a lo largo de una ruta representaría la distancia del viaje completo. El uso de pesos de borde para representar la distancia a veces puede ser confuso porque un número mayor significa una conexión más débil, y los bordes inexistentes son en realidad bordes con un peso infinito. A veces, puede ser más intuitivo usar una medida de cercanía, como el recíproco de la distancia, aunque eso puede complicar el trabajo con caminos a través de muchos bordes.

Partiendo de lo establecido por Melkote y Daskin (2001) de la cual se realizó una adaptación para vincular los problemas de localización y de redes como un problema de diseño de red y de localización de instalaciones capacitadas (CFLNDP: capacitated facility location/network design problem), hacemos las siguientes consideraciones para las redes de servicios de salud:

- (1) Cada nodo representa un punto de demanda,
- (2) las instalaciones solo pueden ubicarse en los nodos,
- (3) solo un establecimiento de salud puede ubicarse por nodo, y
- (4) la red es un sistema de paciente a presentador de servicios de salud en el cual las personas viajan a los establecimientos de salud para ser atendidas.

Tomando como referencia el indicador de 2500 habitantes para la construcción de un centro de salud de un núcleo, se considera que las ubicaciones candidatas están restringidas a los centros de población (para facilitar el acceso a los servicios públicos, etc.), que normalmente son lo que representan los nodos, ya que las localidades rurales menores a esa población son abordadas en la sección de 3.5 Extensión de cobertura.

Para el caso del sistema de salud, este enfoque de redes se abordó mediante el lenguaje Python 3, y sus correspondientes librerías para análisis de datos, visualización, y procesamiento de grafos, para modelar las unidades de salud y las relaciones que se establecen entre ellas al organizarlas como un sistema que colabore mediante la estrategia de RISS para mejorar la oferta de recursos limitados a un número mayor de personas. NetworkX es un paquete de Python para modelar, analizar y visualizar redes. Proporciona clases para representar varios tipos de redes e implementaciones de muchos de los algoritmos utilizados en la ciencia de redes. (Platt, 2019)

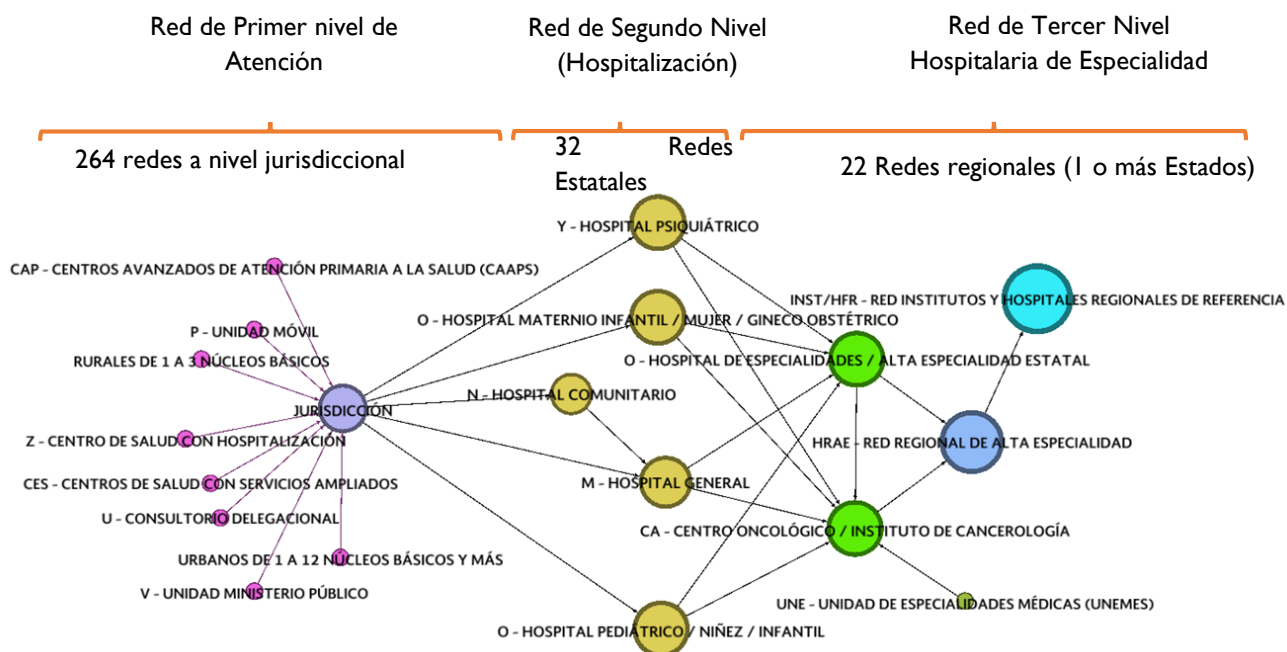
Infraestructura en Salud

En México, la infraestructura de la Secretaría de Salud está registrada en el Catálogo de Clave Única de Establecimientos de Salud el catálogo (CLUES) que presenta 18 mil unidades que en el discurso funcionan como red, pero que en la realidad son puntos aislados unos de otros con zonas de influencia que se traslapan (generando duplicidad, ineficiencia entre otras cosas) con carteras de servicios segmentadas que no permiten entregar servicios de salud a la población de una manera flexible y adaptativa. Este catálogo CLUES integra los datos generales y características de cada establecimiento de salud incluyen su tipología y su ubicación con coordenadas geográficas.

El anexo 3 presenta un listado de tipologías existentes en este catálogo de acuerdo con su capacidad resolutoria, mismas que van desde las brigadas de salud que se enfocan a realizar labores de promoción de la salud en las comunidades, hasta los institutos nacionales de salud y hospitales federales de referencia coordinados por la Comisión Coordinadora de Institutos nacionales de Salud y Hospitales de Alta Especialidad (CCINSHAE). Al estar distribuidas a lo largo del territorio nacional y contar con carteras de servicios de salud, así como diferentes niveles de resolutoriedad en orden incremental desde la tipología más pequeña, hasta las unidades de alta especialidad, se requiere un modelo que desde la tipología articule como un , la infraestructura en salud del país.

Este modelo se presenta en la siguiente figura y es el resultado de uno de los ejercicios de minería de datos realizados a la base CLUES integrando y ordenando las diferentes tipologías y sus relaciones de acuerdo a sus capacidades resolutorias en términos de equipamientos, plantillas y especialidades.

Figura 6. Redes por tipología



Fuente: Elaboración propia

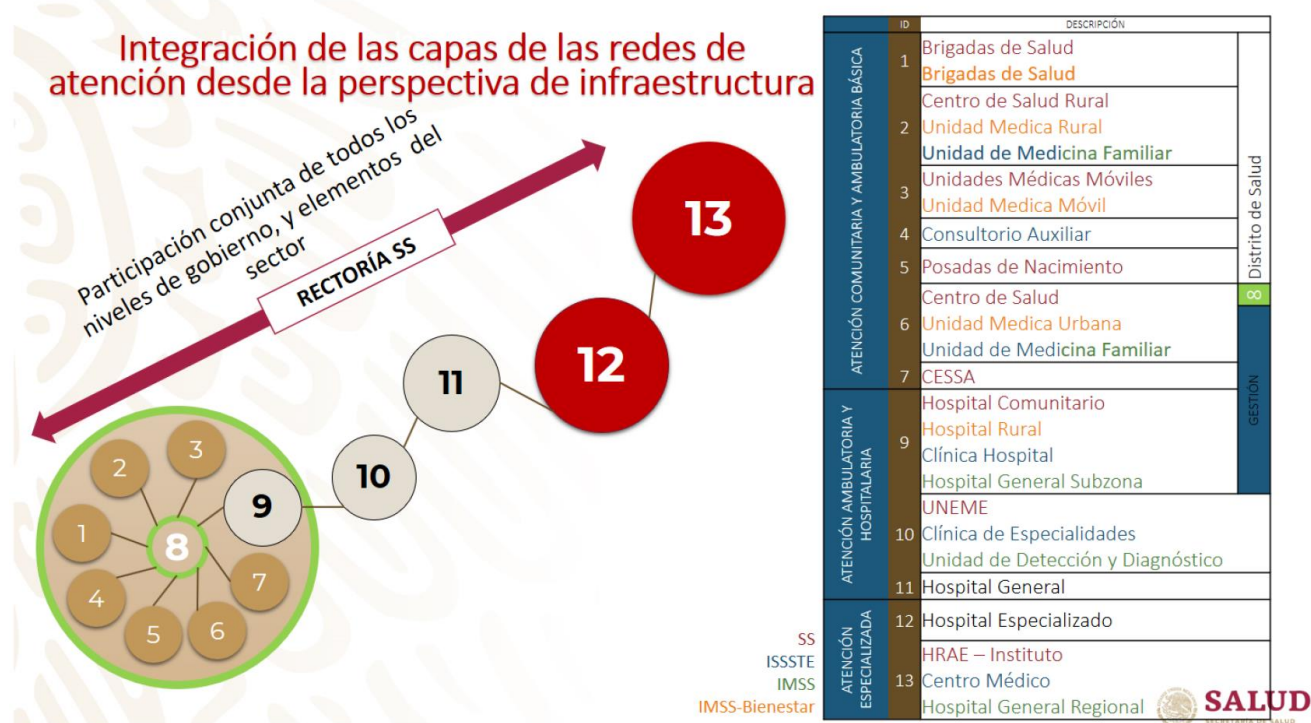
Estas tipologías fueron desarrolladas en funciones de las necesidades de regiones y de territorios donde se presentan demandas agregadas por población. Esto hace que tengan un comportamiento adecuado para modelarse mediante redes, para garantizar una ruta de tránsito de los pacientes a lo largo de las diferentes redes.

Esto genera la imperiosa necesidad de encontrar una herramienta que permita no sólo visualizar sino hacer consultas más allá de las bases de datos que agregan simples cantidades y grupos, sino hacia un modelado que permita apreciar y explotar las relaciones existentes entre las diversas unidades junto con su correspondiente cambio de estados a lo largo del tiempo.

Redes de infraestructura basadas de Grafos

Las relaciones (enlaces) entre los establecimientos de salud (nodos) se modelaron mediante talleres participativos durante la fase de implantación del modelo APS-I Mx en las diferentes entidades del país con representación sectorial y donde se recogió los usos y costumbres de tránsito tanto de la gente como del personal de salud a lo largo de los diferentes establecimientos. Esta construcción participativa de redes funcionales de flujo de pacientes reales constituyó la columna vertebral de las Redes Integradas de Servicios de Salud, que se articulan de la siguiente manera, de acuerdo con lo establecido en el Modelo de atención.

Figura 7. Integración de las capas de redes de atención desde la perspectiva de Infraestructura



Fuente: ATENCIÓN PRIMARIA DE SALUD INTEGRAL E INTEGRADA APS-I Mx: LA PROPUESTA METODOLÓGICA Y OPERATIVA, 2019

Estas RISS operan en el territorio y se anclan a los municipios mediante las Jurisdicciones Sanitarias que, a su vez, serán actualizadas hacia las figuras administrativas denominadas Distritos de Salud, para

lo que fue diseñada e implementada la propuesta de regionalización funcional del territorio de la sección 3.4.

Retomando lo establecido por Melkote, S., & Daskin (2001), la combinación de localización con teoría de grafos proporciona una potente herramienta para el análisis de sistemas de salud si consideramos que se cuenta con zonas de demanda y con puntos de entrega de servicios. La información referente a las Redes integradas de Servicios de Salud (RISS) es fundamental para obtener y analizar la ruta de flujo real de los pacientes a través de los servicios que se ofrecen desde el primer nivel de atención hacia los niveles de atención de mayor nivel o mayor complejidad.

Esta ruta se vincula con decisiones tácticas para cada RISS sobre los mecanismos de referencia y contrareferencia conocidos en los modelos GNDP como de asignación y enrutamiento. Las decisiones de asignación determinan qué establecimiento se utilizarán para atender a cada persona para lograr una cobertura de salud real. En los FLP, se han considerado dos tipos de estrategias de asignación. En la asignación individual, cada persona se asigna exactamente a un establecimiento, mientras que en la asignación múltiple a cada persona se le permite elegir más de un establecimiento de salud para recibir atención en caso de así considerarlo conveniente y beneficioso. En el caso de los grafos de diseñados para las RISS, las decisiones de referencia (enrutamiento) indican las rutas (o rutas) en el grafo (G) que se utilizarán para satisfacer las demandas de salud de las personas. Usamos el término ruta para indicar la secuencia de aristas utilizada por las personas y pacientes entre establecimientos de salud (pares de nodos). (Ortiz-Astorquiza, Contreras, 2018)

Estas decisiones que aparecen comúnmente en problemas de flujo de red, donde se asignan poblaciones y pacientes a cada establecimiento (nodo) a lo largo de los diferentes niveles de atención (atención de primer nivel, de segundo y de tercero), pueden usarse como indicaciones para identificar necesidades de construcción de nuevas unidades de salud. Es decir, la suma de un número determinado de personas en nodos de primer nivel de atención (centros de salud) será el indicador para que dentro de la red se construya un nodo de segundo nivel (Hospital), y sucesivamente hasta identificar las necesidades de Hospitales de alta especialidad, o en su caso unidades de apoyo a toda la red.

Adicionalmente a la representación de los grafos, se amplifican las capacidades del modelo para entregar hallazgos de manera visual usando Sistemas de Información Geográfica para representar las redes y los flujos poblacionales a lo largo de las diferentes regiones de interés

3.3 Gestión de Recursos Humanos

Como se mencionó anteriormente, uno de los elementos fundamentales para el desarrollo de un país está vinculado con el derecho a la salud de las personas, este derecho establecido en la constitución mexicana debe entenderse dentro de un contexto de formación de recursos humanos, lo que implica un sistema social de personas.

Este sistema al igual que otros sistemas sociales, particularmente donde se entregan servicios de salud, se desarrolla como un sistema que busca alcanzar un equilibrio y un resultado de salud, partiendo de diferentes objetivos y restricciones que existen muchas veces en conflicto. Esto se observa en diversos aspectos del sistema tales como la existencia de plazas de médicos en lugares de bajo desarrollo donde se requiere personal de salud, prioridades de inversión, restricciones de presupuesto para nómina, condiciones de los establecimientos de salud, reducido número de lugares para la formación de especialistas en relación con las necesidades requeridas por la población y sobre todo las preferencias y deseos naturales de realización y proyectos de vida del personal de salud.

Un alto porcentaje del presupuesto para salud de muchos países se dedica a los recursos humanos (Bloor et al. 2003), además de esto, los costos de capacitación de los trabajadores de la salud, especialmente los médicos, son muy altos y a menudo están fuertemente subsidiados por el gasto público. Los profesionales de la salud deben recibir capacitación durante muchos años antes de obtener la licencia para ejercer. Este largo periodo entre la formación y la práctica, afectado por diversos ajustes en la oferta de capacitación de los profesionales de la salud, impacta en una reducida disponibilidad de nuevos recursos y sólo después de un largo tiempo de espera.

La planeación de nuevas unidades médicas incluye una población definida, un tipo arquitectónico de unidad, un plan médico arquitectónico, un listado de equipamiento, un equipo de salud y un presupuesto para operación entre otras cosas. De esta manera se asegura una prestación de servicios de calidad a la población de acuerdo con sus necesidades.

Este diseño inicial de las unidades se ve afectado a lo largo de los años de operación por múltiples factores, como son las restricciones en partidas de mantenimiento, el deterioro del mobiliario, el fin de la vida útil de los equipos, la normativa para la organización y funcionamiento de las residencias médicas, la rotación de personal entre las diferentes unidades de la secretaría entre muchos otros. Esto ha generado una serie de movimientos y deformaciones en las plantillas de recursos humanos existentes en las unidades, alterando su composición y dejando muchas veces desprovistas del conjunto de personal de salud y especialistas que se requieren para garantizar una atención funcional y de calidad. Por esta razón es fundamental estimar las desviaciones e incrementos que se han generado desde la planeación e inicio de operaciones de dichas unidades, hasta su configuración actual al día de hoy, para poder identificar las necesidades de fortalecimiento de RH en cada región.

Los movimientos de personal entre las unidades que ocurrieron a lo largo de diferentes administraciones se dieron sin un adecuado registro en sistemas de información y sin mecanismos de control de recursos, resultando en un vacío de monitoreo, supervisión y rectoría en la prestación de los servicios ofrecidos por el sistema de salud a la persona. Lo anterior se sumó al crecimiento

desordenado de la infraestructura física, bajo una gran diversidad de tipologías que se construyeron para operar la agenda de salud de cada administración pública. Esto trajo como consecuencia una situación de desorganización y descontrol de los recursos humanos, quienes, buscando mejores condiciones de trabajo y de vida, buscan estar cerca de zonas urbanas, debilitando las plantillas de personal de unidades rurales.

Esta desorganización y desequilibrio en las plantillas de personal de cada unidad, se vuelve más pronunciada cuando el personal puede escoger la unidad donde quiere trabajar entre un abanico de opciones que van desde hospitales comunitarios de 12 y 18 camas, hospitales generales de 30, 60, 90 y más de 120 camas y hospitales estatales de especialidades. Lo que ha llevado en el último de los casos a vivir una situación de RH caracterizada por una heterogeneidad en su conformación, en su estructura organizacional y en la distribución de personal de salud entre las diferentes regiones.

Si la oferta de profesionales de la salud es inadecuada para satisfacer las necesidades de una población en particular, la morbilidad y la mortalidad pueden aumentar, lo vuelve prioritario la planeación de recursos humanos que pueda adelantarse a cualquier cambio en las necesidades y comportamiento de la formación de RH, no solo con mucha anticipación sino con una visión que permita aprovechar dichos recursos de la mejor manera posible. Una sobreoferta de trabajadores de la salud, por otro lado, desperdiciaría recursos valiosos (Kahraman,2018)

Las políticas de contratación deben adaptarse cuidadosamente para satisfacer las complejas demandas futuras (OCDE 2013). Las tendencias sociales, como el envejecimiento de la población, afectan tanto la demanda como la oferta de trabajadores de la salud. El caso de México muestra un escenario donde un gran porcentaje de la población que, al envejecer, aumentará la demanda de servicios de salud debido a una mayor prevalencia de enfermedades crónicas, mientras que al mismo tiempo el sistema de salud también podría tener que adaptarse a una fuerza laboral que envejece.

Con el objetivo de optimizar el tamaño y la composición de los recursos humanos en relación con las necesidades de atención, la planificación de recursos humanos de atención médica impacta la salud de la población, los costos de atención médica, las operaciones y el acceso a la atención médica.

Es importante entender la complejidad intrínseca de la simulación de recursos humanos que enfrenta una serie de retos tales como la incertidumbre, disponibilidad de datos, complejidad dinámica, cambio de tareas entre profesionales de la salud, falta de indicadores de medición de la productividad entre muchos otros. Esto ha derivado en el desarrollo de diferentes marcos de planeación de recursos humanos tales como:

3.3.1 Marcos de planificación de recursos humanos en salud

En su publicación sobre planeación de recursos humanos con IdeO, (Ansah,2018) revisa desde el enfoque de sistema completo, cuatro tipos de marcos comúnmente utilizados (a) basado en las necesidades; (b) basado en la utilización; (c) relación mano de obra a población; y (d) basado en el objetivo del servicio. Cada marco es conceptualmente único con su propio conjunto distinto de supuestos y requisitos de datos.

En contraste con lo anterior, cuando se utiliza un enfoque mas acotado hacia áreas dentro de los establecimientos de salud, el abordaje en la planeación de RHS en salud cambia completamente. Esto se puede abordar por los problemas que se presentan en dichos sistemas como el caso del servicio de urgencias dentro de una sola unidad de hospitalización

Tabla 6. Problemas en la planeación de recursos humanos para la salud

Problemas a nivel sistema (macro)	Descripción	Ejemplos a nivel Establecimiento (micro)
Demanda de salud	Estudia la demanda de servicios de salud para proporcionar un suministro adecuado para satisfacer la demanda	Saturación del servicio Tiempos de espera largos para los pacientes
Suministro de recursos humanos en salud	Contabiliza los recursos humanos necesarios para satisfacer las necesidades sanitarias.	Optimización del tiempo de atención por el médico de urgencias
Desgaste	Exploran el impacto de diferentes políticas sobre la reducción de la deserción y el aumento del atractivo laboral	
Mezcla de habilidades	Busca encontrar una combinación de habilidades adecuada para aumentar la productividad de la fuerza laboral y satisfacer las necesidades de atención médica	Capacidad del servicio de urgencias versus demanda
Requisitos de entrenamiento	Comprender la cantidad y el tipo de conjunto de habilidades necesarias para satisfacer las necesidades de atención	Capacidad y programación del personal asistencial en urgencias
Nuevos modelos de atención	Explorar diferentes medios para organizar la prestación de atención para utilizar de manera efectiva los recursos humanos disponibles para satisfacer las necesidades de atención	Ineficiencia del flujo de pacientes Largos tiempos de estancia hospitalaria

Fuente. Elaboración propia con base en (Ansah, 2018; Velásquez-Restrepo,2011)

Por lo tanto, las proyecciones de recursos humanos de salud obtenidas por diferentes enfoques pueden diferir significativamente. Además de estos marcos típicos, en la práctica, se han desarrollado

enfoques combinados basados en escenarios para modelar la fuerza de trabajo y su impacto en políticas públicas (Willis, 2013 y 2014). La decisión de adoptar cualquiera de estos marcos depende en gran medida del contexto de cada situación de salud específica.

El marco “basado en las necesidades” proyecta las necesidades futuras de recursos humanos de atención médica en función de las necesidades actuales de atención médica estimadas de una población. Los marcos “basados en la utilización”, o en la demanda, estiman los requisitos futuros de recursos humanos de atención médica utilizando los niveles actuales de servicios utilizados por la población como un indicador para una demanda satisfecha. El marco de la “relación entre la fuerza laboral y la población” requiere el cálculo simple del personal de salud por unidad de población. Esta relación se compara con puntos de referencia u opiniones de expertos para determinar la adecuación de los recursos humanos.

En el marco basado en “objetivos de servicios”, las autoridades sanitarias o los encargados de formular políticas establecen objetivos para la producción y prestación de servicios de salud basados en resultados específicos de interés. Teniendo en cuenta estándares de personal y productividad, estos objetivos se traducen en requisitos de recursos humanos de salud.

Con estos marcos de desarrollo, se pueden escoger los métodos analíticos comunes disponibles para la proyección de necesidades de recursos humanos en salud. Algunos de estos son: la dinámica de sistemas; la programación lineal; los pronósticos basados en datos; la microsimulación y la econometría, las líneas de espera, los inventarios restringidos (programación no lineal) entre otros.

Para el caso del sistema de salud mexicano y en particular para la secretaría de salud, esta búsqueda de optimización de los recursos disponibles y de la creciente demanda de servicios de especialidad, originó un desbalance entre los modelos de unidades médicas existentes, los espacios físicos entendidos como áreas o servicios, la cartera de servicios de las diferentes unidades y las necesidades propias de los profesionales para la salud. En la siguiente sección se presenta un abordaje de pronóstico basado en datos para evaluar la situación actual de las plantillas de personal de salud de los servicios de salud estatales (SESA), a fin de obtener un pronóstico sobre las necesidades de fortalecimiento de cada uno de estos.

Por esta razón, se presenta en esta sección un diagnóstico inicial sobre la situación de los RHS bajo el abordaje basado en datos, y utilizando los instrumentos normativos vigentes para la Secretaría de Salud, representados por los “Modelos de Recursos para la Planeación de Unidades Médicas de la Secretaría de Salud” y los hallazgos encontrados en el Censo de Infraestructura a fin de evaluar si se encuentran por debajo de lo recomendado para su correcta operación.

3.3.2 Diagnóstico de necesidades de recursos humanos en salud

La Dirección General de Calidad y Educación en Salud realizó en 2019 un censo sobre la situación en que se encontraba la infraestructura de las unidades de la Secretaría de Salud, al inicio de la administración, a fin de establecer un punto de partida para comparar los avances trazados para dicha administración. Este censo integró diferentes elementos como los servicios básicos de energía eléctrica, agua potable y drenaje, la cartera de servicios, el mantenimiento, el mobiliario, equipamiento médico, instrumental, medicamentos, biológicos y recursos humanos, en las unidades de primer nivel de atención, así como las unidades de segundo nivel con urgencias, con lo que se conformó una base de datos con 707 variables distribuidas de la siguiente manera:

Figura 8. Matriz de diagnóstico de recursos y servicios

Elementos para el diagnóstico del costeo:

	Servicios Básicos de Energía eléctrica, agua potable y drenaje	Cartera de Servicios	Mantenimiento	Mobiliario	Equipamiento Médico	Instrumental	Medicamentos	Biológicos	Recursos Humanos
Primer Nivel 1-5 Núcleos Básicos	% y No. Unidades que cuentan con energía eléctrica, agua potable y drenaje	Unidades que incumplen con la cartera de servicios de acuerdo a su capacidad	% Unidades con daño estructural por grado	Necesidad de mobiliario por Estado	Necesidades de EM por Estado	Necesidades de IM por Estado	% Abasto de Medicamentos	% Abasto de Biológicos	No. de unidades con atención médica sin personal requerido
Primer Nivel 6 o más Núcleos Básicos	% y No. Unidades que cuentan con energía eléctrica, agua potable y drenaje	Unidades que incumplen con la cartera de servicios de acuerdo a su capacidad	% Unidades con daño estructural por grado	Necesidad de mobiliario por Estado	Necesidades por Estado	Necesidades de IM por Estado	% Abasto de Medicamentos	% Abasto de Biológicos	No. de unidades con atención médica sin personal requerido
Segundo Nivel Urgencias	% y No. Unidades que cuentan con energía eléctrica, agua potable y drenaje	Unidades que incumplen con la cartera de servicios de acuerdo a su capacidad	% Unidades con daño estructural por grado	Necesidad de mobiliario por Estado	Necesidades por Estado	Necesidades de IM por Estado	% Abasto de Medicamentos	% Abasto de Biológicos	No. de unidades con atención médica sin personal requerido

Fuente: Salud (2019)

Este censo buscó además de evaluar el estado en que se encontraban los establecimientos de salud, obtener un panorama general de la situación que guardan los recursos humanos en las ocho Entidades Federativas de la Región Sur-Sureste, integrada por Campeche; Chiapas; Guerrero; Oaxaca; Puebla; Quintana Roo; Tabasco; Veracruz; y Yucatán.

A partir de la información disponible para los estados señalados anteriormente sin contar Puebla, se realizó una estimación tomando como base la conformación de plantillas de cada unidad obtenida en dicho censo, y comparándolas con lo establecido en los modelos originales establecidos en la literatura federal, de acuerdo con la metodología que se presenta más adelante.

Universo del estudio

De acuerdo con el Catálogo de Establecimiento de Salud generado por la DGIS, existe un listado de tipologías de unidades para la secretaría de salud para unidades de consulta externa. La siguiente tabla presenta los totales para el universo existente en comparación con lo registrado en el Censo de Calidad 2019.

Tabla 7. Universo de Estudio del Censo de Infraestructura en Salud 2019

CLAVE DE TIPOLOGIA	NOMBRE DE TIPOLOGIA	TIPOLOGIA EN CENSO	CLUES PRIMER NIVEL	CENSO
A	RURAL DE 01 NÚCLEO BÁSICO	SI	2,800	2,768
B	RURAL DE 02 NÚCLEOS BÁSICOS	SI	433	441
C	RURAL DE 03 NÚCLEOS BÁSICOS Y MÁS	SI	137	140
CAP	CENTROS AVANZADOS DE ATENCIÓN PRIMARIA A LA SALUD (CAAPS)	SI	1	1
CES	CENTROS DE SALUD CON SERVICIOS AMPLIADOS	SI	65	54
D	URBANO DE 01 NÚCLEOS BÁSICOS	SI	43	43
E	URBANO DE 02 NÚCLEOS BÁSICOS	SI	65	59
F	URBANO DE 03 NÚCLEOS BÁSICOS	SI	44	40
G	URBANO DE 04 NÚCLEOS BÁSICOS	SI	52	49
H	URBANO DE 05 NÚCLEOS BÁSICOS	SI	40	40
I	URBANO DE 06 NÚCLEOS BÁSICOS	SI	29	32
J	URBANO DE 07 NÚCLEOS BÁSICOS	SI	13	14
K	URBANO DE 08 NÚCLEOS BÁSICOS	SI	15	15
L	URBANO DE 09 NÚCLEOS BÁSICOS	SI	11	11
P	UNIDAD MÓVIL	NO		
Q	URBANO DE 10 NÚCLEOS BÁSICOS	SI	4	3
R	URBANO DE 11 NÚCLEOS BÁSICOS	SI	1	1
S	URBANO DE 12 NÚCLEOS BÁSICOS Y MÁS	SI	14	15
T	CLÍNICA DE ESPECIALIDADES	SI	10	7
U	CONSULTORIO DELEGACIONAL	NO		
UNE	UNIDAD DE ESPECIALIDADES MÉDICAS (UNEMES)	SI	148	138
W	CASA DE SALUD	NO		
X	BRIGADA MÓVIL	NO		
Z	CENTRO DE SALUD CON HOSPITALIZACIÓN	SI	21	22
	TOTAL		3,946	3,893

Nota: El presente análisis excluye las tipologías de unidades móviles, casas de salud, brigadas móviles, y consultorios delegacionales.

Metodología

1. Se utilizó lo establecido en el modelo de recursos para la planeación de unidades médicas de la Secretaría de Salud para obtener los costos y conformación de las tipologías existentes en dicho documento.
2. Se realizó un análisis del Subsistema de Información de Equipamiento, Recursos Humanos e Infraestructura para la Atención de la Salud (*SINERHIAS*), para generar una plantilla para las tipologías adicionales utilizando las “moda” estadística, a fin de calcular la conformación de los CESSAs
3. Una vez obtenidos los números de personal y niveles A, B o C, se utilizaron los catálogos de puesto para profesionales de la salud con tabuladores actualizados a 2019.
4. Se utilizó la base de datos del Censo de Calidad 2019 para obtener la información de cada una de las CLUES que fueron censadas a nivel estado y a nivel tipología para obtener los totales generales respectivamente.
5. Se utilizaron los totales obtenidos del Censo para estimar los costos de la plantilla por tipología con base en la tabla del anexo 4 “Costos De Plantilla de acuerdo con Modelos de Recursos”
6. Se realizó el costeo de la plantilla usando la información de las variables del Censo 2019.
7. Se compararon los resultados entre el punto 5 y 6.

Los resultados obtenidos de la aplicación de esta metodología se presentan a detalle para cada entidad en el siguiente capítulo.

3.4 Regionalización Funcional del Territorio

Los Distritos de Salud se posicionan en las RISS como el ente coordinador del primer y segundo nivel de atención. Lo que implica la capacidad de visualizar todas las relaciones, interacciones, similitudes y aspectos del Sistema de Salud en el nivel que le corresponde. Esta visión panorámica demanda la integración y comunicación de todos los elementos, para evitar que el gasto del presupuesto se diluya en acciones y actividades duplicadas o correctivas por la falta de planeación.

Así pues, las RISS pretenden lograr la integración e inclusión de los prestadores de atención pública, población objetivo geográficamente definida y participantes clave para la identificación de necesidades y aplicación de soluciones. De esta manera, se ha realizado una la conformación geográfica de las redes que busca establecer para cada municipio una relación explícita con un universo delimitado de establecimientos de salud, a nivel red de jurisdicción, red de segundo nivel y red de alta especialidad.

Los problemas y oportunidades que presenta el desarrollo regional y nacional requieren de una visión transversal y sistémica que involucre en la planeación de los distritos de salud, el escenario tendencial de crecimiento de la dinámica poblacional existente, a fin de poder colaborar para alcanzar el estado deseado para el territorio donde se desarrollaran las funciones del distrito.

Alineación con programas de desarrollo transversales

Para la delimitación clara de los alcances de las funciones de los DS, se consideran de gran utilidad, los programas que promueven la transversalidad y coordinación intersectorial e intergubernamental con una visión integral del territorio. Esta lectura funcional, fue adoptada dentro de la estrategia territorial nacional, que mediante los programas de desarrollo Regional de la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU), que identifica y delimita áreas o polígonos territoriales a partir de las dinámicas existentes en los propios asentamientos humanos, de sus capacidades de enlace y conectividad terrestre y, en consecuencia, de las posibles interrelaciones entre estos y su entorno. Esta Regionalización funcional del territorio se basa en los Sistemas Urbano Rurales y los Subsistemas Urbano Rurales cuyas características se comentan a continuación:

Figura 9. Definiciones de Sistemas Urbano Rurales

Sistemas Urbano Rurales (SUR),

- Son espacios de alta competencia productiva en bienes, servicios y conocimiento. Cuentan con población calificada y especializada mayor a 500 mil habitantes, al igual que con infraestructura que facilita el intercambio tanto de mercancías e información. Son centro de la toma de decisiones que impactan al resto del territorio por lo que se les considera atractores económicos y de población.

Subsistemas Urbano Rurales (SubSur)

- Son espacios de menor jerarquía urbano-regional, por ser ciudades entre pequeñas y medias, mayores de 15 mil habitantes y menores de 300 mil, pero de alta capacidad productiva tanto en bienes como servicios. Conectan, complementan y apoyan las actividades realizadas en los SUR al estar ubicados, principalmente, sobre los corredores comerciales del país. Se cuenta con la capacidad de producir población calificada, así como con infraestructura que facilita el intercambio de mercancías e información a nivel nacional.

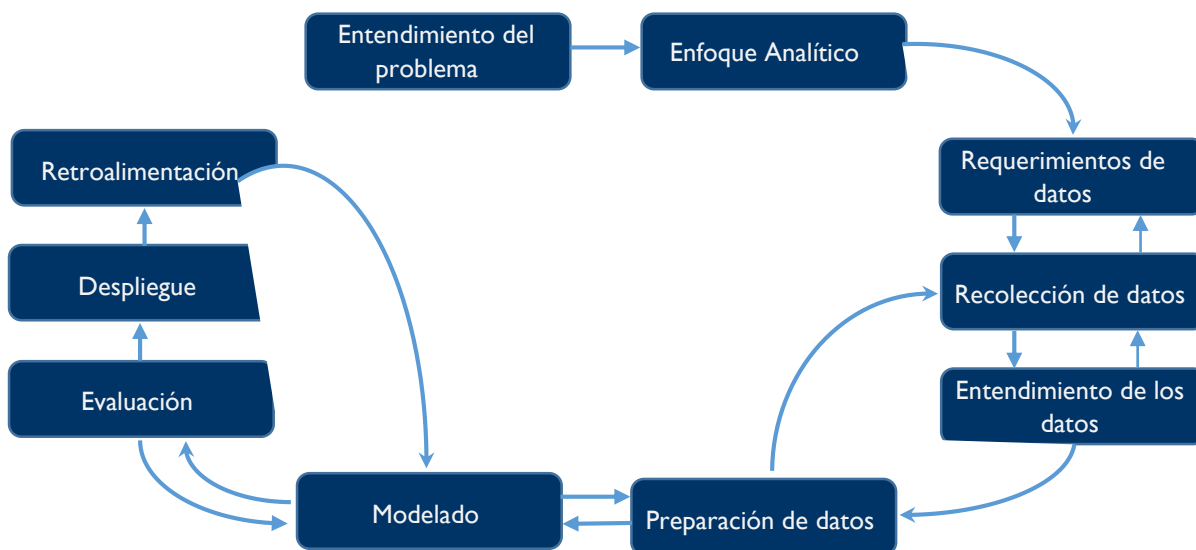
Fuente: Amador y Vergara (2016)

Reestructuración territorial de los Distritos de Salud

Con el objetivo de hacer más eficiente la operación de los servicios de salud, dentro del marco de rediseño de los distritos de salud, se debe de considerar que la nueva regionalización se implemente dentro de una visión de carácter no solo sectorial para la salud, sino como figura de coordinación política, administrativa, gestora entre muchos otros roles, remarcando el papel de facilitador – coordinador.

Desde la conformación inicial de las jurisdicciones sanitarias que ha sido mantenida en la mayoría de las entidades federativas, no se ha considerado un mecanismo de reestructuración que permita incorporar el crecimiento natural y los avances sociales que se dan en las poblaciones incluyendo su infraestructura esencial (salud, educación, transporte, finanzas, comunicaciones, entretenimiento, economía, etc). Para esto debemos tener presente que los criterios a considerar para su delimitación también se alineen a la dinámica poblacional que surge de las relaciones que ya existen en las diferentes regiones. Esta búsqueda de un enfoque centrado en los datos se configuró tomando como antecedente la metodología de la Ciencia de Datos que se muestra en la siguiente figura. Esta es una variante extendida de la metodología Cross-industry standard Process for data mining conocida como CRISP, que provee un abordaje estructurado para la planeación y ejecución de proyectos de minería de datos.(Wirth,2000)

Figura 10. Metodología de Ciencia de Datos

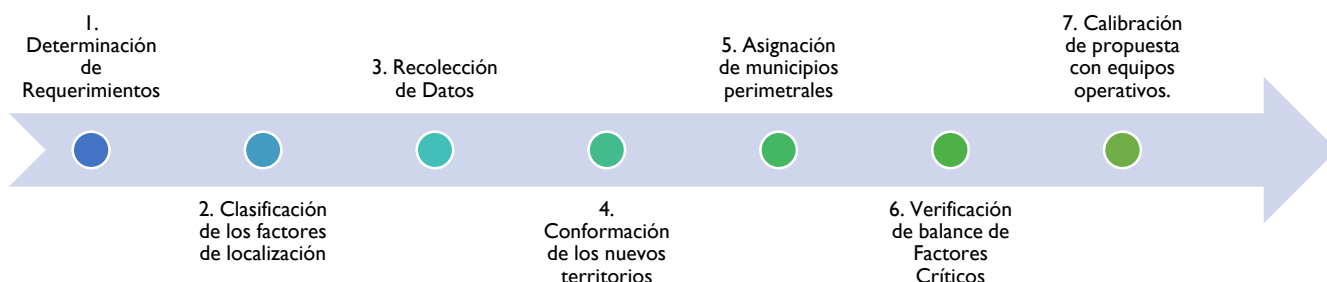


Fuente: IBM Data Science 2020

Metodología de Reestructuración territorial de Distritos de Salud

De acuerdo con lo anterior, se realizó la siguiente aproximación para la reestructuración de los distritos de salud, que está basado técnicas análisis de localización, que como parte del campo de investigación de operaciones utiliza los sistemas de información geográfica (GIS) (Haider, 2015) para impulsar la óptima ubicación de las instalaciones. Con base en lo anterior se presenta una metodología para la reestructuración territorial de los distritos constituida por los siguientes pasos.

Figura 11. Metodología de Reestructuración territorial de Distritos de Salud



Fuente: Elaboración Propia

I^a Etapa: Determinación de los requerimientos

En este sentido, se deben trazar regiones con un enfoque integral e ideal que tenga en consideración estos criterios, que centrados en garantizar el derecho a la salud de los pueblos y poblaciones (incluyendo la dinámica poblacional a mediano y largo plazo) mantengan un equilibrio entre las prioridades institucionales y las restricciones operacionales, como pueden ser: los tiempos de traslado manejables para las acciones en el territorio, que permitan un manejo sostenible de los presupuestos para transportación (gasolina, viáticos, refacciones etc). Generar estrategias para los cuadrantes con difícil acceso y cobertura (de manera costeadada y operable).

La infraestructura existente de las instituciones está ubicada en los centros poblacionales más desarrollados, de donde se parte para realizar labores de salud (Servicios, laboratorios, mantenimiento y equipo), saneamiento, capacitación, vacunación, supervisión, información, etc. Donde se requiere revisar cuidadosamente las cadenas de suministro de medicamentos, vacunas, equipo médico, refacciones, revisando que no se pongan en riesgo por cuestiones sociales, cierres de carreteras, manifestaciones entre otras. Esto puede significar la reordenación de los almacenes para crear una red que mejore el área cubierta.

Las actividades en el territorio requieren especial atención ya que no solo se realizarán sobre la población, sino también sobre el ambiente, brotes epidemiológicos, riesgos sanitarios, el sector productivo primario (i.e. jornaleros agrícolas), secundario (i.e. fabricas),

Los recursos humanos disponibles deben ser considerados dado que se planea integrar la visión comunitaria para Centros de salud con un equipo fortalecido que además del médico, enfermera y promotor comunitario, integre otros perfiles como médicos familiares, Licenciada (o) en Enfermería, con formación en medicina familiar y comunitaria, Inspectoría de saneamiento ambiental, Psicología social, Trabajo Social, Nutricionista, Técnica (o) de laboratorio, Auxiliar de enfermería (apoyo atención clínica y odontológica), Servicios varios

Infraestructura Existente, se requiere realizar acciones transversales e intersectoriales que proporcionen la infraestructura básica para las labores del modelo, esto no solo incluye agua y luz, sino también rutas de transporte, acceso a internet, disponibilidad de red telefónica.

Acceso territorial, condiciones geográficas y meteorológicas.

Revisión de rutas de acceso que solo pueden ser transitadas en ciertos meses al año donde no hay lluvia, polígonos sin acceso por cuestiones orográficas y de terreno, rutas aéreas, a fin de poder planear acciones en comunidad, familia e individuo, de acuerdo con una microregionalización basada en la población.

El tema de Cultura y Seguridad también debe tomarse en cuenta transversalmente para todos los criterios mencionados.

Con base en lo anterior, se establecieron los requerimientos que deberán considerarse en la reorganización, bajo el enfoque orientativo no limitativo, los criterios con alta relevancia incluidos son:

- Pueblos y poblaciones
- Transporte (disponibilidad, costo)
- Infraestructura de los actores del sector.
- Actividades en el territorio
- Recursos humanos disponibles.
- Mercado laboral, de servicios, insumos (disponibilidad, costo, habilidades)
- Infraestructura de comunicaciones, educación, financiera, bienes, servicios (disponibilidad, costo, calidad)
- Acceso territorial, condiciones geográficas y meteorológicas.
- Seguridad
- Cultura

De esta manera, al momento de realizar este ejercicio de manera sectorial, debemos seleccionar que peso se dará a cada criterio mencionado anteriormente de acuerdo a las circunstancias de operación actual de cada institución, a fin ordenar obtener un conjunto de criterios consensuados por importancia bajo los cuales se realizará la nueva delimitación de los territorios en una visión sectorial a largo plazo.

2ª Etapa: Clasificación de los factores de localización

De los requerimientos anteriores, se realizó una clasificación en tres categorías:

Figura 12. Metodología de Reestructuración territorial de Distritos de Salud

Factores Críticos:	Factores Objetivos	Factores Subjetivos
<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Sistemas Urbano Rurales y Subsistemas Urbano rurales<input type="checkbox"/> Red de infraestructura carretera<input type="checkbox"/> Tiempos y Distancias de traslado al interior de las Jurisdicciones actuales.<input type="checkbox"/> Microregionalización<input type="checkbox"/> Infraestructura del Sector Salud	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Infraestructura en Salud existente en cada Jurisdicción.<input type="checkbox"/> Orografía existente al interior de las regiones que existe en cada jurisdicción	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Pueblos y Poblaciones<input type="checkbox"/> Recursos humanos disponibles<input type="checkbox"/> Seguridad<input type="checkbox"/> Mercado Laboral existente.

3ª Etapa: Recolección y Procesamiento de Datos

Esta nueva regionalización debe estar fundamentada en la información disponible, así como en las tecnologías que nos permiten su explotación. Esto significa utilizar las bases de datos oficiales, las capas de información geográfica disponibles, las herramientas de análisis de datos, de redes en conjunto con los servicios de geolocalización referidas en la siguiente etapa, para obtener isócronas que nos permitan determinar en qué áreas se pueden alcanzar los objetos de acceso, costo, operatividad, bajo determinados criterios de tiempos o distancias. Con esta visión se procedió a utilizar las siguientes fuentes de información y herramientas de análisis:

Figura 13. Recolección y procesamiento de datos

Fuentes de información oficial

- Catálogo de localidades y municipios INEGI
- Capas de información geográfica del Territorio Nacional. INEGI.
- Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS)
- Catálogo de Clave Única de Establecimientos de Salud (CLUES) DGIS.
- CDI. Catálogo de Municipios Indígenas 2010. Base datos
- Capas de información geográfica de la Regionalización Funcional del Territorio. SEDATU.

Herramientas de Análisis

- Las numerosas librerías creadas para el análisis de datos en Python.
- Sistemas de Información Geográfica para el análisis espacial y Análisis de Redes.

Servicios de análisis espacial

- Google Maps API 3, OpenStreetMap, ORS API.

4ª Etapa: Conformación de los nuevos territorios espaciales para los Distritos de Salud

Uno de los objetivos de la reingeniería de la APS-I Mx, es la transformación de los mecanismos de planeación artesanal y heterogénea de operaciones que ha permeado en el Sistema de Salud, hacia una profesionalización basada en datos medibles que puedan ser adquiridos sistemáticamente y explotados con facilidad. En este sentido, la medición de la accesibilidad a los diferentes sistemas de salud ha sido un reto para la construcción de políticas públicas incluyentes.

Esta etapa tiene como objetivo integrar toda la información mencionada en la segunda etapa, tanto la cuantitativa generada por los diferentes niveles de gobierno, como la cualitativa surgida de las condiciones locales y sistemas sociales a fin de integrarla en los nuevos territorios.

5ª Etapa: Delimitación de los municipios periféricos a las nuevas configuraciones de Distritos de Salud

Dado que la operación de los Distritos de Salud debe buscar minimizar los costos de inventarios, logística, operación y transportación, en esta etapa deberá integrarse la información de los agentes con amplia experiencia al interior de cada territorio, para determinar la configuración idónea que integre a los municipios que, por su localización, pueden ser incorporados a más de dos distritos.

6ª Etapa: Verificación de balance de factores críticos.

En esta etapa se busca mantener un balance en los factores críticos mencionados en la 2ª Etapa, sobre todo para el componente de los tiempos de traslado al interior de los Distritos, así como los derivados de los resultados de la microregionalización operativa.

7ª Etapa: Calibración de la propuesta bajo criterios de operatividad.

Se requerirá la consulta con los agentes operativos sobre territorio de cada jurisdicción (actual) para la integración de las mejores prácticas sobre el territorio con la planeación táctica y la investigación de operaciones para optimizar las operaciones.

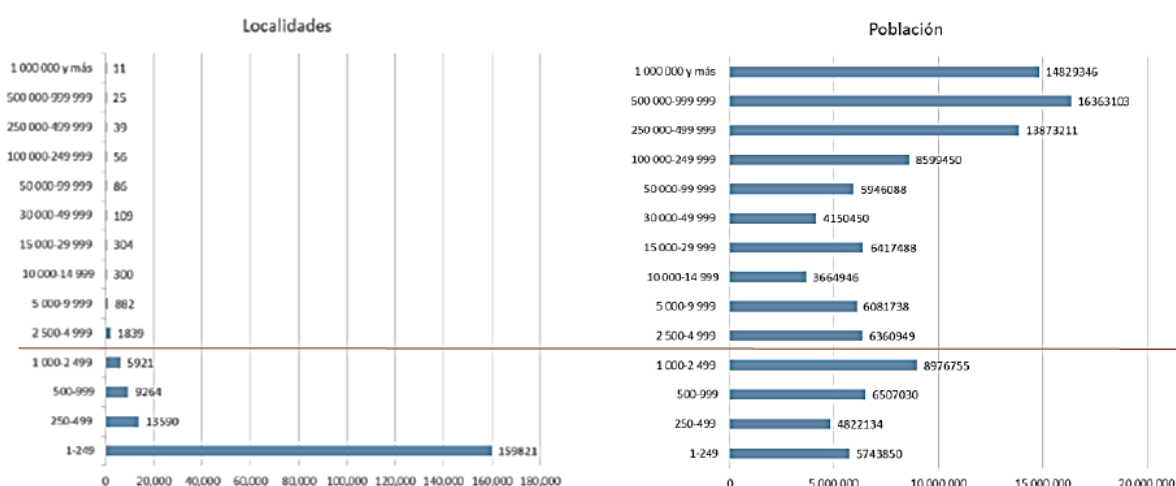
Estas etapas de la metodología son llevadas a la práctica y los resultados obtenidos se presentan en mayor detalle en la sección correspondiente del capítulo 4.

3.5 Extensión de Cobertura en Localidades

Los avances y hallazgos de la sección anterior nos permiten avanzar al siguiente tema vinculado a la medición del acceso efectivo y de la cobertura de los servicios salud en el país, sobre todo cuando tenemos regiones con orografía complicada y con infraestructura de comunicaciones y transportes rezagada.

El INEGI publica mensualmente en su catálogo único de claves de áreas geoestadísticas estatales, municipales y localidades, donde integra los avances en materia de organización geográfico-administrativa que, en su versión actualizada a noviembre de 2019, incluye 304,448 localidades oficiales en México. Por su parte, las Reglas de Operación (ROP) del Programa de Fortalecimiento a la Atención Médica (FAM) de 2018 de la Secretaría de Salud, define la Población Potencial del programa como el número de personas que carecen de acceso a los servicios de salud y que viven en comunidades de menos de 2,500 habitantes.

Figura 14. Distribución de las localidades por su tamaño de población.



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, dentro del punto 5.4 los criterios de Inclusión de las ROP, se establece lo siguiente:

- Localidades que no tienen cobertura efectiva de servicios de salud, o
- Localidades que por su ubicación geográfica y dispersión poblacional no cuentan con servicios de salud, o
- Localidades de alta y muy alta marginación de acuerdo al "Índice de marginación por localidad 2010", o
- Localidades en municipios de menor índice de desarrollo humano, de acuerdo con los registros del Consejo Nacional de Población, o
- Localidades en los municipios incluidos en la Cruzada contra el Hambre, o
- Localidades de los municipios indígenas comprendidos entre los más pobres del país.

Con base en esta información, se diseñó un análisis sobre el universo de localidades a nivel nacional, con un método de procesamiento diferente para cada uno de los criterios mencionados de acuerdo con las diferentes fuentes de información especificadas. Los métodos de procesamiento se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8. Análisis espacial en función de las ROP

No	Criterio ROP FAM	Tipo de Análisis
1	Localidades que no tienen cobertura efectiva de servicios de salud, o	Análisis Espacial.- Localidades fuera de las zonas urbanas.
2	Localidades que por su ubicación geográfica y dispersión poblacional no cuentan con servicios de salud, o	Análisis Espacial.- Localidades fuera de los diámetros de Influencia de las unidades de salud.
3	Localidades de alta y muy alta marginación de acuerdo al "Índice de marginación por localidad 2010", o	Localidades con alta y muy alta marginación
4	Localidades en municipios de menor índice de desarrollo humano, de acuerdo con los registros del Consejo Nacional de Población, o	Índice de desarrollo Humano Bajo y Medio Bajo
5	Localidades en los municipios incluidos en la Cruzada contra el Hambre, o	Localidades dentro del listado de los Municipios CNCH
6	Localidades de los municipios indígenas comprendidos entre los más pobres del país.	Municipios con Presencia indígena y grado de marginación alto y muy alto

De esta manera, se construyó una base datos que incluyera la información correspondiente a los criterios establecidos y se identificaron los conjuntos de localidades que cumplen con cada criterio de las ROP del programa:

Tabla 9. Criterios de ROP de FAM

Tipo Localidad	de Catálogo INEGI	Población < 2500	C3. Marginación	C4. IDH	C5. Municipio CNCH	C6. Municipio Indígena
Rural	299,885	185,407	82,466	46,267	132,732	44,886
Urbana	5,462	1,073	1,780	771	2,092	1,781
Total	304,447	186,480	84,246	47,036	134,824	46,667

Es importante resaltar que cada uno de estos conjuntos de localidades cumple con un criterio del programa, pero por sus características, no representan conjuntos exclusivos entre sí.

Por otra parte, para el análisis espacial que cubra el criterio "Localidades que no tienen cobertura efectiva de servicios de salud", se utilizó la regionalización funcional de México efectuada por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, para excluir las localidades que se encuentran dentro de un Sistema Urbano Rural, o Zona Metropolitana.

Para el análisis espacial que cubra el criterio "Localidades que por su ubicación geográfica y dispersión poblacional no cuentan con servicios de salud", se utilizó el catálogo CLUES de la DGIS en la última versión disponible para este trabajo (Marzo de 2020) incluye a nivel Nacional 31,975 establecimientos de consulta externa y de Hospitalización en operación.

Por último, para determinar el conjunto final de localidades, que cumplen con las ROP pero que no están cubiertas por el programa, se utilizó la base de datos del programa de Fortalecimiento a la Atención Médica (FAM 2019) que presenta 27,706 registros de localidades visitadas por rutas de las Unidades Médicas Móviles.

Consideraciones del análisis espacial

A partir de la información anterior, se realizó la identificación de las localidades bajo las siguientes consideraciones.

- Se limpiaron las bases de datos de DGIS-CLUES y FAM dejando los registros que presentaran datos de localización correctos, es decir, se omitieron entradas en blanco, sin referencia geográfica, o incorrecta. Tampoco se consideraron los registros con claves de localidad mal escritos por considerarse errores de la fuente de datos.
- Se corrigieron los datos que presentaban la información con una máscara de entrada o con un formato diferente.
- De acuerdo a lo considerado en la planeación de Unidades Médicas⁶, sobre los radios de influencia de las unidades de salud, donde señala que para las unidades de consulta externa, se pueden ofrecer servicios en un radio de 5, 10 y 15 km alrededor de la unidad.
- Se utilizaron todas las unidades de consulta externa independientemente de la institución a la que pertenecen, de tal manera que se considera un análisis a nivel sectorial.
- No se hacen diferencias entre las diferentes instituciones o coberturas.
- Se tomó en consideración la cobertura de la unidad móvil sobre el tipo de unidad.

Procedimiento para identificación de localidades.

Después de limpiar la información, se utilizó el programa QGIS para graficar las localidades a nivel nacional y realizar el siguiente procesamiento a los datos

1. Del universo de localidades inicial, se removieron las que tiene cobertura de servicios de salud, por estar dentro de zonas urbanas o en alguno de los sistemas urbano rurales de marcados por la SEDATU.
2. Del conjunto resultante del proceso anterior, que por su ubicación geográfica y dispersión poblacional no cuentan con servicios de salud, se generaron 3 escenarios de identificación de acuerdo con los diferentes radios de influencia marcados en los supuestos (5, 10 y 15 kilómetros lineales), y se removieron las localidades ubicadas dentro de cada zona de influencia.
3. Se comparó el conjunto de localidades atendidas por el programa FAM 2019 contra el conjunto de cada escenario y se removieron estas localidades de los escenarios.

⁶ Salud (2006) Planeación de Unidades Médicas. Modelo Integrador de Atención a la Salud. PP 22

Con estos escenarios, se procedió a utilizar el software de sistemas de Información Geográfica QGIS, versión 3.3 para cargar la información de los archivos de representación vectorial para información geográfica publicados por INEGI, con la información correspondiente a las localidades del país. El procesamiento realizado se presenta en la siguiente figura.

Figura 15. Etapas de análisis espacial



Los resultados obtenidos se presentan en mayor detalle en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS | Propuesta y Discusión

En este capítulo se integran los hallazgos obtenidos a lo largo de los diferentes análisis realizados dentro del presente trabajo, a fin de sintetizar un resultado que, de manera sistémica, arroje una guía sobre los objetivos iniciales y las preguntas de investigación.

Asimismo, se comentan las ventajas obtenidas de utilizar las herramientas de investigación de operaciones para alcanzar una visión más amplia y estructurada del universo de posibilidades que se abre al transitar de estudios aislados y parciales hacia una visión que consolide de manera profesional todas las técnicas revisadas hasta este momento. Estas técnicas, las herramientas analíticas, los escenarios explorados por la simulación, la potencia del análisis de redes y su impacto en el desarrollo de las regiones desde las zonas urbanas hasta los puntos más alejados y aislados del país, permiten alcanzar de manera más ágil y elegante una mejor gestión que fortalezca la rectoría del sistema de salud y particularmente del funcionamiento de la secretaría de salud.

4.1 Resultados de la simulación del Centro de Salud rural

Extendiendo lo establecido en la sección 3.1, a continuación, se presenta el modelo de simulación para la prestación de servicios de salud en los centros de salud rurales de un núcleo tomando como base la metodología revisada y desarrollando cada uno de sus elementos.

Problema, objetivos y recolección de datos.

Retomando el comentario de la multiplicidad de enfoques y abordajes para la medición del desempeño de un CS, el problema se acotó a conocer el impacto que tienen los tiempos y procesos al interior del centro de salud y cómo estos afectan el número de consultas diarias que se pueden prestar. De tal forma que se establezca un abordaje para estudiar el desempeño de estos centros de salud como base de la atención primaria a la salud.

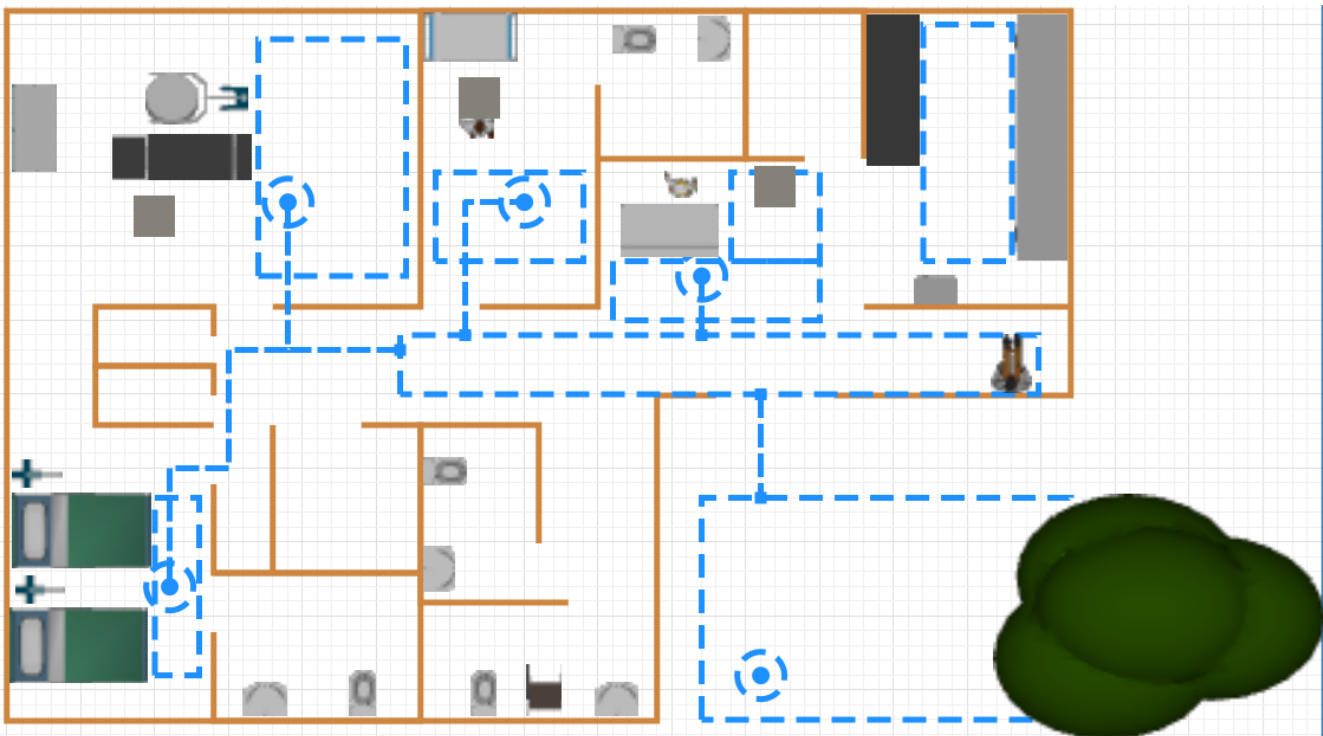
Por lo tanto, se formularon los siguientes objetivos para la simulación:

- Medir el tiempo de atención a cada persona desde que ingresa al centro de salud hasta que termina de recibir atención del médico.
- Estudiar el comportamiento y tiempos requeridos por el centro de salud para atender a 30 pacientes al día.
- Indagar sobre los porcentajes de ocupación de los recursos humanos del centro de salud durante una jornada de trabajo.

Como resultado de la recolección de datos, se utilizó el modelo arquitectónico para centros de salud desarrollado por la DGPLADES. En este se incluye un médico, una enfermera, un consultorio tipo 2 y un área de examinación de acuerdo con la NOM 005-SSA3-2010, que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios.

De donde se tomaron los listados de equipamiento, la plantilla de personal y las áreas principales donde se realizan las labores de prestación de servicios de salud, mismas que se pueden observar en el layout de la figura siguiente, el cual es una representación a escala del modelo arquitectónico real de dichas unidades.

Figura 16. Layout del Centro de Salud rural de un núcleo para la simulación



Fuente: Elaboración propia con base en DGPLADES en software Anylogic.

Modelo Conceptual

Se usó un nivel de abstracción alto enfocado en el proceso de obtención de una consulta por parte de una persona, manteniendo la operación de los agentes paciente, médico y enfermera a un nivel lógico, con el respectivo uso de la librería de modelado de procesos. A este modelado lógico se le incorporan los detalles del modelo arquitectónico del centro de salud permitiendo que los pacientes se muevan a lo largo de las áreas del CS, para dar lugar a dos bloques de procesos principales, el primero referente a registro de datos y somatometría, y el segundo que corresponde a la atención y revisión de la persona por el doctor efectuada dentro del consultorio.

Los elementos de la simulación están configurados como:

- Sources: el correspondiente con del paciente configurado una tasa de llegada de 4 pacientes por hora.
- Seize: Se apodera de un número dado de unidades de recursos para la salud, de un grupo de recursos establecido como un médico y una enfermera
- Services: Se apodera de los diferentes recursos, retrasa al agente médico y enfermera para después liberar el uso de dichas unidades incautadas
- Time measure start y end: están configurados como medidores de tiempo inicial y final respectivamente y su función es medir el tiempo en proceso de manera individual.
- Delav están configurados con funciones probabilidad triangular de diferentes duraciones según cada proceso, para permitir la medida de los tiempos de espera con el elemento time measure.

Simulación

En esta sección se muestran las capturas correspondientes a las pantallas desarrolladas para los diferentes bloques de la simulación, mismo que se dividió en la vista de presentación del modelo y cuatro secciones internas denominadas Animación, 3D, Lógica y Estadística.

La presentación con la que inicia la ejecución del modelo incluye un resumen de los objetivos que dieron lugar la simulación, así como las referencias normativas que dan contexto a las áreas y agentes.

Figura 17. Presentación del modelo de simulación CSINB



Fuente: Elaboración propia con Anylogic.

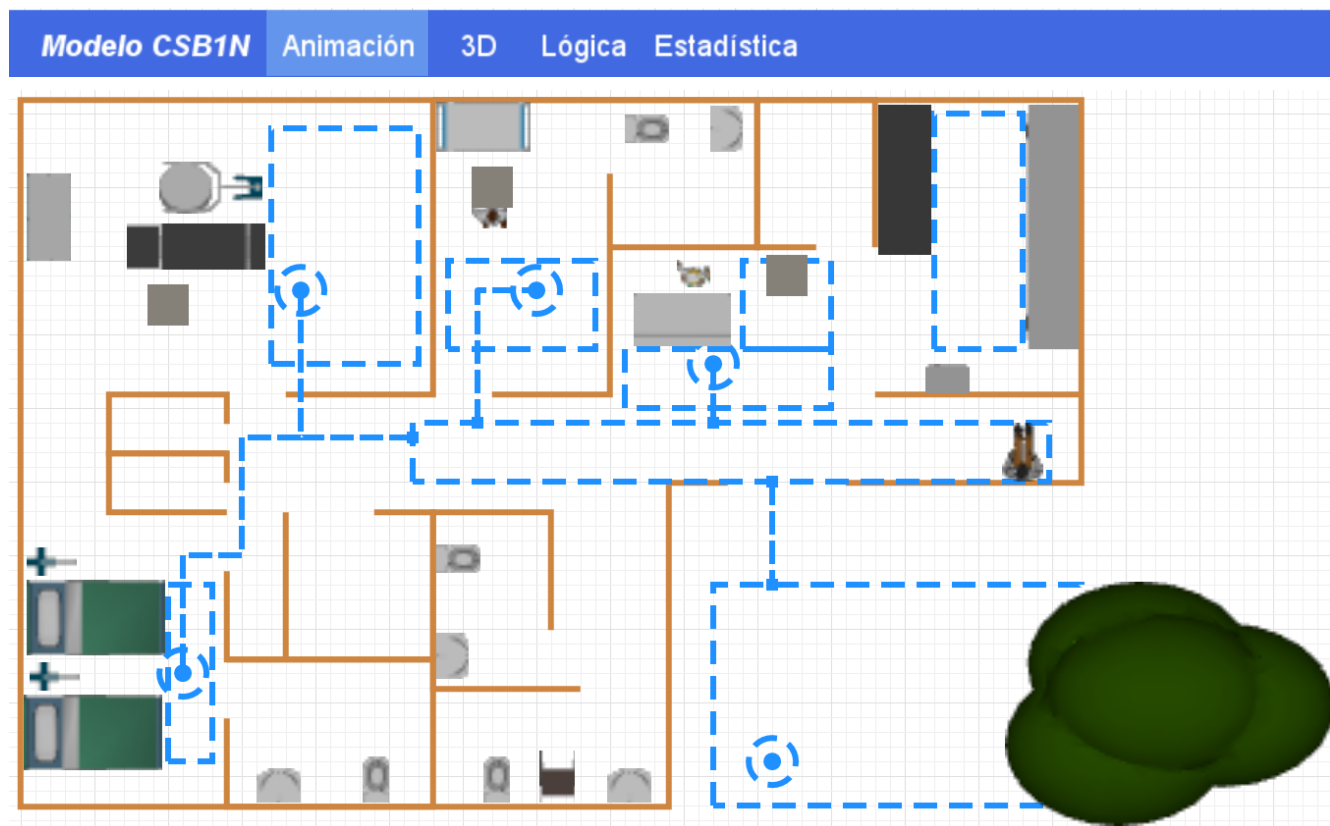
El modelo se desarrolló con una cinta de opciones que permite ver una animación en dos dimensiones (2D) del modelo a lo largo de toda su ejecución.

Una segunda sección para ir a la animación en tercera dimensión (3D) donde se puede observar el movimiento de los diferentes agentes a lo largo de los espacios y áreas del centro de salud obedeciendo a los diferentes procesos incluidos en la sección de lógica.

Esta tercer sección llamada Lógica, presenta la conformación de los procesos utilizando los bloques de procesos utilizados para generar el comportamiento de los agentes.

La última sección presenta las estadísticas de las mediciones obtenidas por las métricas establecidas para el modelo de simulación.

Figura 18. Pantalla de inicio del modelo de simulación

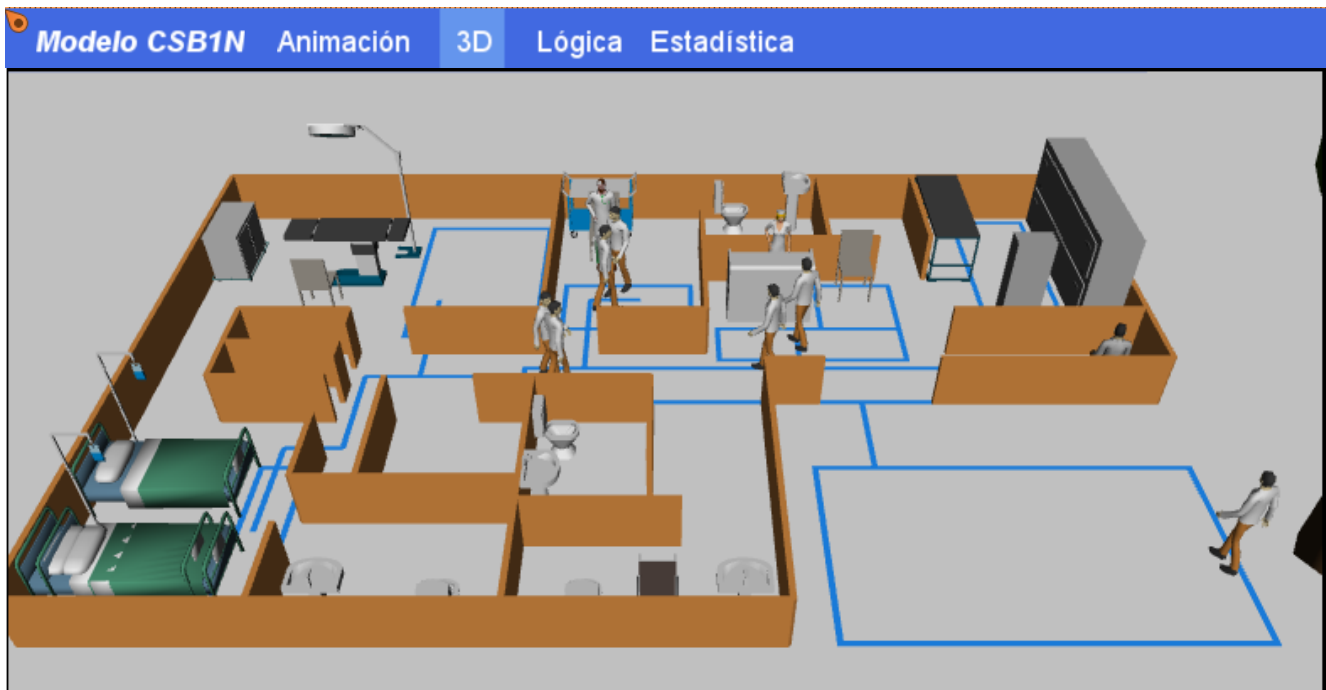


Fuente: Elaboración propia con Anylogic.

La arquitectura 3D se ha realizado tomando los objetos de la librería 3D objects, para los conjuntos de "People y Health". Los muros y elementos estructurales se realizaron mediante los elementos de la pestaña presentation con base en el plano del centro de salud del Anexo I y se colocaron en la zona correspondiente como se puede apreciar en la siguiente figura.

Sobre el layout del CS, se agregaron los elementos en 3D y los movimientos físicos de los agentes. Para esto se añadieron marcas de espacio y de recorridos que se pueden observar en la figura 19 como líneas en azul. Estos elementos espaciales son parte de la definición de la lógica del modelo cuando se les asignaron acciones y parámetros a los bloques de cada proceso. De esta manera se vincula a la capa de espacial y 3D, las acciones de la capa lógica modificando así los resultados cuantitativos del modelo. Cabe resaltar que, para el caso de este CS, donde las marcas de espacio son parte de la lógica, estos elementos se dibujaron bajo una escala adecuada para el entorno.

Figura 19. Vista General del centro de salud rural de un Núcleo



Fuente: Elaboración Propia con Anylogic

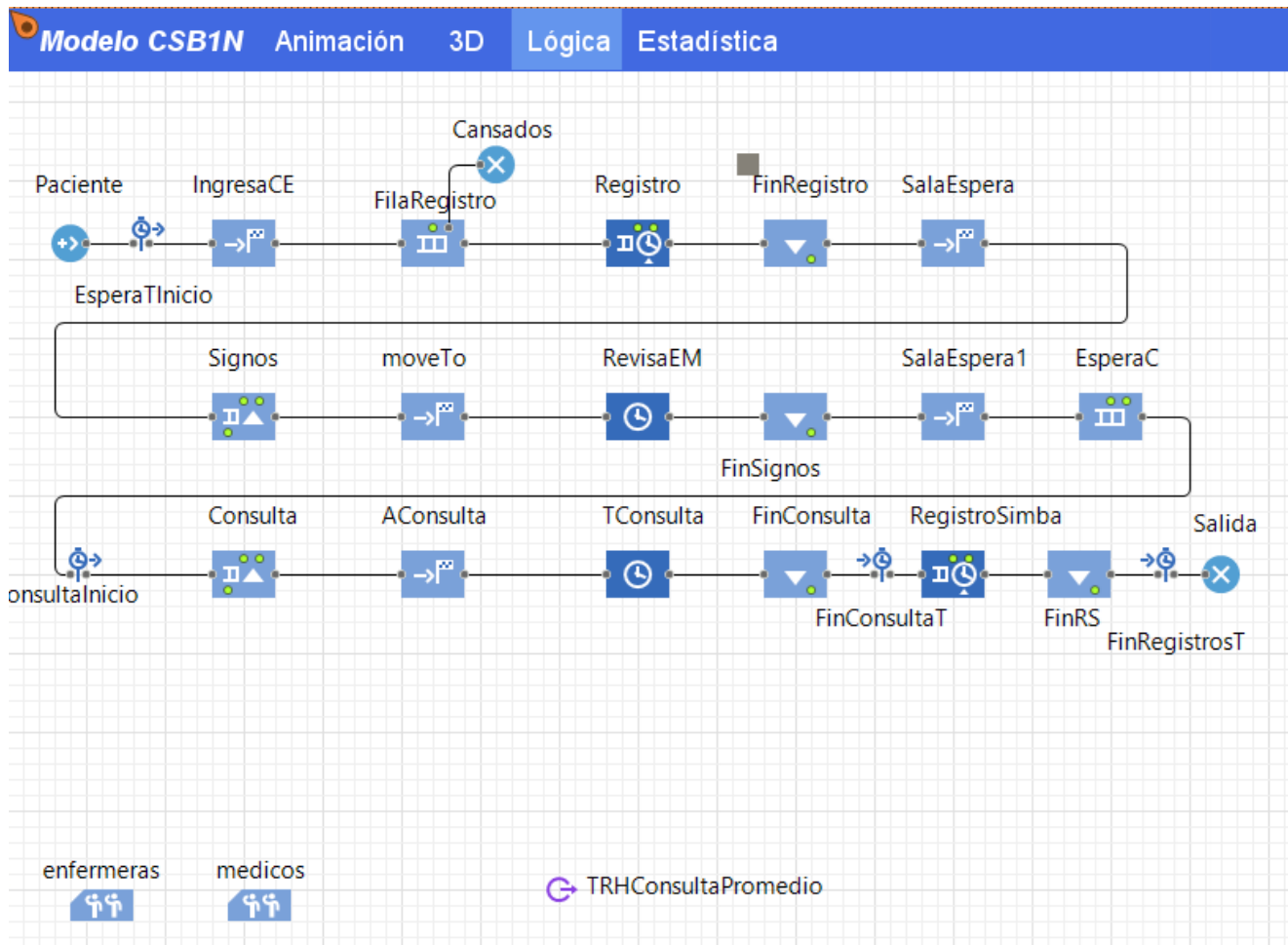
De esta manera, a esta simulación del centro de salud se incorporaron explícitamente los movimientos de pacientes entre las diferentes áreas, al vincular la construcción del diagrama de flujo de acciones, utilizando los bloques de la paleta Biblioteca de modelado de procesos (PML) de Anylogic. Este diagrama se muestra en la Figura 20, donde los bloques fueron configurados bajo la lógica que se explica a continuación, modificando las propiedades y renombrando cada bloque de acuerdo con el diagrama.

El paciente ingresa al centro de salud y se dirige al registro donde una enfermera lo atiende, cuando termina libera a la enfermera de esta actividad y el paciente regresa a la sala de espera. Después es llamado para la toma de signos y somatometría para lo cual se acerca al escritorio de la enfermera y consumir el tiempo de esta hasta que termina este proceso, cuando regresa nuevamente a la sala de espera. La consulta inicia cuando el médico está disponible para la atención del paciente o cuando

termina de atender al paciente anterior, y al terminar la consulta del paciente, se libera al médico y se cierra el proceso completo con el registro de la información del paciente.

La medición de los tiempos inicia cuando el paciente ingresa al centro de salud, y cuando el paciente ingresa a consulta, y se detiene cuando el paciente termina su consulta y cuando el médico y enfermera terminan de registrar la información en el sistema de información.

Figura 20. Diagrama de flujo de acciones en el CSBIN



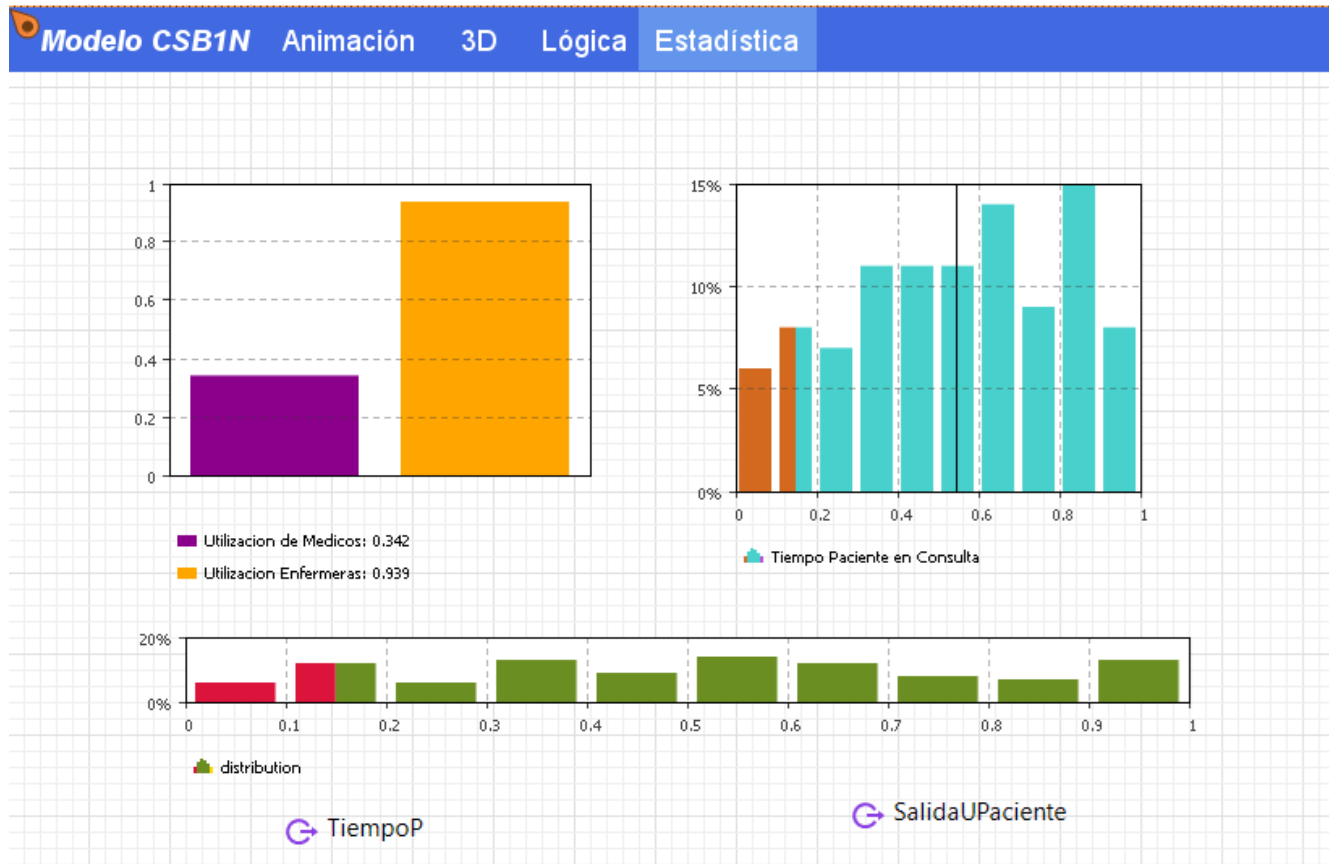
Fuente: Elaboración propia con AnyLogic.

Una vez completada la lógica y la animación del modelo, se presenta la sección de estadística que incluye tres gráficos donde se pueden apreciar los comportamientos medidos así como los resultados del modelo

La figura 21 presenta el comportamiento del modelo mediante gráficos fáciles de entender, donde el primer gráfico de barras presenta la información del porcentaje de utilización de los recursos para la salud, tanto del médico como de la enfermera. A este le sigue un histograma que presenta la distribución del tiempo promedio que los pacientes duraron en consulta con el médico. El histograma

inferior muestra la distribución de los tiempos de procesamiento para los 20 pacientes que fueron atendidos en el centro de salud durante sus horas de trabajo.

Figura 21. Gráficas para la visualización de los resultados obtenidos



Fuente: Elaboración propia con AnyLogic.

Verificación y validación del modelo

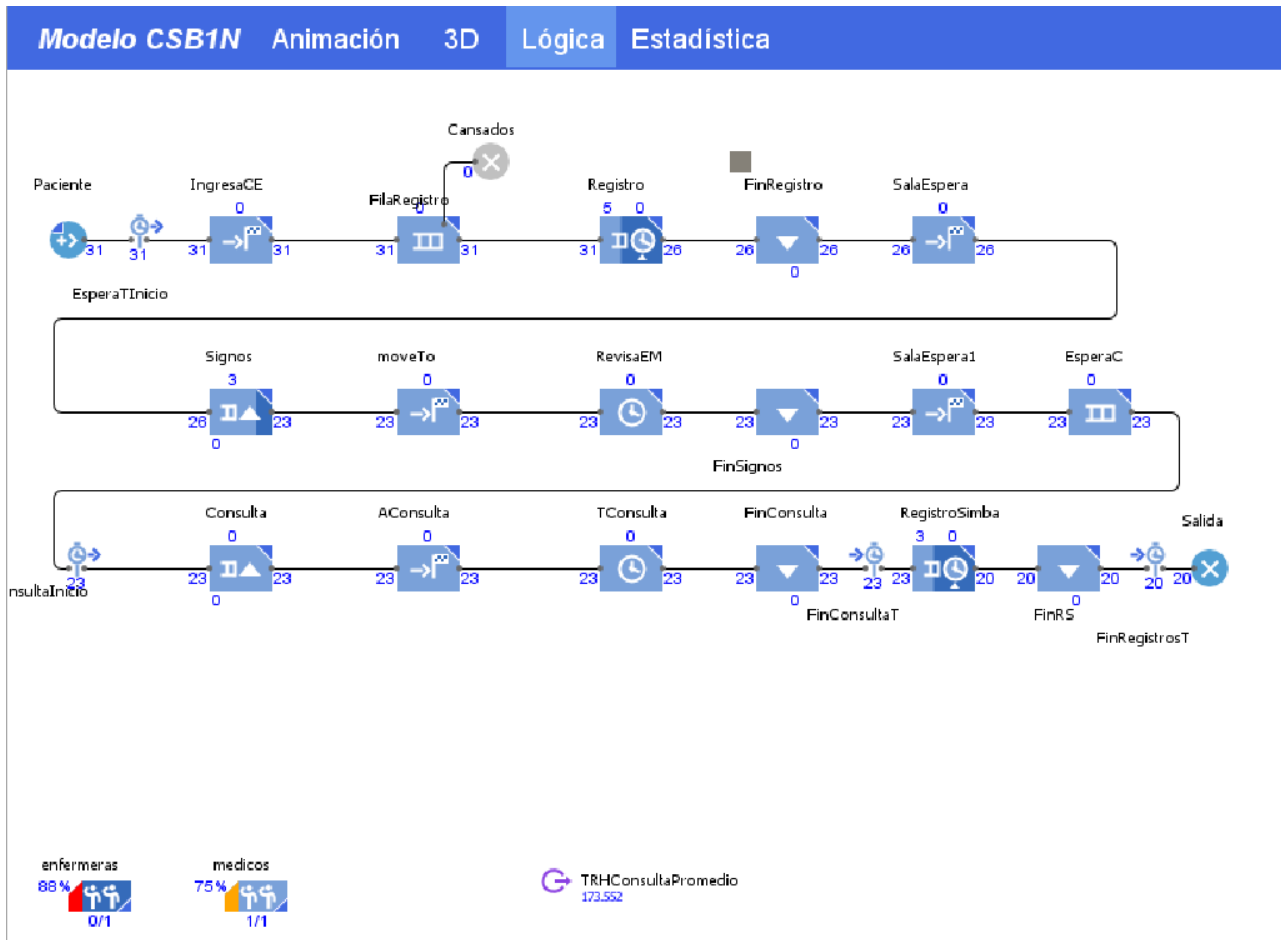
Para la verificación del modelo se empleó la consola de depuración incluida en Anylogic® en busca de errores de código relacionados al proceso, de la misma manera se usó la animación 3D para corroborar el flujo de las operaciones, mismas que no produjeron errores.

De acuerdo con Banks et al. (1996), el apartado de validación busca determinar si el modelo actual es una precisa representación del sistema real, o bien el proceso de comparación del modelo y su comportamiento con el sistema real y su comportamiento. Por lo tanto, para este modelo se ha utilizado como mecanismo de retroalimentación para hacer ajustes y si fuera el caso mejorar la calibrar el modelo conceptual y de simulación. De esta forma, para este ejercicio de simulación se utilizó una validación por el personal de planeación de unidades médicas a fin de que el modelo cumpla con las características adecuadas de acuerdo con las personas usuarias y que cuentan con experiencia sobre el sistema real.

Producción de corridas

Como puede observar, este modelo deja de ejecutarse después de que 20 pacientes terminan su consulta con el médico. A partir de esto, se puede habilitar una configuración de inicialización aleatoria, para obtener diferentes resultados del experimento de simulación cuando se ejecute este modelo varias veces.

Figura 22. Ejecución del diagrama de flujo de acciones en el centro de salud

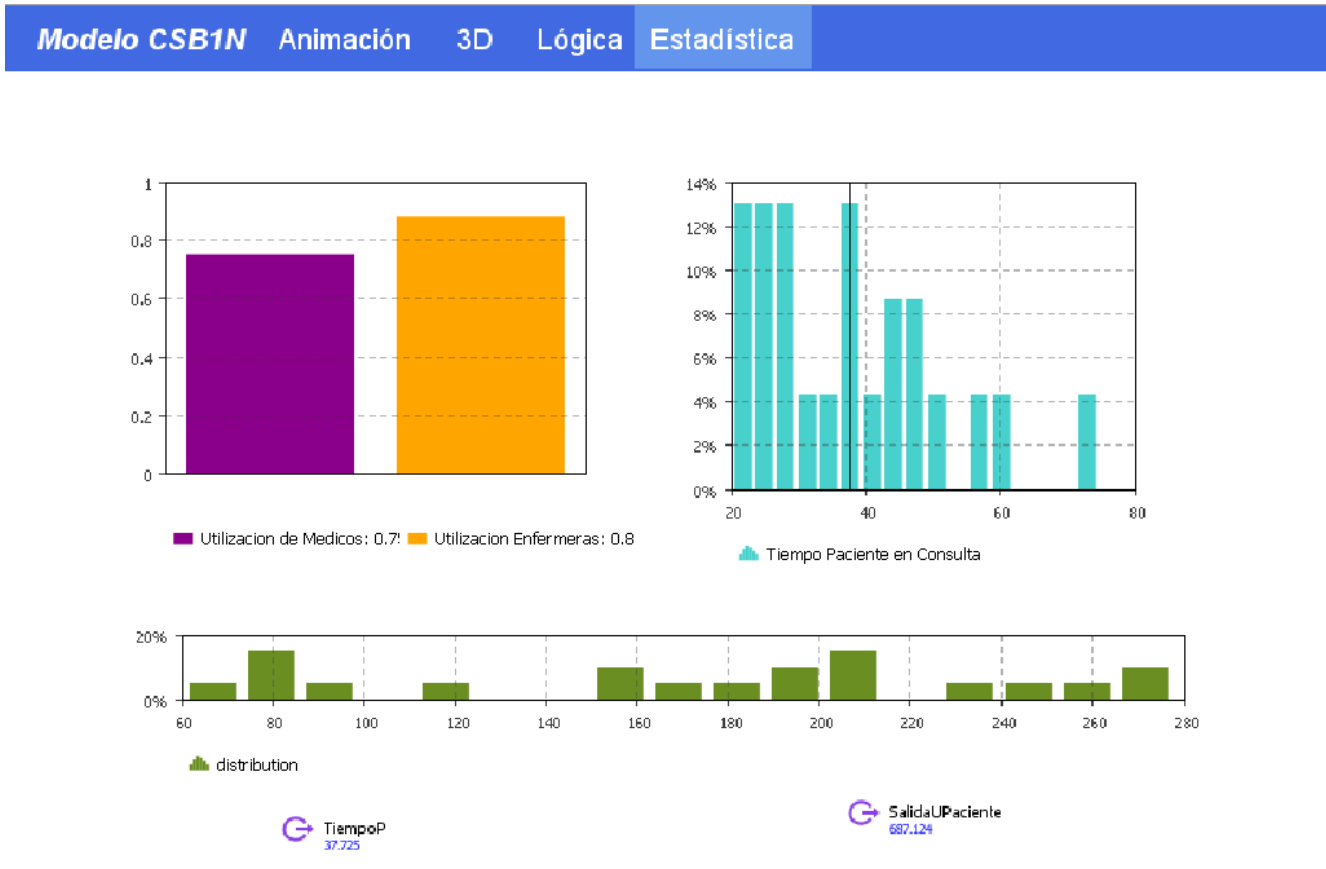


Fuente: Elaboración propia con AnyLogic.

En esta versión y de acuerdo con el objetivo de la simulación, se logró establecer una línea base sobre la que podemos construir versiones más detalladas a un nivel de abstracción inferior al delimitar los requerimientos conceptuales de cada simulación. Esto significa que no se buscó ejecutar ningún otro experimento que no sea la simulación base.

Como se muestra en la figura 22, los resultados de una sola ejecución del modelo muestran que los 30 pacientes ingresados diariamente se procesan en un período de tiempo relativamente largo (678 minutos / 60 minutos por hora > a 10 horas) y la cantidad de recursos clave de las unidades (enfermeras y médicos) son proporcionales en comparación con lo que se necesita (inferido de su baja utilización del 75 % de médicos y 86% de enfermeras) como se muestra en la Figura 23.

Figura 23. Gráficos con la estadística de la simulación



Fuente: Elaboración propia con AnyLogic.

Esto indica que el tiempo que el paciente tarda esperando a que el médico lo atienda es mucho mayor al tiempo que pasa frente a él en la consulta, ya que como lo indica la corrida, el tiempo que el paciente pasa en consulta es de 37 minutos en promedio.

Asimismo, se observa que, en atender a los 20 pacientes durante la jornada de trabajo, el ultimo paciente se retira una hora después de que termina el turno y que, con esta distribución de tiempos de espera, el tiempo mínimo que una persona espera es de una hora, y el máximo cuando todos los procesos experimentan el umbral máximo puede combinarse para extender la estadía de una persona hasta más de 3 horas.

Estos resultados nos permiten corroborar la percepción común sobre los servicios de salud donde se experimentan tiempos de espera prolongados en relación con la duración de la revisión médica como tal. Asimismo, nos permite analizar la secuencia y duración de los procesos que pudiera ser reducida para minimizar el tiempo de estadía de las personas en el centro de salud, estableciendo un tiempo de consulta que permita otorgar servicios de calidad, mejorando la eficiencia de la prestación de servicio en el primer nivel de atención.

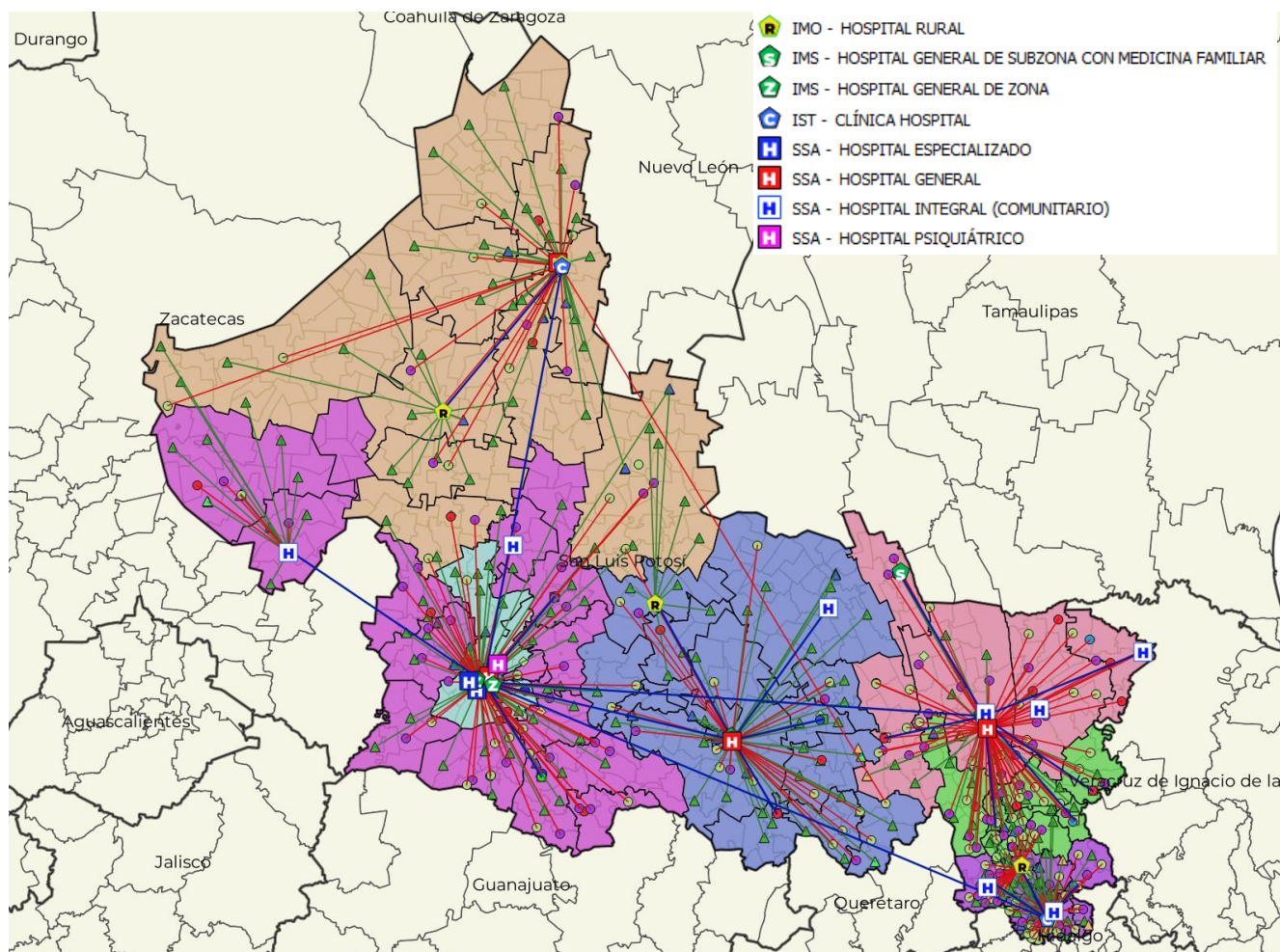
4.2 Redes integradas de servicios de salud

La revisión de la literatura y aplicaciones de las redes, señala que la ciencia de redes abarca toda la información y el intercambio de información, visualización, colaboración, manipulación, protección, restauración, transporte, servicios, almacenamiento de datos y capas de aplicaciones. Las fuentes de información (p. Ej., Sensores) y el procesamiento inherente a ellas están conectados a la red, pero los sensores y el procesamiento en sí no están incluidos en la definición, excepto en los casos en que el procesamiento es necesariamente integral a la red, como por ejemplo sensores remotos, adicionalmente a todo lo anterior, se encuentra el uso humano y social e las redes, lo que vincula estrechamente su estudio con la ciencia de datos para su manejo y la minería de datos para su entendimiento. (National Research Council,2007). En este sentido se considera que el trabajo logró integrar muchos de estos elementos mencionados que se encuentran distribuidos a lo largo de los diferentes campos disciplinarios que participan en la entrega de servicios de salud, por lo que la aplicación de los análisis de redes adaptada a la infraestructura en salud permitió aplicar dichas herramientas al estudio de la estructura y comportamiento del sistema de salud mexicano.

A modo de ejemplo que sirva para desarrollar las ideas de esta tesis, se utilizará el ejemplo de la jurisdicción de Tamazunchale correspondiente al estado de San Luis Potosí. Esta jurisdicción cuenta con servicios de salud de las 3 principales instituciones de salud, que otorgan servicios de consulta externa, de hospitalización básica y de alta especialidad, así como servicios ambulatorios específicos. Donde cada unidad de salud representa un punto de oferta de servicios para un sector de población específico. Lo que genera flujos de personas que buscan resolver sus necesidades de salud, moviéndose al interior de cada territorio a fin de encontrar una unidad que cuente con el nivel de complejidad adecuado para resolver su problemática de salud.

En el siguiente mapa se muestran las unidades de salud de diferentes tipologías mediante círculos y triángulos para el primer nivel, y mediante la simbología específica para cada unidad de segundo nivel para las tres principales instituciones públicas del sistema de salud mexicano. Los arcos de las redes representan los flujos de referencia de pacientes de servicios hospitalarios de acuerdo con los datos del Subsistema de egresos hospitalarios 2017 de la Dirección General de Información en Salud. Estos arcos muestran los flujos poblacionales de cada territorio de acuerdo con su pertenencia o afiliación a un prestador de servicios de salud, y ejemplifica como los pacientes recorren el territorio en busca de las unidades que, de acuerdo con su afiliación, cuenten con la infraestructura, equipamiento y recursos humanos que les permitan obtener respuesta a sus condiciones de salud.

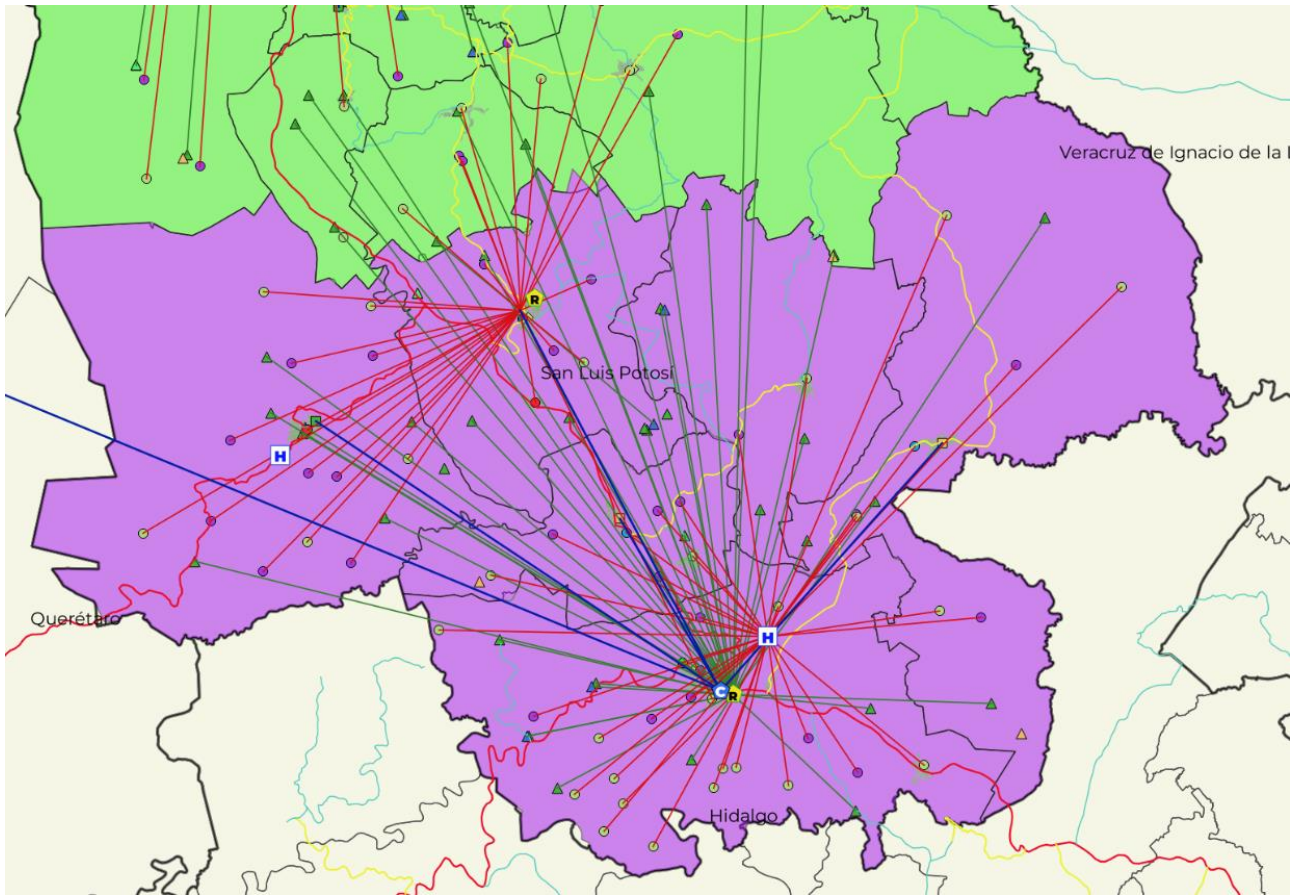
Mapa 1 grafos de las RISS para el Estado de SLP.



Fuente: Elaboración propia con QGIS 3.

Esta figura presenta los flujos poblacionales de pacientes de segundo nivel de las tres principales instituciones de salud pública de San Luis Potosí. En rojo se muestran los flujos para la secretaría de Salud, las líneas verdes representan los flujos que utiliza los servicios del IMSS Bienestar y en azul, los afiliados al ISSSTE.

Mapa 2. Subgrafo de la jurisdicción de Tamazunchale



Simbología

	IMO - HOSPITAL RURAL		IMO - BRIGADAS DE SALUD		SSA - RURAL DE 01 NÚCLEOS BÁSICOS
	IMS - HOSPITAL GENERAL DE SUBZONA CON MEDICINA FAMILIAR		IMO - CENTRO DE ATENCIÓN RURAL OBSTÉTRICA		SSA - RURAL DE 02 NÚCLEOS BÁSICOS
	IMS - HOSPITAL GENERAL DE ZONA		IMO - UNIDAD MÉDICA MOVIL		SSA - RURAL DE 03 NÚCLEOS BÁSICOS Y MÁS
	IST - CLÍNICA HOSPITAL		IMO - UNIDAD MÉDICA RURAL		SSA - UNIDAD DE ESPECIALIDADES MÉDICAS (UNEME)
	SSA - HOSPITAL ESPECIALIZADO		IMO - UNIDAD MÉDICA URBANA		SSA - UNIDAD MÓVIL
	SSA - HOSPITAL GENERAL		IMS - UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR		SSA - URBANO DE 01 NÚCLEOS BÁSICOS
	SSA - HOSPITAL INTEGRAL (COMUNITARIO)		IMS - UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR CON HOSPITA.		SSA - URBANO DE 02 NÚCLEOS BÁSICOS
	SSA - HOSPITAL PSIQUIÁTRICO		IST - CLÍNICA DE MEDICINA FAMILIAR		SSA - URBANO DE 03 NÚCLEOS BÁSICOS
			IST - CONSULTORIO AUXILIAR		SSA - URBANO DE 04 NÚCLEOS BÁSICOS
			IST - UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR DE CUATRO C.		SSA - URBANO DE 05 NÚCLEOS BÁSICOS
			IST - UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR DE DOS CONS.		SSA - URBANO DE 06 NÚCLEOS BÁSICOS
			IST - UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR DE DOS CONS.		SSA - URBANO DE 07 NÚCLEOS BÁSICOS
			IST - UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR DE TRES CONS.		SSA - URBANO DE 08 NÚCLEOS BÁSICOS
			IST - UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR DE UN CONSU.		SSA - URBANO DE 09 NÚCLEOS BÁSICOS
					SSA - URBANO DE 10 NÚCLEOS BÁSICOS

Fuente: Elaboración propia con QGIS 3.

Es importante resaltar que las líneas que atraviesan varios municipios representan personas que tienen que recorrer grandes distancias para acceder a servicios que existen cerca de sus hogares, pero a los cuales no pueden acceder por cuestiones de afiliación. Lo que pone en evidencia que la construcción de nuevas unidades dentro de las mismas zonas de cobertura es una estrategia poco efectiva si se compara con los niveles de acceso que se alcanzarían mediante los instrumentos legales y normativos interinstitucionales.

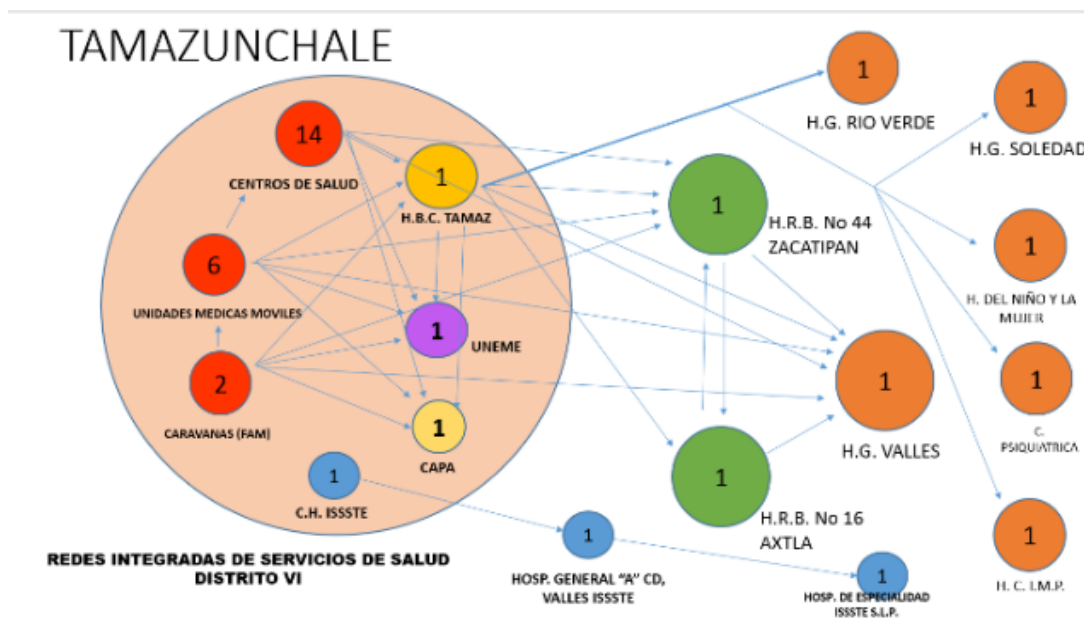
De igual manera, estos recorridos derivados por la ausencia de recursos para la salud, pueden deberse a diversas razones como la falta de médicos, medicamentos, equipamiento, laboratorios, insumos médicos, áreas físicas, reactivos entre otros.

Por esta razón cobra mayor sentido e importancia generar un marco que permita el funcionamiento de manera articulada de las unidades de salud existentes en el territorio a fin de cerrar las brechas en la eficiencia del sistema de salud y en su capacidad para dar servicios de salud a la población.

Para alcanzar los resultados planeados para esta etapa, se partió del conocimiento y trayectos cotidianos de los pacientes que fue plasmado en el esquema de la figura siguiente. En este esquema se presenta la infraestructura existente en un territorio determinado, con sus diferentes tipologías, así como los flujos de personas que transitan a lo largo de los diferentes niveles de atención para cada una de las 3 instituciones. Este ejercicio participativo permitió transitar de tener una información tácita dispersa entre diferentes actores y tomadores de decisión, hacia una estructura explícita mediante la construcción de bases de datos con la estructura requerida para representar la información tanto en forma de mapas como en forma de grafos.

Esta información fue la base para generar el grafo de la red, que marca las relaciones(aristas) que se forman a partir de los flujos poblacionales, entre los establecimientos de salud (nodos) cuando las personas buscan servicios de salud de diferente complejidad a lo largo de la red de diferentes tipologías.

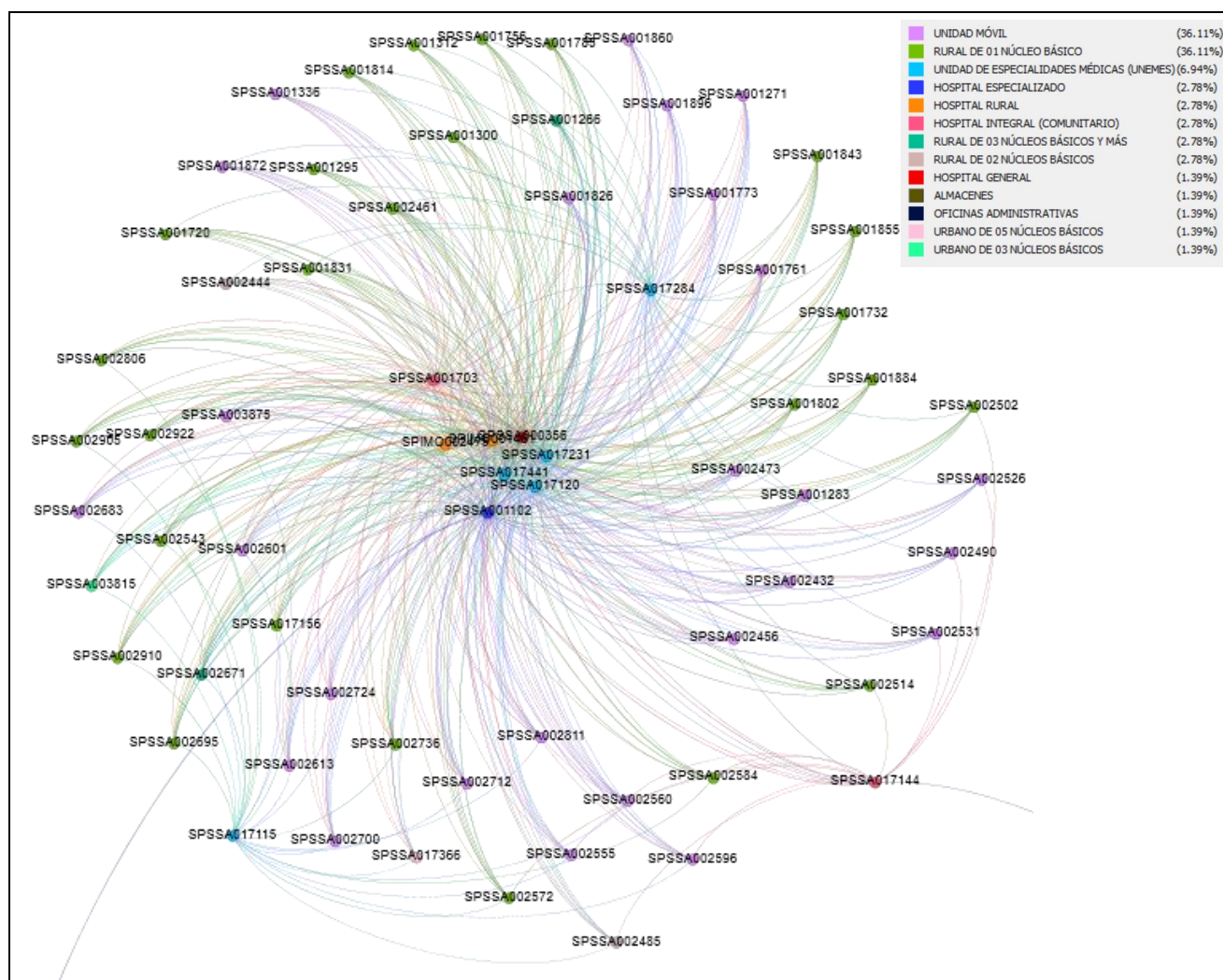
Figura 24. Ejercicio de RISS para el municipio de Tamazunchale



Fuente: Elaboración propia.

Partiendo de la figura, se utilizó el software Gephi definido como una plataforma para la visualización interactiva y la exploración de todo tipo de redes, sistemas complejos y grafos dinámicos y jerárquicos

Figura 25. Subgrafo del Distrito de Salud (antes Jurisdicción) de Tamazunchale



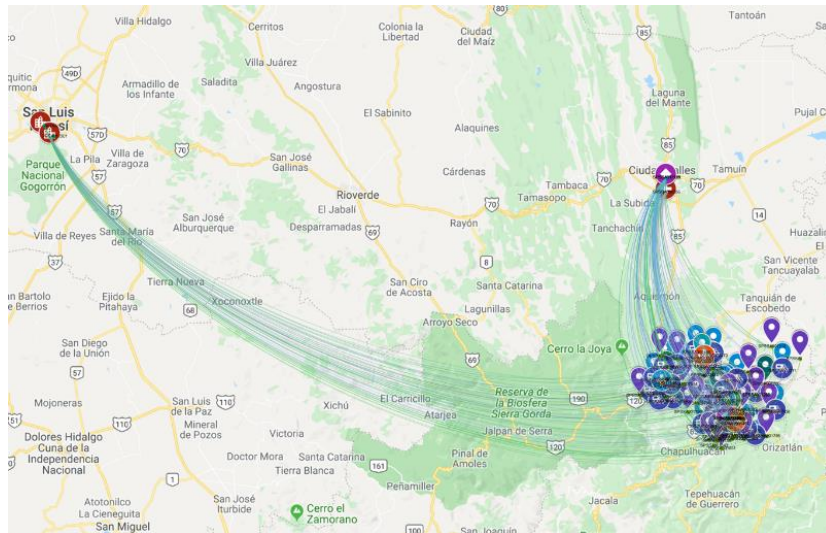
Fuente: Elaboración Propia con Ghepi.

En esta figura se presenta el conjunto de establecimientos de salud que existen en la jurisdicción de Tamazunchale junto con sus vínculos para referencia de pacientes. Los nodos representan establecimientos de salud identificados por su clave CLUES y los arcos representan relaciones de referencia de pacientes entre diferentes unidades de su red.

En la figura se observa que existen múltiples unidades en la periferia del grafo que por lo regular representan las unidades de primer nivel de atención que cuentan con menor resolutivead. Consistentemente las unidades al centro del grafo corresponden a hospitales y unidades de consulta externa especializada como las Unidades de Especialidades Médicas – UNEME's.

En esta misma línea de desarrollo y a fin de obtener una perspectiva más precisa de los movimientos entre dichas unidades generadas a partir de los esquemas, se cargaron sus coordenadas espaciales y se procedió con la integración de las funcionalidades del SIG para el análisis espacial de los flujos poblacionales.

Mapa 3 Subgrafo del Distrito de Salud (antes Jurisdicción) de Tamazunchale



Fuente: Elaboración propia con Google MyMaps y Ghepi.

Mediante esta configuración del grafo y la red, se pudo identificar las unidades que tienen mayor número de conexiones, además de confirmar patrones de movilidad de los pacientes, quienes buscan unidades de servicios médicos de hospitalización, y unidades de especialidades médicas en municipios y jurisdicciones aledaños.

Por otro lado, tomando en consideración que la paquetería Gephi está dirigida a usuarios de áreas generales ya que permite el análisis de redes sin necesidad de conocimientos de programación, se optó por explorar la capacidad de explotación de estos datos mediante las herramientas de ciencia de datos y minería de datos existentes en el lenguaje de programación Python. Para esto, se cargaron las bases de datos en Python a fin de utilizar la potencia de este lenguaje de programación, así como los módulos desarrollados para el procesamiento de datos, visualización y análisis de grafos.

Dentro del ambiente de desarrollo se utilizó Jupyter Notebook por su facilidad de uso y difusión, para el procesamiento de información se utilizó la librería pandas, y numpy, la librería matplotlib fue la base de las visualizaciones. Para las redes y grafos, se utilizó la librería NetworkX que proporciona clases y funciones de Python para crear y manipular dichas redes con facilidad. (Platt, 2019) y a modo de prueba se calculó la centralidad de la red de Tamazunchale, así como los subgrupos (Cliques) existentes.

análisis y diseño de políticas públicas en salud ya que permite importar, exportar, manipular, analizar, filtrar, representar, detectar interacciones entre actores, áreas, servicios, especialidades, especialistas e instituciones.

De igual forma se pueden establecer análisis sistematizados que permitan integrar posibles estrategias de optimización a nivel de cada unidad, como las señaladas en la sección de la simulación del centro de salud, los flujos poblacionales y de pacientes a lo largo de todo la RISS, los recursos humanos existentes en la red, la distribución de recursos e insumos para la prestación de servicios en el territorio y la extensión de cobertura en zonas marginadas dentro de un plan de desarrollo de infraestructura con enfoque de red.

Aun cuando la generación y optimización de dichos planes se encuentra más allá de los objetivos de este trabajo, considero importante señalar los principios bajo los cuales se pueden articular dichos planes a lo planteado en este trabajo. Esto se lograría mediante la construcción de un modelo de problemas de diseño de redes y de localización de instalaciones capacitadas que se presenta a continuación.

Generación de Planes de desarrollo de infraestructura con enfoque de red.

Tomando en consideración lo desarrollado las secciones anteriores, particularmente en la sección gestión de recursos de la red, la optimización en la asignación de recursos para construcción de nueva infraestructura se fortalece por las herramientas dadas por la teoría de localización, particularmente para los problemas de diseño de instalaciones con capacidad fija (facility location) combinadas con diseño de redes.

Esto implica evaluar estrategias, configuraciones de redes de transporte, y planeación y expansión de infraestructura, bajo un enfoque multicriterio. En este sentido se puede plantear la generación de planes de desarrollo de infraestructura con enfoque de red, basado en el modelo de Melkote y Daskin de (2001) adaptándolo a la demanda de servicios de salud en una red.

Entradas

<i>Entrada</i>	<i>Descripción</i>
N	Número de Nodos de la Red
L	Número de vértices en la red
D_i	Demanda en el nodo i
M	$\sum_{i \in N} d_i$ Demanda total en la red
t_{ij}	Costo del viaje por unidad de flujo en el vértice (i,j)
f_i	Costo de construir una unidad en el nodo i
K_i	Capacidad de la unidad construida en el nodo i
c_{ij}	Costo de transporte

Las variables de decisión

Z_i	=	$\begin{cases} 1 & \text{Si hay un establecimiento en el nodo } i, \\ 0 & \text{si no hay un establecimiento} \end{cases}$
X_{ij}	=	$\begin{cases} 1 & \text{Si se construye el vértice } (i,j), \\ 0 & \text{si no se construye} \end{cases}$
Y_{ij}	=	Flujo en el vértice (i,j)
W_i	=	Productividad del establecimiento en el nodo i .

Para lo que el modelo de problemas de diseño de redes y de localización de instalaciones capacitadas se enfoca a minimizar la función objetivo siguiente:

$$\text{Minimizar } \sum_{(i,j) \in L} t_{ij} Y_{ij} + \sum_{i \in L} f_i Z_i + \sum_{(i,j) \in L} c_{ij} X_{ij}$$

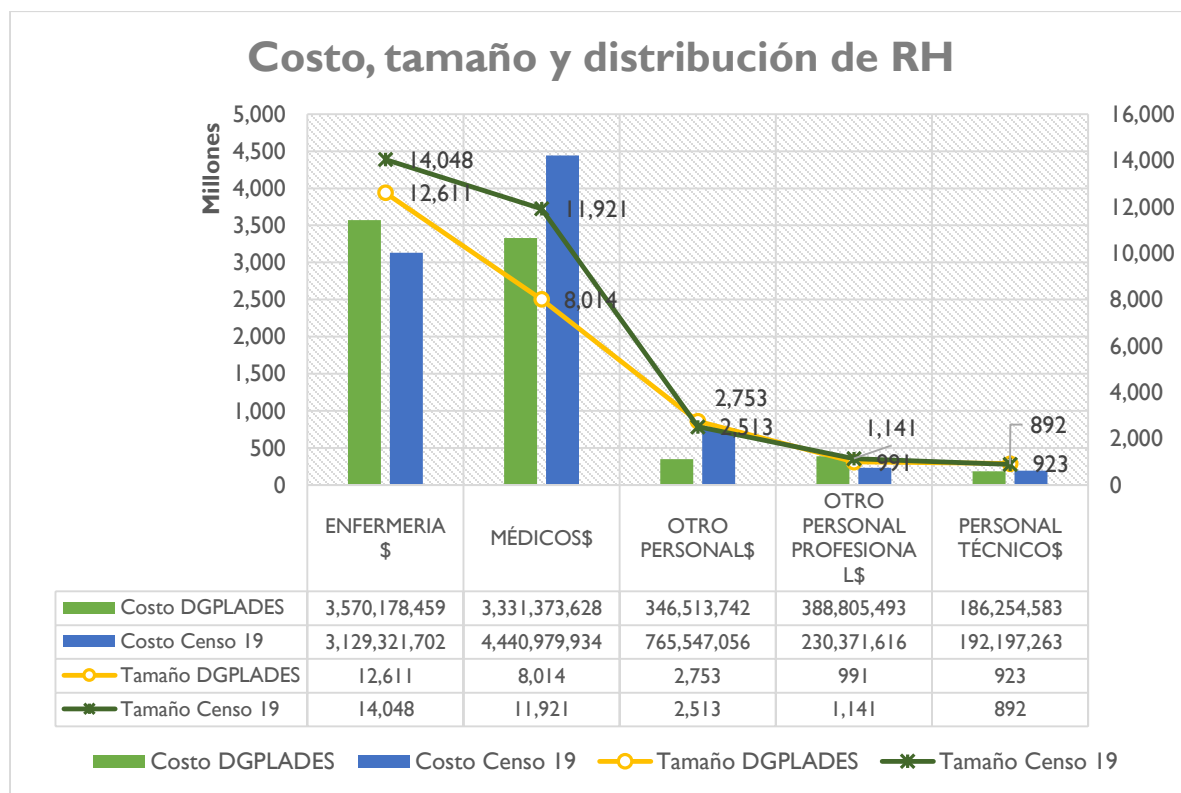
Antes de usar el modelo de optimización para el desarrollo de la red, es necesario construir un modelo inicial de las redes integradas de servicios de salud. El presente trabajo busca alcanzar en esta primera fase de las RISS, un modelo de las relaciones entre los establecimientos de salud a lo largo del continuo de la atención entre los distintos niveles de complejidad en la red que existe hoy en día en el sector salud.

4.3 Recursos humanos en salud

Derivado del análisis de las plantillas de recursos humanos en las ocho Entidades se encontró que, para unidades de consulta externa, el tamaño de las plantillas que existen actualmente es mayor en cantidad a lo establecido en los modelos de recursos para la planeación de unidades médicas de la Secretaría de Salud, lo que indica que no es un tema de falta de presupuesto es un tema de distribución de personal.

La siguiente figura muestra el grafico de barras con su escala en millones de pesos, el costo de la plantilla desagregado para enfermeras, médicos, otro personal, otro personal profesional y profesional técnico. Estas categorías de clasificación corresponden a las utilizadas en el SINERHIAS. En la gráfica de líneas, se presentan el tamaño de las plantillas para cada una de las categorías. Se observa que, para enfermeras, médicos y otro personal profesional, existe un número mayor de plazas en las entidades, lo que implica que la imperiosa necesidad de reorganizar las plantillas para lograr un contrapeso a la concentración de los profesionales de salud en hospitales y en las zonas urbanas.

Figura 27. Resultados de la comparación costo, tamaño y distribución de RH por tipo de personal



Nota: El costo y Tamaño “DGPLADES” hace referencia al modelo de recursos para la planeación de unidades médicas de la Secretaría de Salud

Plantillas por tipología

La misma condición se observa en dichas Entidades censadas, cuando se hace el análisis para las diferentes tipologías, los gastos actuales en plantilla son superiores a las de los modelos establecidos por la DGPLADES.

TABLA 10. Plantillas por tipología

NOMBRE DE TIPOLOGIA	PLAZAS MODELO	COSTO MODELO	PLAZAS CENSO	COSTO CENSO
RURAL DE 01 NÚCLEO BÁSICO	8,304	2,742,516,202	9,525	2,576,671,654
RURAL DE 02 NÚCLEOS BÁSICOS	2,646	881,194,367	3,760	1,073,508,374
RURAL DE 03 NÚCLEOS BÁSICOS Y MÁS	1,400	490,222,157	2,510	728,241,151
CENTROS AVANZADOS DE ATENCIÓN PRIMARIA A LA SALUD (CAAPS)			29	9,617,646
CENTROS DE SALUD CON SERVICIOS AMPLIADOS	3,780	1,010,592,054	2,318	690,187,465
URBANO DE 01 NÚCLEOS BÁSICOS	129	42,604,117	484	137,429,020
URBANO DE 02 NÚCLEOS BÁSICOS	354	117,892,217	962	302,360,503
URBANO DE 03 NÚCLEOS BÁSICOS	400	140,063,473	1,057	316,227,093
URBANO DE 04 NÚCLEOS BÁSICOS	833	271,721,639	1,171	334,347,705
URBANO DE 05 NÚCLEOS BÁSICOS	1,080	308,283,577	1,240	362,596,115
URBANO DE 06 NÚCLEOS BÁSICOS	1,216	332,279,872	1,213	374,255,730
URBANO DE 07 NÚCLEOS BÁSICOS	630	169,773,220	622	184,461,143
URBANO DE 08 NÚCLEOS BÁSICOS	735	203,208,234	737	221,448,694
URBANO DE 09 NÚCLEOS BÁSICOS	583	162,603,508	433	136,232,423
URBANO DE 10 NÚCLEOS BÁSICOS	180	50,531,083	189	51,705,045
URBANO DE 11 NÚCLEOS BÁSICOS	65	18,378,856	57	19,413,430
URBANO DE 12 NÚCLEOS BÁSICOS Y MÁS	1,065	304,369,300	1,558	474,804,705
CLÍNICA DE ESPECIALIDADES			225	69,377,676
UNIDAD DE ESPECIALIDADES MÉDICAS (UNEMES)			1,549	457,810,638
CENTRO DE SALUD CON HOSPITALIZACIÓN	1,892	576,892,027	876	237,721,362
	25,292	7,823,125,905	30,515	8,758,417,571

Nota:

1 No se incluyen Datos de Plantilla para UNEME, CAPS y Clínica de especialidades

2 Los Costos de plantilla son de carácter anual.

3. Las plantillas para UNEMES, Clínicas de Especialidades y CAAPS, presentan una gran variación en su composición al tener un rango total de personas que va desde 20 hasta 90, de acuerdo con SINERHIAS

Al desagregar a nivel entidad, se observa que todas entidades que tienen plantillas mayores a lo estimado en los modelos para unidades de consulta externa, con excepción de Tabasco y Veracruz.

Tabla 11. Resultados de análisis de plantillas de RH por entidad

NOMBRE DE LA ENTIDAD	UNIDADES DE SALUD	DE	Plazas Modelo ¹	Costo Modelo ¹	Plantilla	Plazas Censo	Costo Censo	Plantilla
CAMPECHE		105	638	199,897,774		1,127	334,833,957	
CHIAPAS		495	5,680	1,694,415,241		6,158	1,585,877,655	
GUERRERO		928	3,892	1,257,699,389		5,832	1,734,081,574	
OAXACA		757	4,280	1,326,000,969		5,393	1,554,582,974	
QUINTANA ROO		188	898	291,687,328		1,205	354,945,344	
TABASCO		527	3,136	969,384,925		3,012	864,564,729	
VERACRUZ		739	5,825	1,798,054,202		5,734	1,784,787,800	
YUCATAN		154	943	285,986,076		2,054	544,743,538	
Total general		3,893	25,292	7,823,125,905		30,515	8,758,417,571	

1 No se incluyen Datos de Plantilla para UNEME, CAPS y Clínica de especialidades

2 Los Costos de plantilla son de carácter anual.

Cabe señalar que la diferencia de plazas en Tabasco y Veracruz, debe observarse de manera sistémica y en conjunto con la situación de sus hospitales, situación que en todo caso debería ser revisada en otro documento.

El tabulador salarial para personal médico y enfermera que clasifica en niveles A, B y C cambiando el nivel salarial ha generado un rango de salarios diferentes para las mismas funciones.

Existen diferentes plantillas para la misma tipología, con código de puestos ocupados por profesionales de diferentes formaciones (carreras genéricas) lo que ha desvinculado el perfil profesional de las funciones en las unidades y de las estructuras autorizadas.

Se observa un aumento de plantilla en las tipologías que se encuentran en zonas urbanas.

Figura 28. Resultados para el Estado de Campeche

Campeche | Costo, tamaño y distribución de RH

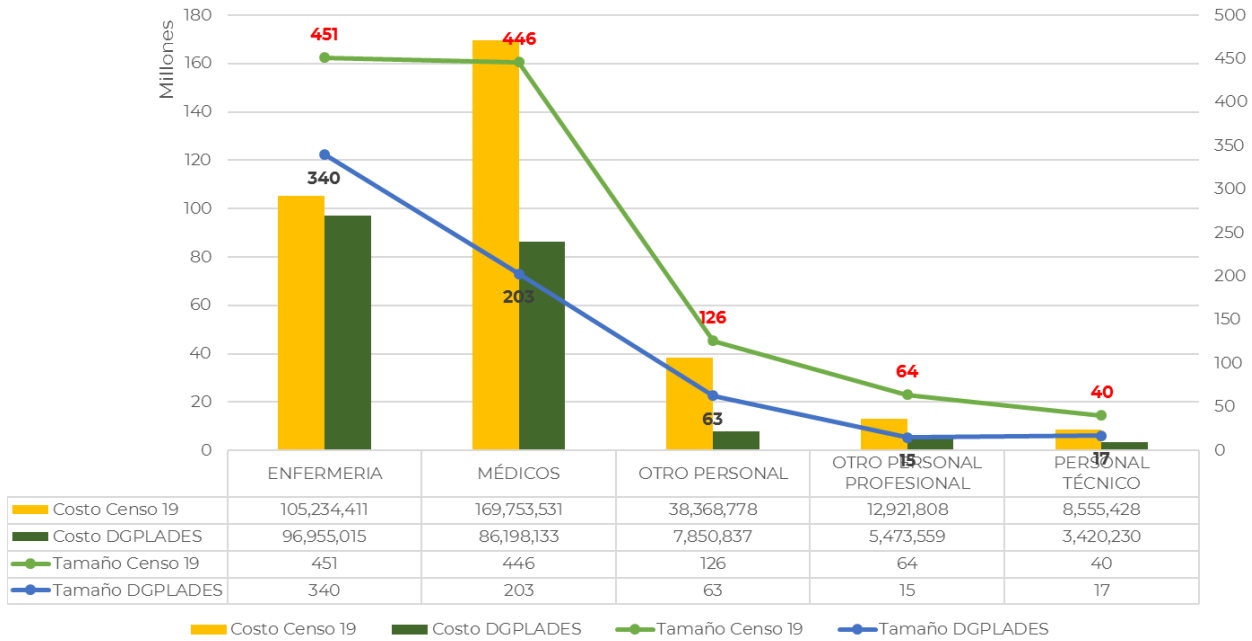


Figura 29. Resultados para el Estado de Chiapas

Chiapas | Costo, tamaño y distribución de RH

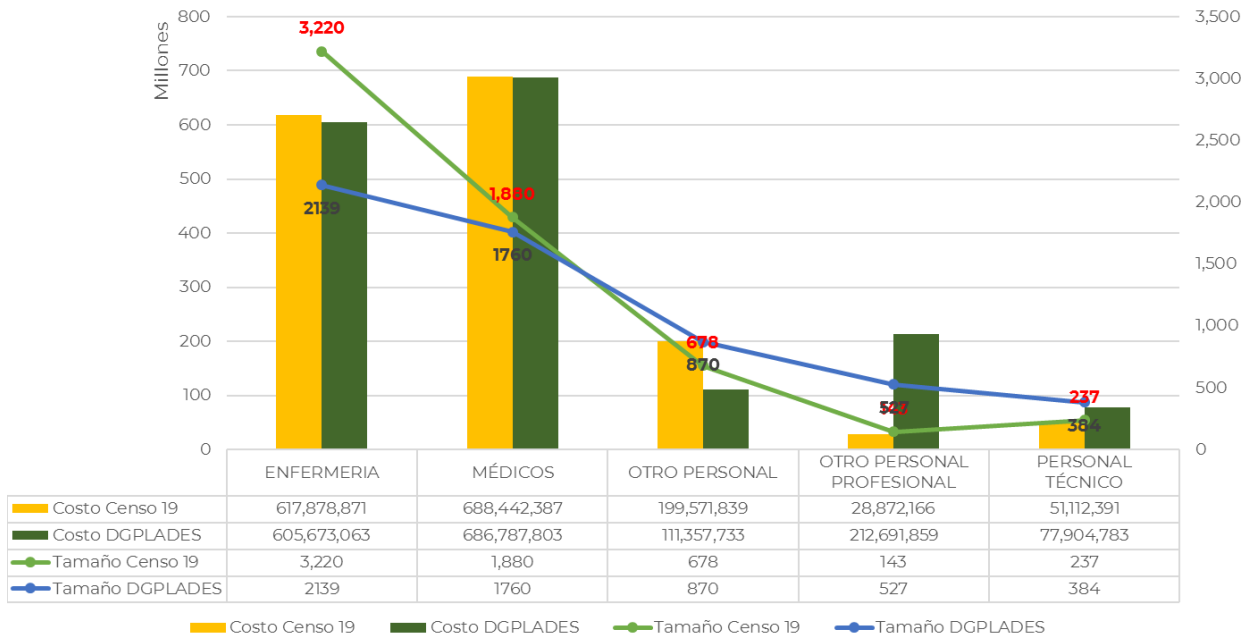


Figura 30. Resultados para el Estado de Guerrero

Guerrero | Costo, tamaño y distribución de RH

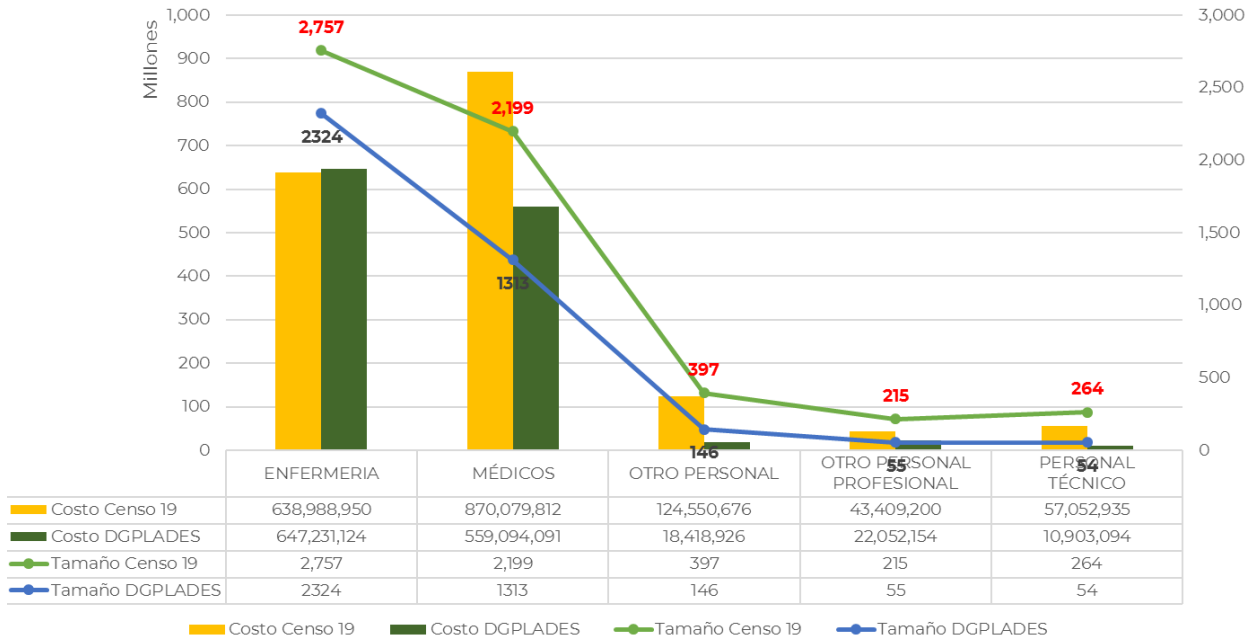


Figura 31. Resultados para el Estado de Oaxaca

Oaxaca | Costo, tamaño y distribución de RH

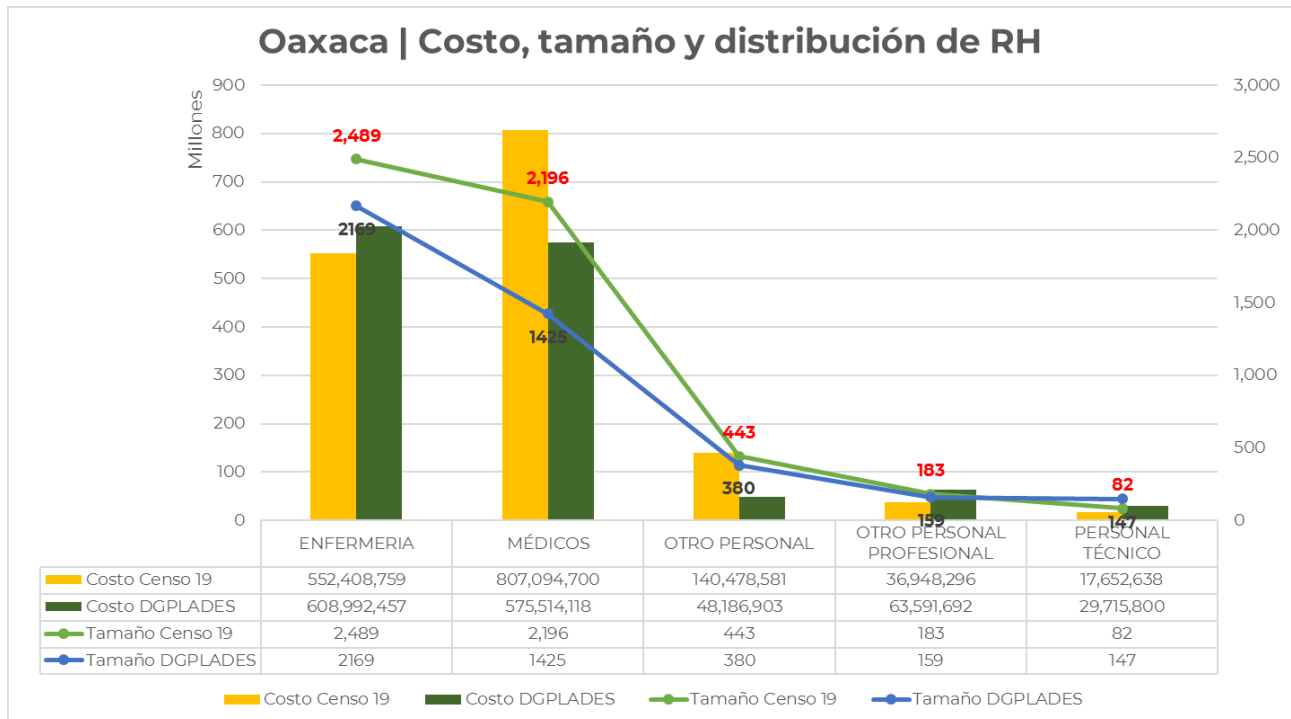


Figura 32. Resultados para el Estado de Quintana Roo

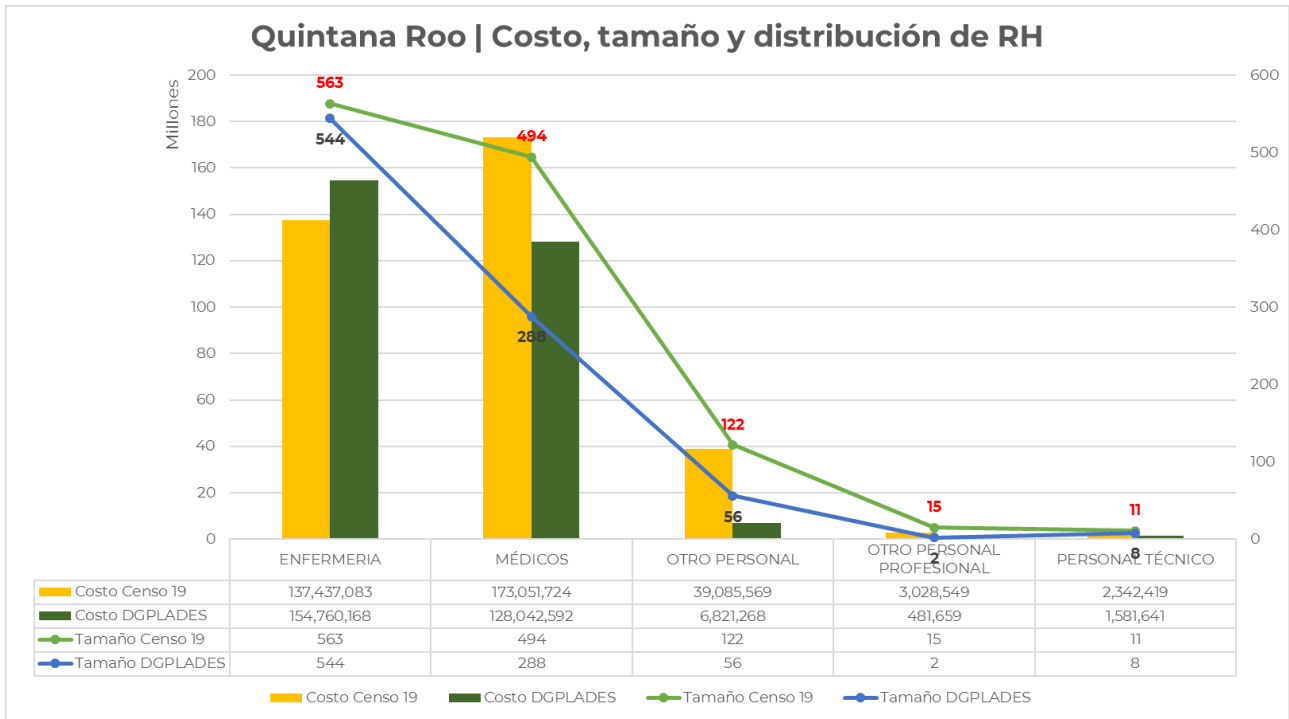


Figura 33. Resultados para el Estado de Tabasco

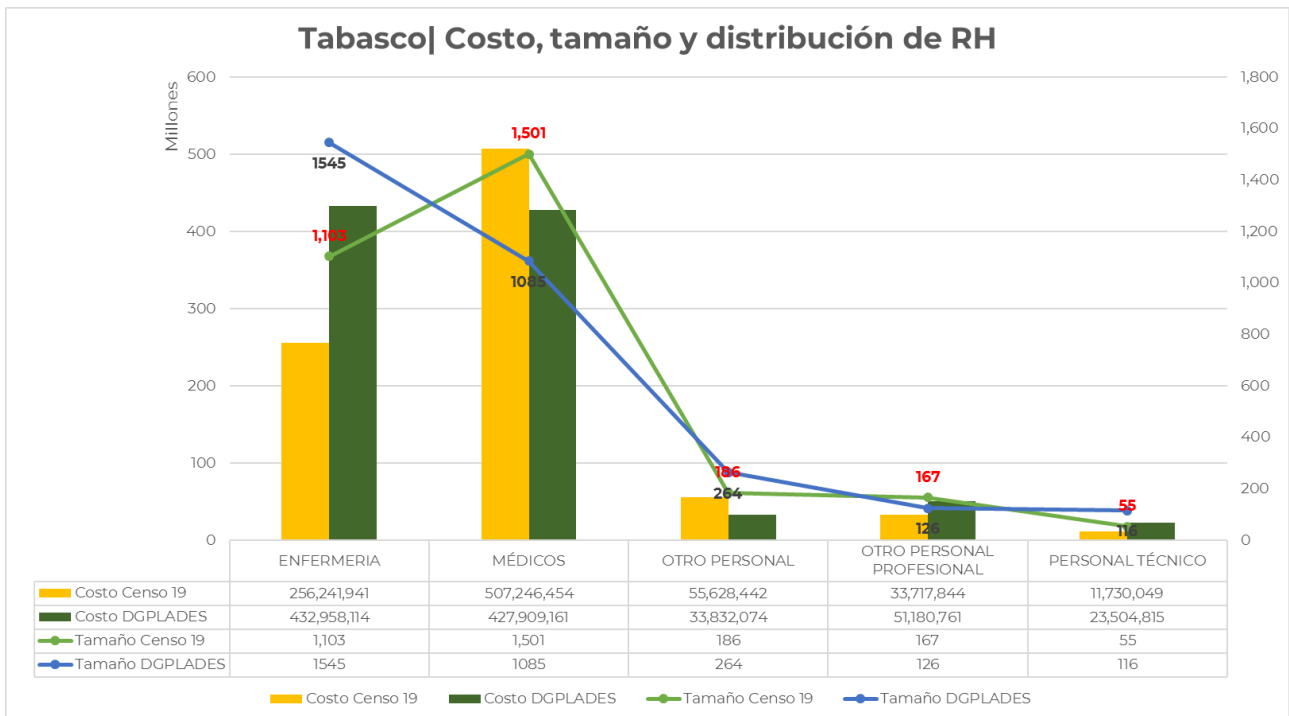


Figura 34. Resultados para el Estado de Veracruz

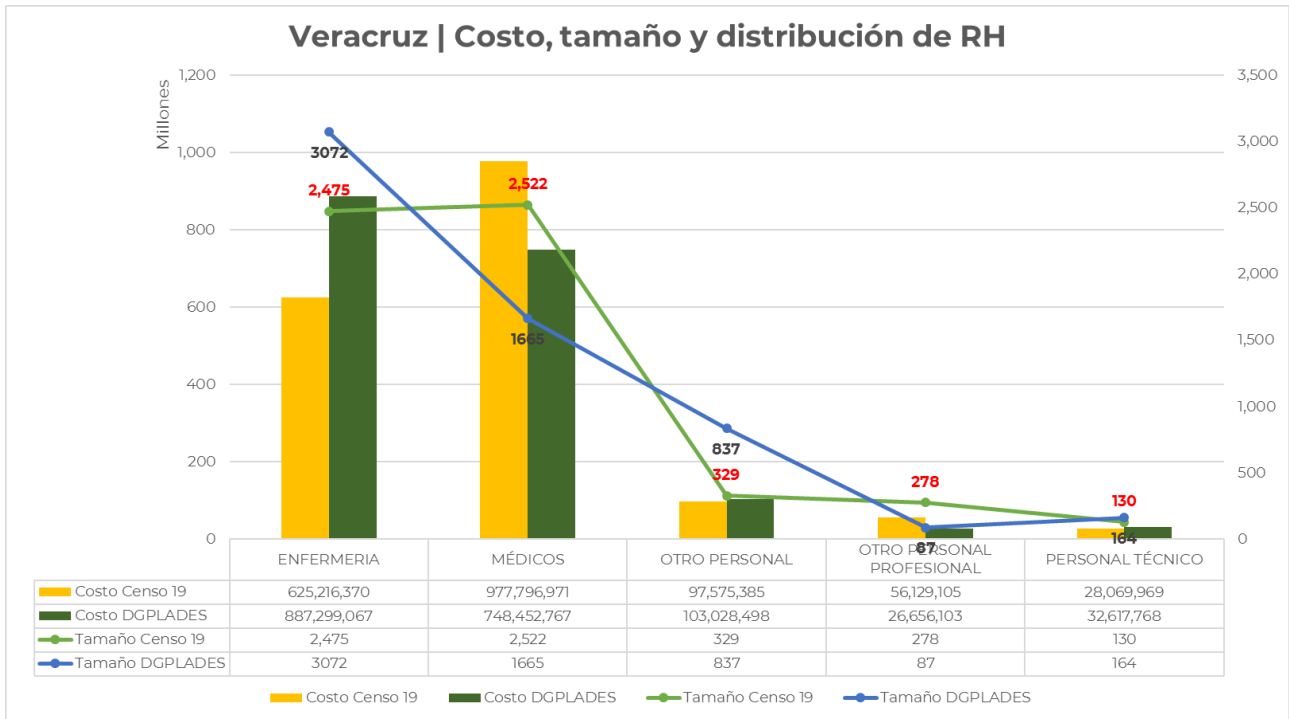
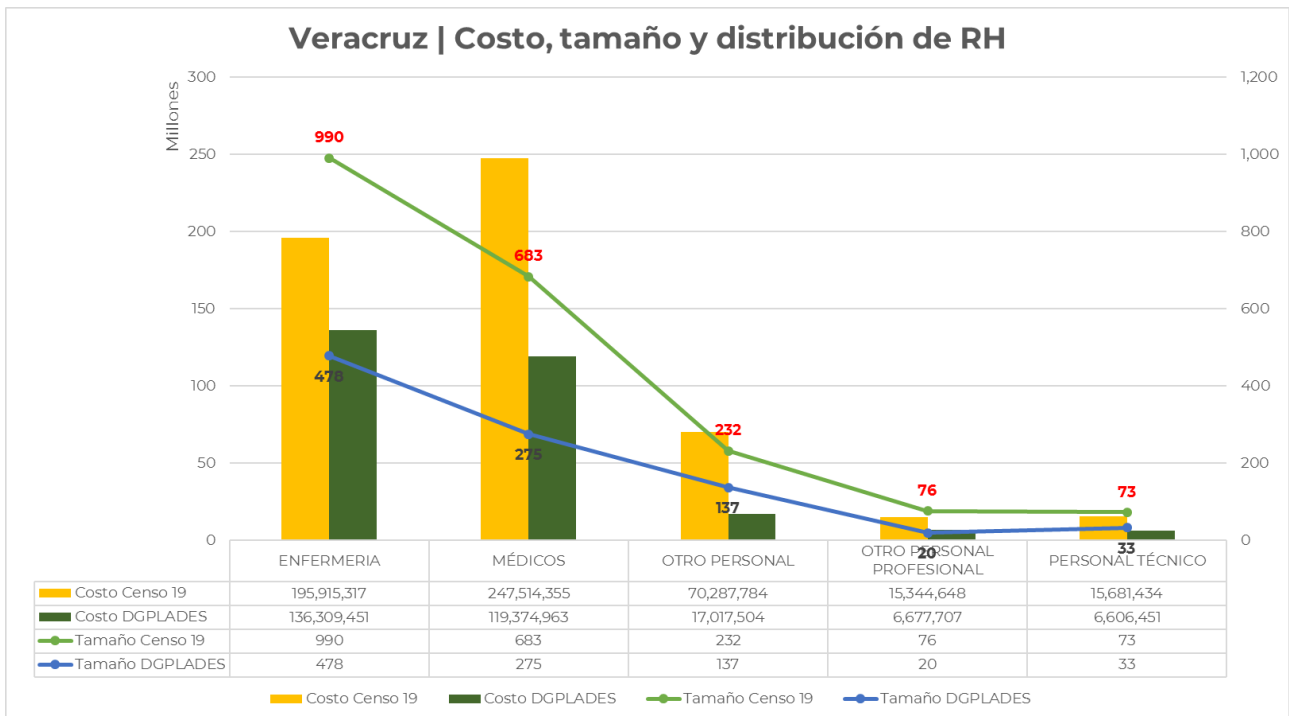


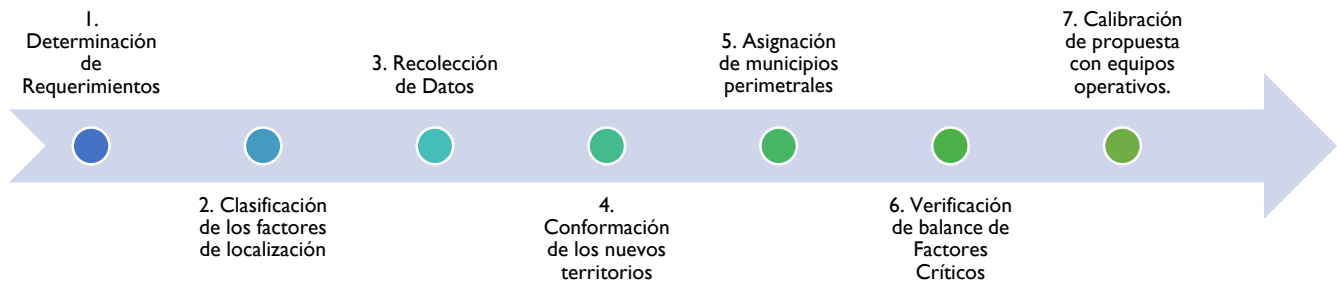
Figura 35. Resultados para el Estado de Yucatán



4.4 Regionalización funcional del territorio

De acuerdo con lo anterior, se presenta la metodología aplicada para el estado de Chiapas en el marco de los trabajos realizados por la Subsecretaría de Integración de Desarrollo del Sector Salud, realizados durante el mes de marzo de 2019, donde se visitaron unidades de primer y segundo nivel dentro de las 10 Jurisdicciones Sanitarias de la Entidad.

Figura 36. Metodología de Reestructuración territorial de Distritos de Salud



Fuente: Elaboración Propia

Dado que la explicación de cada etapa se realizó con anterioridad, en esta sección se presentan los resultados para cada etapa.

4ª Etapa: Conformación de los nuevos territorios espaciales para los Distritos de Salud

Uno de los objetivos de la reingeniería de la APS-I Mx, es la transformación de los mecanismos de planeación artesanal y heterogénea de operaciones que ha permeado en el Sistema de Salud, hacia una profesionalización basada en datos medibles que puedan ser adquiridos sistemáticamente y explotados con facilidad. En este sentido, la medición de la accesibilidad a los diferentes sistemas de salud ha sido un reto para la construcción de políticas públicas incluyentes.

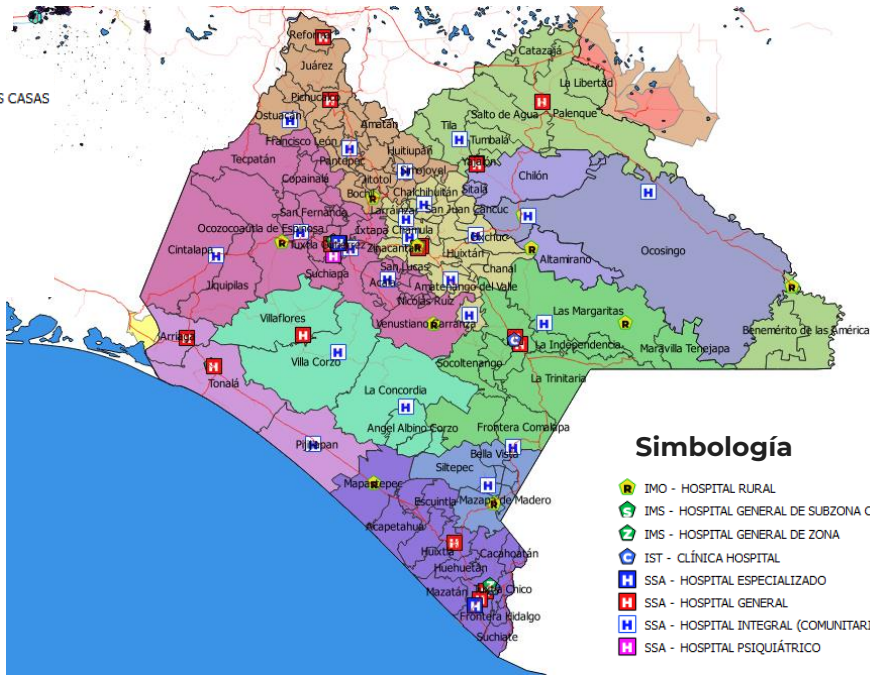
Esta etapa tiene como objetivo integrar toda la información mencionada en la segunda etapa, tanto la cuantitativa generada por los diferentes niveles de gobierno, como la cualitativa surgida de las condiciones locales y sistemas sociales a fin de integrarla en los nuevos territorios.

En la siguiente figura se presentan las jurisdicciones en su configuración actual tomando como ejemplo el caso del Estado de Chiapas.

Mapa 4. Jurisdicciones Sanitarias del Estado de Chiapas

Simbología

- 01 - TUXTLA GUTIERREZ
- 02 - SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS
- 03 - COMITÁN
- 04 - VILLAFLORES
- 05 - PICHUCALCO
- 06 - PALENQUE
- 07 - TAPACHULA
- 08 - TONALÁ
- 09 - OCOSINGO
- 10 - MOTOZINTLA



Simbología

- IMO - HOSPITAL RURAL
- IMS - HOSPITAL GENERAL DE SUBZONA CON MEDICINA FAMILIAR
- IMS - HOSPITAL GENERAL DE ZONA
- IST - CLÍNICA HOSPITAL
- SSA - HOSPITAL ESPECIALIZADO
- SSA - HOSPITAL GENERAL
- SSA - HOSPITAL INTEGRAL (COMUNITARIO)
- SSA - HOSPITAL PSIQUIÁTRICO

Fuente: Elaboración Propia con QGIS 3.

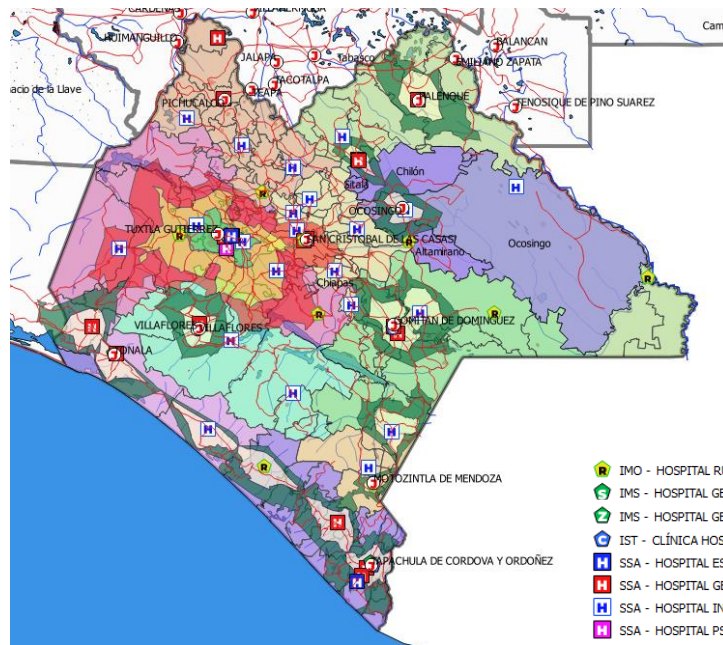
Posteriormente se trazaron los sistemas urbano rurales y los subsistemas urbano rurales existentes en la Entidad.

Mapa 5. Sistemas Urbano Rurales en el Estado de Chiapas

Simbología

- 01 - TUXTLA GUTIERREZ
- 02 - SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS
- 03 - COMITÁN
- 04 - VILLAFLORES
- 05 - PICHUCALCO
- 06 - PALENQUE
- 07 - TAPACHULA
- 08 - TONALÁ
- 09 - OCOSINGO
- 10 - MOTOZINTLA

- 07 SUR**
- 30
 - 60
 - 90



- IMO - HOSPITAL RURAL
- IMS - HOSPITAL GENERAL DE SUBZONA CON MEDICINA FAMILIAR
- IMS - HOSPITAL GENERAL DE ZONA
- IST - CLÍNICA HOSPITAL
- SSA - HOSPITAL ESPECIALIZADO
- SSA - HOSPITAL GENERAL
- SSA - HOSPITAL INTEGRAL (COMUNITARIO)
- SSA - HOSPITAL PSIQUIÁTRICO

Fuente: Elaboración Propia con QGIS 3.

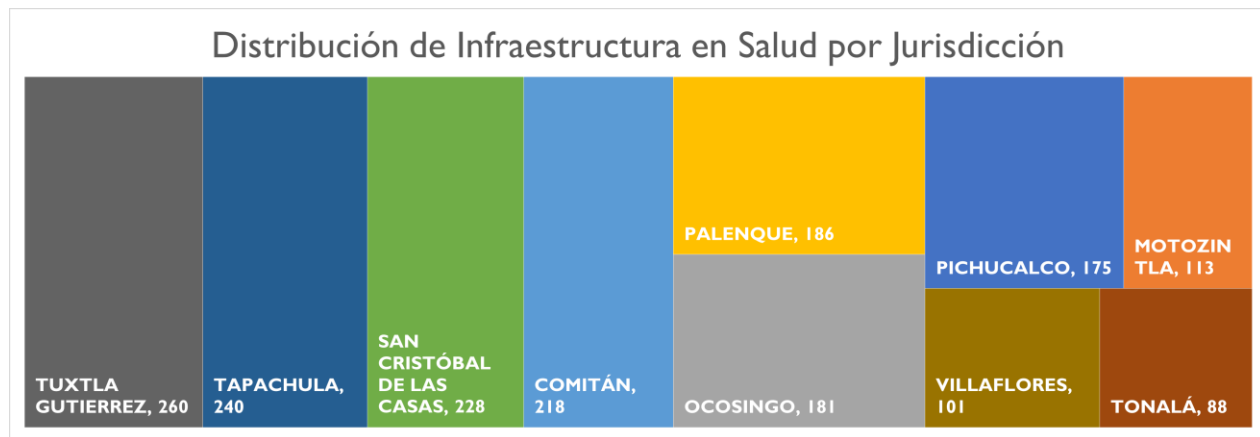
Se observa que el Sistema Urbano Rural de Tuxtla Gutiérrez cubre la mayor parte de la región centro del estado, donde se ubica un total de 1,363,403 habitantes.

Asimismo, se revisó la distribución de infraestructura en salud existente en las jurisdicciones ubicando el número de unidades de salud que corresponden a cada una.

TABLA 12. Distribución de la infraestructura de Consulta Externa y Hospitalización

TIPO ESTABLECIMIENTO INSTITUCIÓN	COMITÁN	MOTOZINTLA	OCOSINGO	PALENQUE	PICHUCALCO	SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS	TAPACHULA	TONALÁ	TUXTLA GUTIERREZ	VILLAFLORES	Total general
DE CONSULTA EXTERNA	212	111	178	180	169	218	232	84	248	98	1730
IMSS	2			1	4	1	9	2	8	1	28
IMSS-BIENESTAR	88	52	48	62	50	70	106	20	77	32	605
ISSSTE	4	2	2	4	5		5	3	16	3	44
SSA	118	57	128	113	110	147	112	59	147	62	1,053
DE HOSPITALIZACIÓN	6	2	3	6	6	10	8	4	12	3	60
IMSS							2	1	1		4
IMSS-BIENESTAR	1	1	2	1	1	1	1		2		10
ISSSTE	1					1	1		1		4
SSA	4	1	1	5	5	8	4	3	8	3	42
Total general	218	113	181	186	175	228	240	88	260	101	1,790

Figura 37. Distribución de Infraestructura en el Estado de Chiapas



Se observa desde el criterio de Infraestructura en Salud, que existe un desbalance en el número de unidades por jurisdicción, donde hay jurisdicciones con un reducido número de establecimientos de salud, lo que permite observar un primer factor para reestructurar la organización de los Distritos de Salud, integrando tres jurisdicciones a otros Distritos.

Las matrices de tiempos y distancias nos permiten obtener mediciones asociados a cada ruta entre múltiples lugares y son utilizadas con sistemáticamente por empresas de logística, distribución y cadena de suministro, que intentan encontrar la ruta más óptima, que les agregue mayor valor al costo más eficiente. Cuando revisamos la ubicación física de las unidades de salud, mediante una matriz de

relación, se observan relaciones importantes entre las jurisdicciones. Particularmente se observan importantes interacciones entre Villaflores y Tonalá, así como Motozintla y Tapachula.

TABLA 13 . Matriz de relación espacial entre jurisdicción

JURISDICCIÓN	DISTANCIA ENTRE JS (KM)									
	VILLAFLORES	TUXTLA GUTIÉRREZ	SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS	COMITÁN DE DOMÍNGUEZ	PICHUCALCO	PALENQUE	TAPACHULA	TONALÁ	OCOSINGO	MOTOZINTLA
VILLAFLORES	■	■								
TUXTLA GUTIÉRREZ	■	■	■					■		
SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS		■	■							
COMITÁN DE DOMÍNGUEZ				■						
PICHUCALCO					■					
PALENQUE						■				
TAPACHULA							■			■
TONALÁ	■	■						■		
OCOSINGO									■	
MOTOZINTLA							■			■

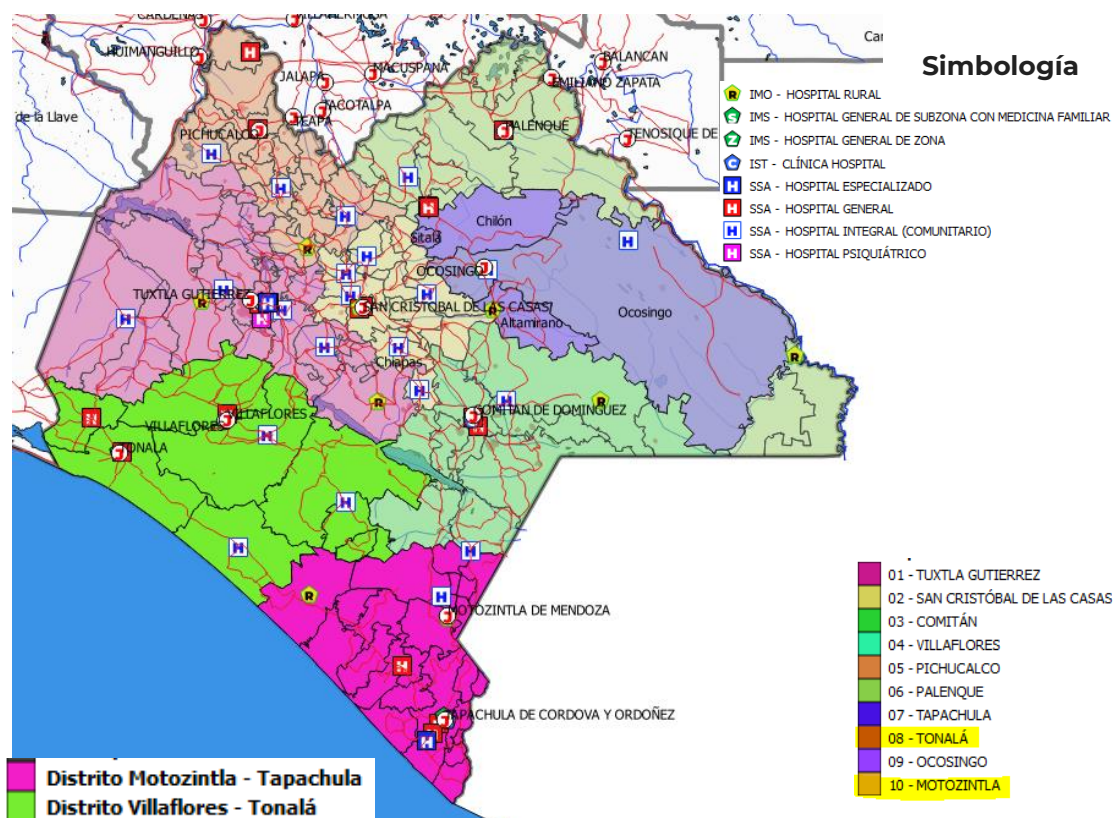
Esta situación geográfica se revisó con mayor detalle mediante los servicios de análisis espacial, que nos da como resultado la siguiente Matriz de tiempos y distancias. En esta se observa que surge la posibilidad de una posible fusión de las jurisdicciones de Villaflores con Tonalá, y de Motozintla con Tapachula.

Tabla 14. Matriz de tiempos y Distancias entre Jurisdicciones

JURISDICCIÓN	DISTANCIA ENTRE JS (KM)										TIEMPO ENTRE JS (MIN)									
	VILLAFLORES	TUXTLA GUTIÉRREZ	SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS	COMITÁN DE DOMÍNGUEZ	PICHUCALCO	PALENQUE	TAPACHULA	TONALÁ	OCOSINGO	MOTOZINTLA	VILLAFLORES	TUXTLA GUTIÉRREZ	SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS	COMITÁN DE DOMÍNGUEZ	PICHUCALCO	PALENQUE	TAPACHULA	TONALÁ	OCOSINGO	MOTOZINTLA
VILLAFLORES	■										■									
TUXTLA GUTIÉRREZ	105	■									98	■								
SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS	143	66.9	■								144	69	■							
COMITÁN DE DOMÍNGUEZ	217	153	88.9	■							263	167	109	■						
PICHUCALCO	282	288	173	263	■						305	275	305	376	■					
PALENQUE	353	277	212	218	177	■					409	336	273	313	173	■				
TAPACHULA	356	364	429	245	542	711	■				312	281	328	318	504	600	■			
TONALÁ	134	142	208	294	321	489	225	■			143	112	179	271	374	429	173	■		
OCOSINGO	236	160	95.8	99.4	254	119	342	302	■		278	205	141	152	298	146	458	312	■	
MOTOZINTLA	372	379	236	150	500	366	95	240	247	■	365	333	300	198	633	480	128	229	320	■

La nueva posibilidad de configuración con la fusión de las jurisdicciones en cuestión se presenta en la siguiente figura:

Mapa 6. Reestructuración de las Jurisdicciones hacia Nuevos Distritos de Salud en el Estado de Chiapas

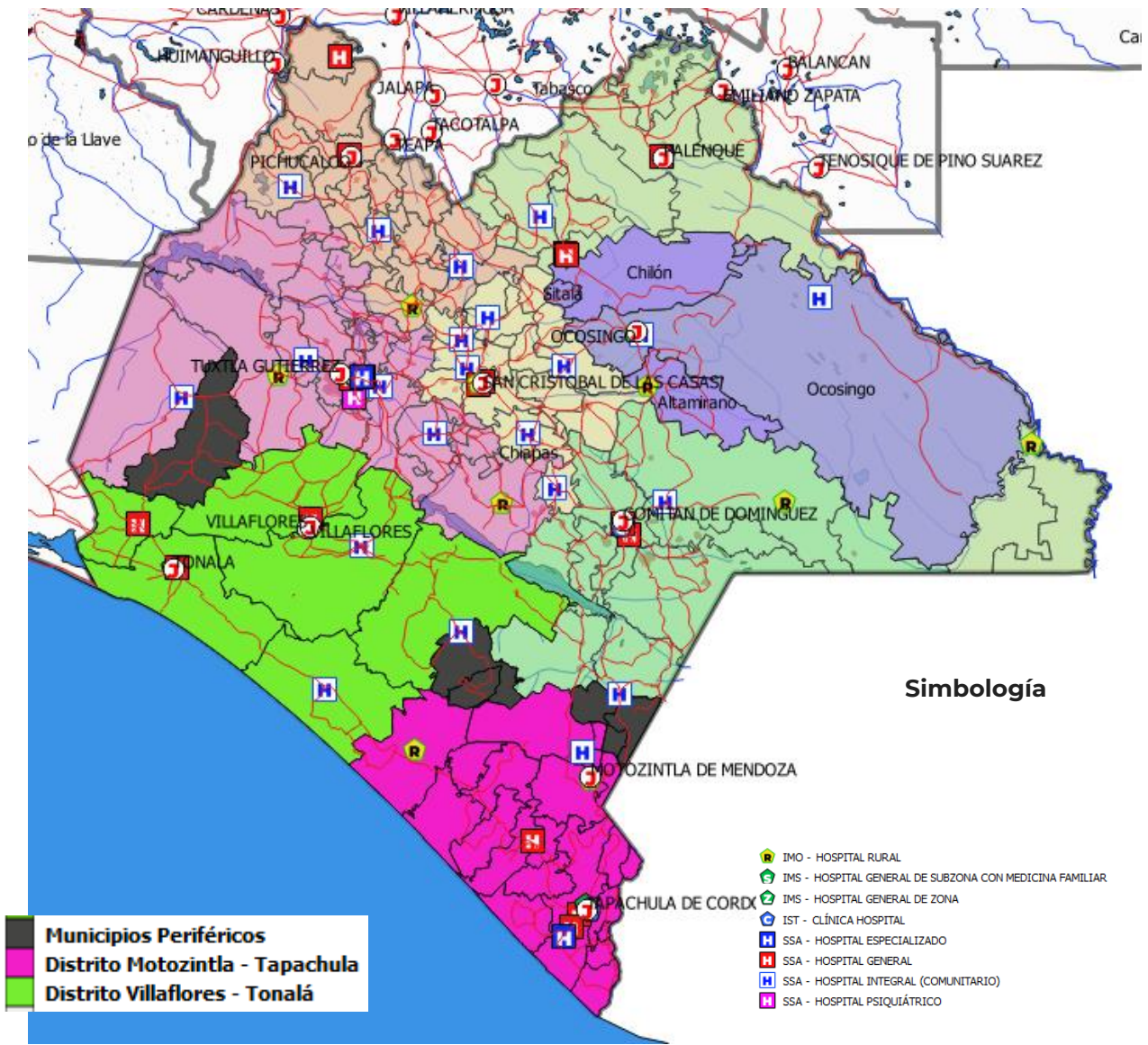


Fuente: Elaboración Propia

5ª Etapa: Delimitación de los municipios periféricos a las nuevas configuraciones de Distritos de Salud

Dado que la operación de los Distritos de Salud debe buscar minimizar los costos de inventarios, logística, operación y transportación, en esta etapa deberá integrarse la información de los agentes con amplia experiencia al interior de cada territorio, para determinar la configuración idónea que integre a los municipios que, por su localización, pueden ser incorporados a más de dos distritos.

Mapa 7. Nuevos Distritos de Salud en el Estado de Chiapas con los municipios periféricos que pueden ser incorporados a más de dos distritos.



Fuente: Elaboración Propia

6ª Etapa: Verificación de balance de factores críticos.

Mediante esta propuesta se observa un balance en el número de unidades que son operadas y coordinadas por cada distrito de salud, con lo que se considera verificado esta distribución

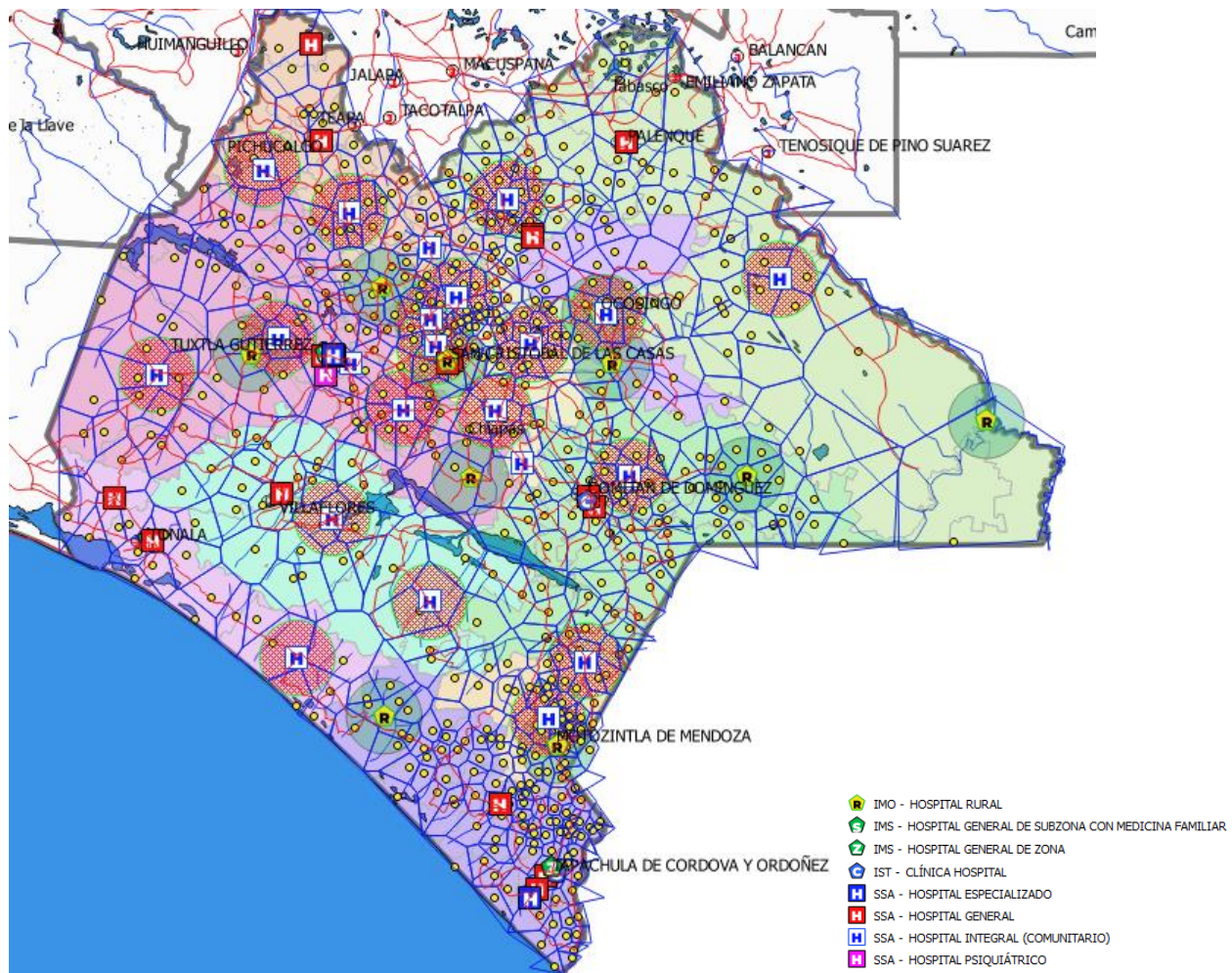
7ª Etapa: Calibración de la propuesta bajo criterios de operatividad.

Esta etapa se deja planteada haciendo a aclaración que se requiere un taller participativo estructurado de tal manera que se puedan recabar las opiniones y conocimientos del personal operativo de cada jurisdicción. La realización de este taller queda mas allá de los alcances de este trabajo.

Con esta aplicación de la regionalización funcional del territorio se puede dar paso a una nueva metodología de medición de accesibilidad a servicios de atención médica. Este concepto y enfoque de accesibilidad, utiliza la ubicación geográfica del establecimiento de atención médica en relación con las necesidades de la población. La accesibilidad geográfica a menudo se determina usando algunos factores espaciales relacionados, como la distancia, el transporte, el tiempo de viaje y el costo.

Una herramienta para medir esta accesibilidad geográfica, es decir para medir la cercanía entre la población y los servicios de atención médica está representada por el centroide del polígono de Voronoi, que permiten ver una primera versión de área de servicio de cada establecimiento de salud, ya sea de primer, segundo o tercer nivel, definida por la distancia más cercana desde la localidad hasta dicho establecimiento.

Mapa 8. Regionalización operativa (Polígonos) para cobertura de servicios de Hospitalización en Hospitales Rurales del IMSS-Bienestar y Hospitales Comunitarios de la SSA.



Fuente: Elaboración Propia con QGIS 3.

Estos polígonos representan una herramienta potente para planear nuevas unidades donde las áreas se extiendan más allá de los criterios establecidos a nivel nacional para brindar acceso a atención médica.

4.5 Extensión de Cobertura en Localidades

En esta sección se presentan los resultados del análisis espacial presentado en el capítulo anterior, removiendo del universo de localidades en México, las que cuentan con cobertura, las que se encuentran en los diferentes escenarios y las que están cubiertas por el programa de Unidades médicas móviles como se detalla a continuación.

Una vez realizado todo el procesamiento de los datos, se pudo obtener una primera reducción del universo de localidades desde más de 300 mil, a solo 68 mil, sin embargo, no todo este conjunto de localidades quedó excluido las áreas de cobertura de los diferentes escenarios, ni o representaban localidades con baja dispersión geográfica, por lo que al aplicar el filtro de las localidades que cumplen con la cobertura del programa FAM, se redujeron a los conjuntos siguientes:

TABLA 15. Conjuntos de localidades de acuerdo a procesamiento de datos

ESCENARIO	C1. Sin Cobertura Efectiva	C2. Sin SS por ubicación y dispersión	Sin cobertura FAM
15 km	68,607	5,336	4,921
10 km	68,607	11,683	9,904
5 km	68,607	29,940	24,840

Una vez reducido este conjunto de localidades, se ordenaron de acuerdo con los criterios del programa FAM, correspondientes a Población, marginación, Índice de desarrollo humano, municipios de la cruzada contra el hambre y municipios indígenas.

Tabla 16. Conjunto de localidades para los escenarios

ESCENARIO	Población < 2500	C3. Marginación	C4. IDH	C5. Municipio CNCH	C6. Municipio Indígena
15 km	4,921	844	403	1,646	351
10 km	9,904	2,471	1,665	3,740	1,162
5 km	24,840	8,660	6,763	11,231	4,588

Fuentes de Datos:

- INEGI.-Catálogo de Localidades 2019
- SEDATU . Regionalización funcional de México
- CONAPO. Índice de Marginación por Localidad 2010. Base de Datos.
- CONAPO. Índice de Desarrollo Humano 2000. Base de Datos.
- DECRETO por el que se establece el Sistema Nacional para la Cruzada contra el Hambre.
- CDI. Catálogo de Municipios Indígenas 2010. Base datos
- FAM. Base de localidades 2019
- CLUES. Catálogo de Establecimientos (Febrero 2019)

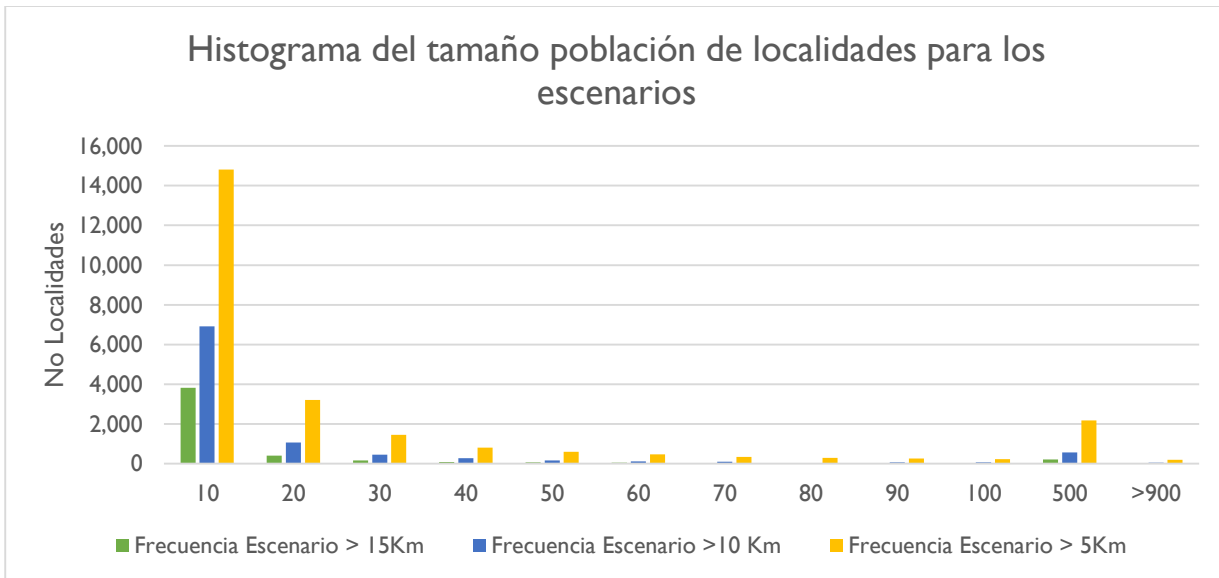
Cuando observamos la composición de estos escenarios en términos de tamaño poblacional de la localidad, es notable que la mayor cantidad de localidades tienen menos de 10 habitantes.

Tabla 17. Resultado de los Escenarios

Tamaño de Población	Frecuencia Escenario > 15Km	Población (>15km)	Frecuencia Escenario >10 Km	Población (>10km)	Frecuencia Escenario > 5Km	Población (>5km)
10	3,819	13,394	6,922	26,555	14,819	61,793
20	405	5,825	1,065	15,451	3,209	46,506
30	159	3,937	453	11,238	1,445	36,202
40	77	2,740	267	9,371	804	28,345
50	63	2,871	166	7,544	590	26,809
60	44	2,423	121	6,655	472	26,041
70	38	2,469	95	6,184	337	21,977
80	27	2,037	69	5,153	298	22,300
90	29	2,487	73	6,253	252	21,511
100	25	2,396	63	6,023	232	22,124
500	217	44,224	569	115,710	2,183	456,132
>900	18	14,179	41	33,504	199	149,305
	4,921	98,982	9,904	249,641	24,840	919,045

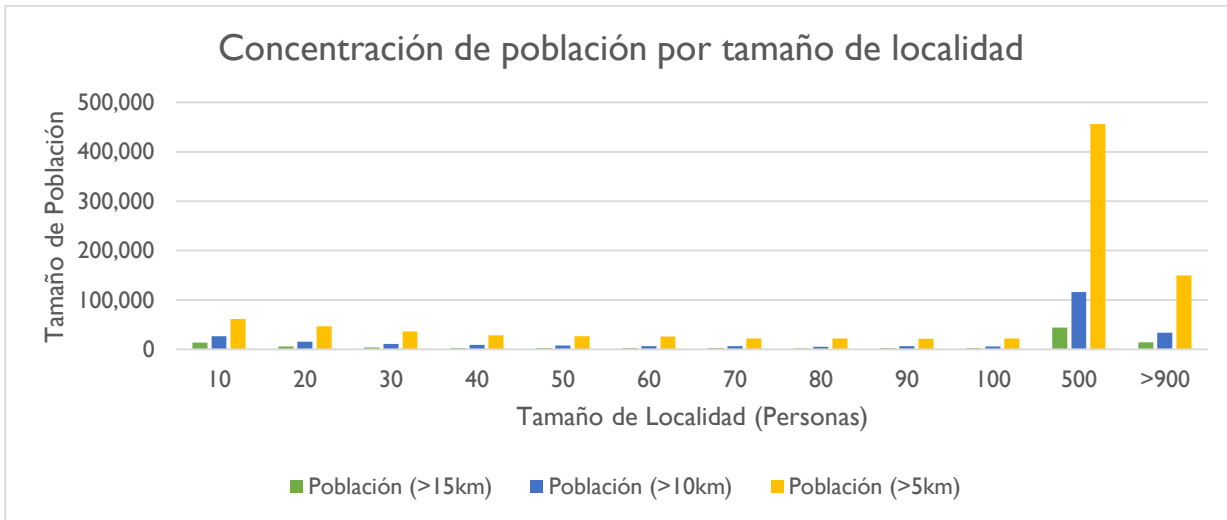
Cuando observamos la distribución de poblaciones para cada uno de los escenarios tomando en consideración el tamaño de la población podemos observar que para todos los escenarios el mayor número de localidades cuenta con menos de 10 habitantes. Es notable que para el escenario de cobertura a 5 km, el número de localidades alcanza las 14'000, lo que deriva en una incosteabilidad para la provisión de servicios de salud mediante la construcción de unidades fijas.

Figura 38. Histograma de distribución de poblaciones por localidad para los tres escenarios



Fuente: Elaboración propia

Figura 39. Histograma de población por tamaño de localidad para los tres escenarios



Fuente: Elaboración propia

De esta forma, se observa que el resultado del escenario de cobertura de 15 km alrededor de cada unidad de salud, existen zonas sin cobertura en la región norte del país, así como en algunas zonas de Michoacán, Guerrero y la zona de la península de Yucatán.

Mapa 10. Localidades sin cobertura en escenario 15km.



Fuente: Elaboración propia con QGIS 3.

En el siguiente mapa se observa que cuando se toma el criterio de cobertura de 10 km alrededor de las unidades de salud, se incrementan las zonas sin cobertura en muchos estados del país, creciendo la concentración de localidades en la región norte del país y extendiéndose hasta la zona del bajío, de igual manera se incrementan las localidades a lo largo de los Estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas y la zona de la península de Yucatán.

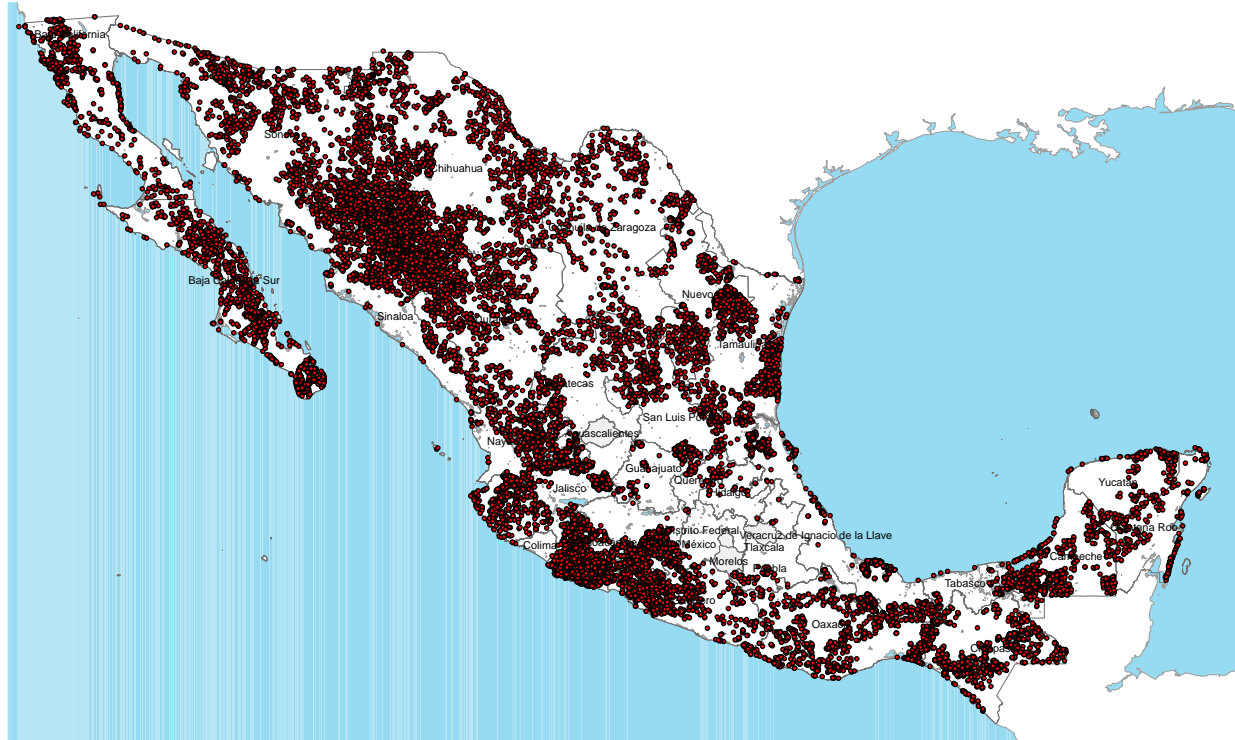
Mapa 11. Localidades sin cobertura en escenario 10 km.



Fuente: Elaboración propia con QGIS 3.

Para el último escenario donde se consideran solo las localidades que se encuentran en el radio de 5 km de distancia lineal desde los establecimientos de salud, se presenta las distribución de localidades a lo largo del país de acuerdo con el siguiente mapa.

Mapa 12. Localidades sin cobertura en escenario 5 km.



Fuente: Elaboración propia con QGIS 3.

En este mapa se observa que cuando se toma el criterio de cobertura de 5 km, las más de 14 mil localidades señaladas en los histogramas se distribuyen en casi todo el territorio nacional, con menor proporción en la zona del bajo.

Estos escenarios nos permiten apreciar la reducida factibilidad para proporcionar cobertura de servicios de salud mediante la inversión en infraestructura fija como la representada por centros de salud de I núcleo rural. Con base en lo anterior se considera prioritario explorar nuevos mecanismos que permitan ampliar la cobertura sin incrementar los gastos de operación al nivel de inversiones requerido por acciones de obra. En su lugar, se considera viable la exploración de alternativas como la planteada por el modelo la sección 4.2 donde se fortalezcan las rutas (arcos) entre los diferentes establecimientos (nodos) de la red.

CONCLUSIONES

Los Sistemas de Salud tienen como principal objetivo mantener la salud de la población, mediante cuatro funciones básicas: la prestación de servicio, el financiamiento de dichos servicios, la generación de recursos para la salud y la rectoría del sistema. En México existen actualmente múltiples subsistemas para esas cuatro funciones desarticuladas en prestadores de servicios como son la SSA, IMSS, IMSS Bienestar, ISSSTE, SEDENA, SEMAR, Cruz Roja, Servicios Médicos Estatales, Servicios Médicos Municipales y Servicios Médicos Privados.

En el presente trabajo se utilizó la Teoría General de Sistemas para proporcionar un mejor entendimiento de los componentes e interacciones que ocurren al interior del Sistema Nacional de Salud. Asimismo, mediante la aplicación de las herramientas de IdeO junto con el enfoque de Redes Integradas de Servicios de Salud, se logró redimensionar el papel que desempeña la infraestructura física en salud existente a lo largo de diferentes niveles de atención y complejidad de las redes de atención existentes en el SNS.

Respondiendo a la pregunta de investigación formulada ¿En qué medida se puede impulsar la articulación del sistema de Salud, usando las herramientas de investigación de operaciones para fortalecer los mecanismos gestión de recursos para la salud sobre el territorio, así como la estimación de necesidades bajo una visión sistémica?, podemos comentar que este trabajo presentó una propuesta de articulación del sistema de salud basado en las herramientas de la investigación de operaciones donde se desarrollan redes de servicios de salud. De lo cual podemos concluir que las herramientas de IdeO dan un marco técnico y profesional a la gestión de recursos en salud al fortalecer el funcionamiento en red y sus múltiples interconexiones, permitiendo mejorar las capacidades del Sistema completo. Es decir, integran y fortalecen las interrelaciones a lo largo de toda la red, donde se materializan las cuatro funciones mencionadas; donde convergen los esfuerzos sus elementos, alineados y asumidos como los puntos de acceso y cobertura para dar atención a las demandas de salud de la población.

A continuación, se presentan las conclusiones para cada sección en el entendido de que este trabajo se orientó primeramente para la secretaría de salud por ser cabeza de sector y porque en ella recaen las funciones de rectoría antes mencionadas, y que su estudio más profundo permitirá generar un modelo más completo y preciso de las relaciones existentes entre los diversos temas y actores, mismos que se pueden desagregar de forma iterativa en procesos recurrentes de planeación, gestión y operación de servicios de salud, todos conducidos bajo un enfoque de redes.

Ante la pregunta planteada: ¿Qué mecanismo puede utilizarse para integrar la planeación de recursos para la salud considerando las diferencias en infraestructura, que permita dimensionar las necesidades de personal de salud que pueda atender la demanda de la población en el primer nivel de atención? la **simulación** del centro de salud nos permitió observar que estos están

operando a un nivel inferior a su capacidad máxima. El promedio de consultas de 2,025 personas al año, registrado en 2019 muestra una tendencia descendente de la capacidad máxima de 5,000 pacientes al año. Los resultados de la simulación también permiten identificar que aun con esta baja tasa de consultas, se está teniendo un alto porcentaje de utilización de los recursos humanos dentro del centro de salud, confirmando que los tiempos que requiere el registro médico en los sistemas de información es una tarea altamente demandante de recursos, misma que se debe resolver a fin de mejorar la atención médica a las personas. En este sentido, se resalta el valor y la potencia que entrega el modelo de simulación, ya que añade la posibilidad de modificar las variables de estado para analizar de manera sencilla un conjunto de escenarios posibles programados dentro del modelo, según el abordaje y nivel de abstracción al que se elija llegar. Sumado a esto, desde la visión sistémica, este primer nivel de atención tiene amplio margen de mejora para resolver las necesidades de salud de la población y disminuir el flujo de pacientes hacia otros elementos de la RISS, permitiendo así un funcionamiento más balanceado de cada red.

Asimismo, se reconoce que un modelo es siempre perfectible y abierto a realizar mejoras futuras en función de los datos, del costo del modelo y de los recursos disponibles. Asimismo, se identifica como desventaja importante, que la generación de un modelo de simulación puede ser un proceso lento, que exige amplias herramientas técnicas tanto de IdeO como del Sistema de Salud a fin de lograr un análisis con alto valor agregado.

En lo relacionado a la pregunta de investigación planteada: ¿Se pueden modelar las redes de servicios de salud a lo largo de la infraestructura física (centro de salud rural – centro de salud con servicios ampliados - hospital comunitario- hospital general – hospital de especialidades – hospital regional de alta especialidad – instituto nacional) existente en el país mediante grafos, como base de planes de desarrollo de infraestructura en red que optimicen los recursos disponibles?, se responde afirmativamente retomando lo establecido en la **teoría de redes** para las RISS; antes de pensar en alcanzar un sistema de salud donde todas las instituciones de servicios de salud públicos operen de manera organizada, se deben sentar desde la rectoría, las bases organizacionales y las reglas mediante las cuales se establecerán los flujos de información, de recursos, de personas y de servicios entre las unidades, las instituciones, los niveles de atención, los territorios, los profesionales de la salud y los recursos existentes (financieros, materiales, medicamentos, transporte, referencia, promoción, prevención etc).

Si tomamos como base la infraestructura en salud, cada institución pública de salud cuenta con un número de unidades mediante las cuales proporciona servicios para la salud. Estas unidades fueron construidas con base en criterios poblacionales, epidemiólogos, demográficos a fin de acercar la salud a la población, sin embargo, desde la perspectiva sectorial, al pertenecer a instituciones diferentes que nacieron para diferentes objetivos, cada una con una misión, una normatividad y un presupuesto individuales, se han desarrollado y mantenido aisladas la una de la otra. Si bien cada institución tiene la misión de cumplir con lo establecido en la constitución

mexicana de dar salud a los mexicanos, en sus procesos nunca se establecieron mecanismos de participación conjunta. En este tenor, los diagramas iniciales generados en los talleres participativos con todas las instituciones del sector salud, donde se modelaron las referencias de pacientes entre unidades lograron modelarse como grafos de cada una de las RISS sobre el territorio, sentando las bases de la colaboración e integración sectorial.

De acuerdo con lo comentado en la sección referente a los planes de Desarrollo de Infraestructura con visión de red, el presente trabajo alcanzó en esta primera fase del enfoque de RISS, un modelo de las relaciones entre los establecimientos de salud a lo largo del continuo de la atención entre los distintos niveles de complejidad en la red que existe hoy en día en el sector salud. Dicho de otra manera, se logró articular en cada red todo el conjunto de tipologías de consulta externa existente en el territorio, hasta incluir los Hospitales Rurales o Hospitales Básicos Comunitarios, con lo cual también se articuló la red de atención hospitalaria, que comprende Hospitales Generales, Materno Infantiles, Ginecobstetricias, Pediátricos, Salud Mental (incluyendo Psiquiátricos) y de Alta Especialidad Estatal.

De esta forma, las herramientas de IdeO tales como las redes demostraron la capacidad para modelar el comportamiento, actores y relaciones del sistema, así como su potencial para mejorar las capacidades de planeación, ejecución, gestión y organización del sistema de salud. Esta representación se reconoce como la piedra angular que deberá soportar el sistema de mayor nivel de complejidad.

Respecto al tema de **recursos humanos** se encontró que la mayoría de las entidades cuenta con personal suficiente para la correcta operación de los servicios de salud de acuerdo con los modelos establecidos por la Secretaría de Salud. Adicionalmente este análisis, determinó que la distribución de recursos que existe al día de hoy, permite estrategias de optimización y marca la pauta para reflexionar sobre las múltiples variables que influyen en la proyección de brechas entre las necesidades y los recursos. Esto es no solo en términos de personal, sino que puede proyectar la oferta existente para los próximos años, dando el marco metodológico para planear mecanismos que permitan afrontar de mejor manera dichas diferencias.

Los resultados del trabajo realizado a este tema, permiten remarcar la importancia de la visión sistémica que incluya planes de desarrollo de recurso humanos dentro de los establecimientos de la red, ya que el diseño inicial de las unidades se ve afectado a lo largo de los años de operación por múltiples factores que se expusieron en dicha sección, como son las restricciones en partidas de mantenimiento, el deterioro del mobiliario, el fin de la vida útil de los equipos, la normativa para la organización y funcionamiento de los establecimientos de atención a la salud, la rotación de personal entre las diferentes unidades de la secretaría entre muchos otros.

Asimismo, se considera importante y factible realizar el análisis de la información del resto de las Entidades del país, tarea que se deja para un futuro cuando la DGCES realice dichos censos y libere la información a la opinión pública.

La metodología de **regionalización funcional del territorio** representa la propuesta de alto impacto y valor para la operación de las entidades administrativas que dan soporte a los establecimientos de salud dispersos en el territorio donde se concentran tanto los programas de salud, como la distribución de recursos hacia las unidades. Una eficaz organización de estos nuevos territorios es fundamental para mejorar el funcionamiento completo de las jurisdicciones o distritos de salud, ya que en estos territorios se despliegan las labores y concentran la información generada por la capa operativa del sistema de salud. Por lo tanto, la aportación de esta metodología permitió incorporar todos los avances y evoluciones poblacionales, de infraestructura carretera, comunicaciones, educación y manejo de riesgos para la salud e inclusive llevar la planeación y desarrollo de infraestructura en salud mucho más allá, determinando, en detalle, el número, la capacidad, los diseños de las áreas, de servicios especializados basándose en su distribución geográfica dentro de un área definida.

El análisis realizado para la **extensión de cobertura** pone en relieve el enorme reto para la colocación de recursos y la optimización de la inversión de salud que representa enfrentarse a una dispersión de localidades con población menor a 10 personas.

De la literatura de localización y redes, observamos que el costo de construcción y operación de unidades fijas es muy alto en comparación con la generación de aristas desde dichas comunidades hacia las unidades hospitalarias. Es decir, en lugar de gastar 8 MDP en la construcción y operación de un centro de salud aislado, donde el personal médico difícilmente quiera trabajar, se debe invertir un monto mucho menor en generar rutas de transporte que permitan acercar a la población a las unidades médicas más resolutivas.

Es esta reflexión sobre la imposibilidad de construir y operar unidades fijas a lo largo del país hasta alcanzar la cobertura del 100 % del territorio, la que nos permite apreciar que no es un tema de salud, sino más bien de acceso e infraestructura de comunicaciones y transportes. Esta aseveración implica que deban realizarse nuevas propuestas que logren llevar salud a estas comunidades de baja población y alta dispersión de una manera costo efectiva y operable.

En virtud de lo expuesto a lo largo de este trabajo, se mostró que la IdeO proporciona un conjunto de herramientas útiles para el análisis de problemas con alta complejidad, como los presentes en el campo de las Ciencias de la Salud y sus cuatro funciones básicas de los sistemas de salud, permitiendo explorar los efectos de distintas políticas y proporcionando medios para la toma de decisiones de política pública.

Así, es posible resaltar la función tan importante que las ciencias de la computación adquieren como instrumento fundamental para lograr: tanto el análisis sistémico, como la síntesis de sus elementos, que nos permiten diseccionar los diferentes estados que se presentan en el sistema de salud. Lo anterior implica que, en medida que evolucionan las diferentes herramientas que derivan de esta ciencia y van ganando mayor sofisticación, nos dan acceso a un panorama prometedor en la transferencia de capacidades de procesamiento, análisis, gestión, organización, ordenamiento y explotación por mencionar algunas, de la información que se transmite a lo largo de los elementos y relaciones permanentes y temporales que tienen lugar durante el funcionamiento de este Sistema Complejo de Salud.

De manera prospectiva se puede señalar que además de alcanzar los objetivos planteados para esta tesis, sobre el uso de herramientas de IdeO para la toma de decisiones, se reconoce la necesidad de implementar y monitorear estas mejoras en el mediano plazo, al incorporar estos avances a lo largo de los diferentes instrumentos de política pública desarrollados para la función de rectoría del sector salud. La aplicación de estas herramientas en el Sistema de Salud, es y será una contribución más para construir un mejor sistema de salud para las personas de esta nación.

Con base en lo anterior, se concluye finalmente que el presente trabajo logró responder a la necesidad de integrar, en un solo cauce, diversas actividades dirigidas a garantizar una adecuada atención de la salud, abonando para concebir la salud como un sistema complejo que debe ser estudiado con herramientas de investigación de operaciones adecuadas. De tal forma que se pueda integrar sucesivamente a esta visión no solo los médicos y enfermeras, sino a todos los diversos perfiles que participan, entre otros, personal directivo, trabajadores administrativos, paramédicos, personal de laboratorio, gabinete y otros servicios de apoyo, y médicos y enfermeras con muy diversas especialidades, incluyendo a especialistas en medicinas alternativas o complementarias reconocidas por la autoridad sanitaria.

Posibles líneas de desarrollo futuro

Una propuesta de futuras líneas de desarrollo del presente trabajo será implementar el modelo de localización propuesto en la sección “Generación de Planes de desarrollo de infraestructura con enfoque de red” de la página 84, donde se integren las dimensiones de mayor complejidad de los recursos para la salud, como es el sistema de información, la comunicación, la toma de decisiones, la delimitación de roles y responsabilidades, los procesos de capacitación, la priorización de inversiones, el fortalecimiento de la cartera de servicios, y el sistema de manejo de recursos humanos por mencionar algunos.

REFERENCIAS

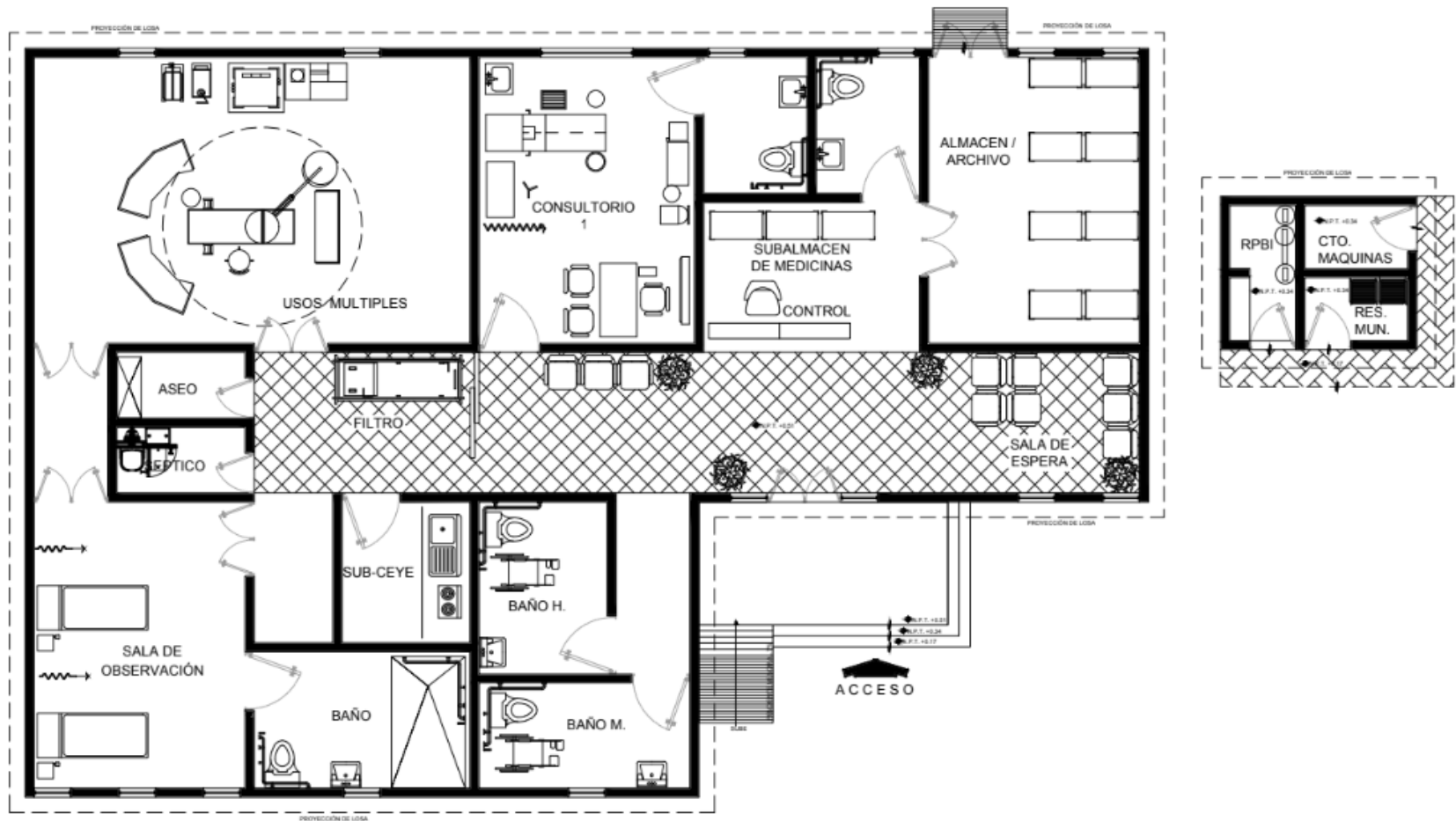
- Abbass, H. A. (Ed.). (2001). Heuristic and optimization for knowledge discovery. IGI Global.
- Ahmadi-Javid, A., Seyedi, P., & Syam, S. S. (2017). A survey of healthcare facility location. *Computers & Operations Research*, 79, 223-263.
- Amador Leal, A., & Vergara Santillán, D. (2016). Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (2015), Regionalización Funcional de México, Metodología, SEDATU, Ciudad de México.
- Anderson, R. A., & McDaniel Jr, R. R. (2000). Managing health care organizations: where professionalism meets complexity science. *Health care management review*, 25(1), 83-92.
- Ansah, J. P., Koh, V., Bayer, S., Harper, P., & Matchar, D. (2018). Healthcare human resource planning. In *Operations Research Applications in Health Care Management* (pp. 515-541). Springer, Cham.
- Azcárate, C., Eraso, M. L., & Gáfaró, A. (2006, December). La investigación operativa en las Ciencias de la Salud: ¿reconocemos estas técnicas en la literatura actual?. In *Anales del Sistema Sanitario de Navarra* (Vol. 29, No. 3, pp. 387-397). Gobierno de Navarra. Departamento de Salud.
- Balci, O. (1994). Validation, verification, and testing techniques throughout the life cycle of a simulation study. *Annals of operations research*, 53(1), 121-173.
- Baldwin, L. P., Eldabi, T. & Paul, R., J. (2005) Business process design: flexible modelling with multiple levels of detail. *Business Process Management Journal*, 11, 22-36.
- Ball, M. O., Magnanti, T. L., Monma, C. L., & Nemhauser, G. L. (Eds.). (1995). *Handbooks in Operations Research and Management Science: Network Models*. North-Holland.
- Banks, J. (Ed.). (1998). *Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications, and practice*. John Wiley & Sons.
- Borshchev, A. (2013). The big book of simulation modeling: multimethod modeling with AnyLogic 6 (p. 614). Chicago: AnyLogic North America.
- Borshchev, A., & Filippov, A. (2004, July). From system dynamics and discrete event to practical agent based modeling: reasons, techniques, tools. In *Proceedings of the 22nd international conference of the system dynamics society* (Vol. 22). System Dynamics Society Oxford.
- Cabrera-Becerril, A., Vargas-De-León, C., Hernández, S., Miramontes, P., & Peralta, R. (2017). Modeling the dynamics of chromosomal alteration progression in cervical cancer: A computational model. *PloS one*, 12(7), e0180882.
- Checkland, P. (1981). *Systems thinking, systems practice*.
- Cochran, J. K., & Bharti, A. (2006). Stochastic bed balancing of an obstetrics hospital. *Health care management science*, 9(1), 31-45.
- Contreras, I., & Fernández, E. (2012). General network design: A unified view of combined location and network design problems. *European Journal of Operational Research*, 219(3), 680-697.
- Daskin M.S., Dean L.K. (2005) Location of Health Care Facilities. In: Brandeau M.L., Sainfort F., Pierskalla W.P. (eds) *Operations Research and Health Care*. International Series in Operations Research & Management Science, vol 70. Springer, Boston, MA
- De la Mota, I. F., (2018), 50 Aniversario Investigación de Operaciones UNAM
- De Salud, L. G. (2011). *Diario Oficial de la Federación*. México: Editorial ISEF.
- De Salud. (2007) *Modelos de Unidades Médicas*. MIDAS. DGPLADES
- De Salud. (2008) *Modelos de Recursos para la Planeación de Unidades Médicas de la Secretaría de SALUD*. DGPLADES
- De Salud. (2006) *Modelos Integrador de Atención a la Salud* MIDAS. DGPLADES
- De Salud, L. G. (2016) *Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Protección Social en Salud*.
- De Salud, Reglamento Interior (2011). *Diario Oficial de la Federación*. México: Editorial ISEF.
- De Ville, B. (2006). Decision trees for business intelligence and data mining: Using
- Ettelt, S., Nolte, E., Thomson, S., & Mays, N. (2007). Capacity planning in health care: reviewing the international experience. *Euro Observer, The Health Policy Bulletin of the European Observatory on Health Systems and Policies*, 9(1).
- Forrester, J. W. (1970). Urban dynamics. *IMR; Industrial Management Review* (pre-1986), 11(3), 67.
- Fundación Friedrich Ebert (2011). *Nuevos enfoques de desarrollo para México & escenarios para 2020*
- Gallo, G. (2013). Conflict theory, complexity and systems approach. *Systems Research and Behavioral Science*, 30(2), 156-175.
- Ghazvini, A. & Shukur, Z. (2013). System dynamics in E-Health policy making and the "Glocal" concept, *Procedia Technology*, 11, 155-160.
- González Hernández P. (2017). *Diseño y simulación de un sistema de manufactura de bicicletas eléctricas plegables como apoyo a la implementación física / tesis que para obtener el grado de Maestría en Ingeniería de Sistemas*.
- Gordillo, G., & Méndez, O. (2013). Seguridad y soberanía alimentarias (documento base para discusión). FAO. <http://semillas.org.co/es/novedades/el-mayor-estudio-realizado-sobrecultivos-modificados-gen-recuperado>, 27.
- Grigoryev, I. (2012). AnyLogic 6 in three days: a quick course in simulation modeling (pp. 130-177). Anylogic North America.
- Grigoryev, I. (2015). AnyLogic 7 in three days. A quick course in simulation modeling, 2.
- Guerrero, G (2016). *Técnicas Heurísticas Participativas para la Planeación*. Plaza y Valdes Editores
- Gu, W., Wang, X., & McGregor, S. E. (2010). Optimization of preventive health care facility locations. *International journal of health geographics*, 9(1), 17.
- Haider, M. (2015). *Getting Started with Data Science: Making Sense of Data with Analytics*. IBM Press.

- Hall, R. W. (2006). Patient Flow: Reducing Delay in Healthcare Delivery, Vol. 91. International Series in Operation Research and Management Science.
- Helbing, D., & Baliotti, S. (2011). From social data mining to forecasting socio-economic crises. *The European Physical Journal Special Topics*, 195(1), 3.
- Helbing, D., & Baliotti, S. (2011, May). How to do agent-based simulations in the future: from modeling social mechanisms to emergent phenomena and interactive systems design, Santa Fe Institute, 1-55. Maria-Ona Bertran, Thomas Bisgaard and Rebecca Frauzem. In 12th International Symposium on Process Systems Engineering and 25th European Symposium on Computer Aided Process Engineering (Vol. 31).
- Hill, J. D., & Warfield, J. N. (1972). Unified program planning. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, (5), 610-621.
- Hillier, F. S. (2012). Introduction to operations research. Tata McGraw-Hill Education.
- Huerta, Aida (2014) Metodología basada en modelos de simulación para el análisis de sistemas complejos (MoSASCoM). Tesis de Doctorado. UNAM
- Jørgensen, H. D. (2009, November). Enterprise Modeling—What We Have Learned, and What We Have Not. In IFIP Working Conference on The Practice of Enterprise Modeling (pp. 3-7). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Jun, J. B., Jacobson, S. H., & Swisher, J. R. (1999). Application of discrete-event simulation in health care clinics: A survey. *Journal of the operational research society*, 50(2), 109-123.
- Kahraman, C., & Topcu, Y. I. (Eds.). (2018). Operations research applications in health care management. Springer.
- Kanagarajah, A. K., Lindsay, P., Miller, A., & Parker, D. (2010). An exploration into the uses of agent-based modeling to improve quality of healthcare. In *Unifying themes in complex systems* (pp. 471-478). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Karkazis, J. (1989). Facilities location in a competitive environment: A promethee based multiple criteria analysis. *European Journal of Operational Research*, 42(3), 294-304.
- Kerzner, H., & Belack, C. (2010). Managing complex projects (Vol. 11). John Wiley & Sons.
- Kerzner, H., & Kerzner, H. R. (2017). Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling. John Wiley & Sons.
- Koelling, P. & Schwandt, M.J. (2005). Health systems: a dynamic system – benefits from system dynamics, in: *Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference*, 1321–1327.
- Langlois, P. (2013). Simulation of complex systems in GIS. John Wiley & Sons.
- Laurell Asa Cristina, (2019). Operar el cambio del sistema de salud. La Jornada. Disponible en: <https://www.jornada.com.mx/2019/09/12/opinion/a03a1cie>
- Schwab, K. (2017). The fourth industrial revolution. Crown Business.
- Lewis, T. G. (2011). Network science: Theory and applications. John Wiley & Sons.
- Masys, A. J. (2015). Applications of systems thinking and soft operations research in managing complexity. Boston. USA, 321.
- Mares David (2020) APS I MX. Redes Integradas de Servicios de Salud: Redes de Atención.
- Mason, Richard O.; Mitroff, Ian I. Challenging strategic planning assumptions: Theory, cases, and techniques. John Wiley & Sons Inc, 1981.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (1972). The limits to growth. New York, 102, 27.
- Melkote, S., & Daskin, M. S. (2001). Capacitated facility location/network design problems. *European journal of operational research*, 129(3), 481-495.
- Merino, M. (2009). Ética y gobierno local.
- México, O. C. D. E. (2016). Estudios de la OCDE sobre los Sistemas de Salud. México: OCDE/SSA.
- Mojica, F. (1991). El abaco de Regnier. *La Prospectiva*, 21-33.
- National Research Council. (2007). Strategy for an Army Center for Network Science, Technology, and Experimentation. National Academies Press.
- NOM, N. O. M. 005-SSA3-2010, que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios. *Diario Oficial de la Federación*, 16.
- Nowak, Martin A. Evolutionary dynamics. Harvard University Press, 2006.
- OECD. Publishing, & Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) Staff. (2013). Health at a glance 2013: OECD Indicators. OECD Publishing.
- Organización Panamericana de la Salud. (2010). Redes integradas de servicios de salud: Conceptos, opciones de política y hoja de ruta para su implementación en las Américas.
- Ortiz-Astorquiza, C., Contreras, I., & Laporte, G. (2018). Multi-level facility location problems. *European Journal of Operational Research*, 267(3), 791-805.
- Ouspensky, P. D. (1977). Fragmentos de una enseñanza desconocida. Librería Hachette.
- Platt, E. L. (2019). Network Science with Python and NetworkX Quick Start Guide: Explore and Visualize Network Data Effectively. Packt Publishing Ltd.
- Pérez, M. J. C., Bobo, M. T., & Arias, A. R. (2013). Medicalización de la vida.«etiquetas de enfermedad: todo un negocio.» *Atención Primaria*, 45(8), 434-438.
- Pier, E. G., Lloréns, M. B., & Delgado, C. G. (2006). Sistema de protección social en salud: elementos conceptuales, financieros y operativos. Fondo De Cultura Economica USA.Sánchez
- Secretaría de Salud (2019). Atención Primaria de Salud Integral e Integrada APS-I Mx: La Propuesta Metodológica y Operativa.
- Sánchez-Cuenca, I. (2009). Teoría de juegos (Vol. 34). CIS.
- Serbolov, Y. (2018). Escenarios ABC. La carpeta purpura.765 Mexico City, 29 de Noviembre de 2018.

-
- Siegfried, R. (2014). Modeling and simulation of complex systems: A framework for efficient agent-based modeling and simulation. Springer.
 - Stefano, Z., Drăgoicea, M., & Cavallari, M. (2017). Lecture Notes in Business Information Processing.
 - Sterman, J. D. (2000). Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world (No. HD30. 2 S7835 2000).
 - Stufflebeam, Daniel L. Meta-evaluation. *Journal of MultiDisciplinary Evaluation*, 2011, vol. 7, no 15, p. 99-158.
 - Thorwarth, M., & Arisha, A. (2009). Application of discrete-event simulation in health care: a review.
 - Velásquez-Restrepo, Paula Andrea, Rodríguez-Quintero, Alma Karina, & Jaén-Posada, Juan Sebastián. (2011). Metodologías cuantitativas para la optimización del servicio de urgencias: una revisión de la literatura. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 10(21), 196-218. Retrieved April 15, 2020, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-70272011000200012&lng=en&tlng=es.
 - Wilensky, U., & Rand, W. (2015). An introduction to agent-based modeling: modeling natural, social, and engineered complex systems with NetLogo. MIT Press.
 - Willis, G., & Cave, S. (2014). Scenario generation: enhancing scenario generation and quantification. Center for Workforce Intelligence, CFWI Technical paper series, (0007).
 - Willis, G., Woodward, A., & Cave, S. (2013). Robust workforce planning for the English medical workforce. In *Conference Proceedings, The 31st International Conference of the System Dynamics Society*.
 - Wirth, R., & Hipp, J. (2000, April). CRISP-DM: Towards a standard process model for data mining. In *Proceedings of the 4th international conference on the practical applications of knowledge discovery and data mining* (pp. 29-39). London, UK: Springer-Verlag.
 - Zare Mehrjerdi, Y. (2012). A system dynamics approach to healthcare cost control. *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, 23(3), 175-185.
 - Zheng, H., Son, Y. J., Chiu, Y. C., Head, L., Feng, Y., Xi, H., ... & Hickman, M. (2013). A primer for agent-based simulation and modeling in transportation applications (No. FHWA-HRT-13-054).

ANEXOS

A I. Plano Arquitectónico del Centro de Salud de I Núcleo



CENTRO DE MODULAR



A 2. Formatos para el registro de actividades en las unidades médicas

SINBA-SIS-01-P

GOBIERNO DE MÉXICO SALUD		HOJA DIARIA DE CONSULTA EXTERNA										FECHA: <table border="1" style="display: inline-table; width: 100px; height: 20px;"><tr><td style="width: 33%;">DÍA</td><td style="width: 33%;">MES</td><td style="width: 33%;">AÑO</td></tr></table>			DÍA	MES	AÑO																																																									
DÍA	MES	AÑO																																																																								
CLUES:		NOMBRE UNIDAD:		CURP: NOMBRE DEL PRESTADOR DE SERVICIO:			TIPO DE PERSONAL:			CÉDULA PROFESIONAL:		SERVICIO:																																																														
TIPO DE PERSONAL: 1.MÉDICO PASANTE, 2.MÉDICO GENERAL, 3.MÉDICO RESIDENTE, 4.MÉDICO ESPECIALISTA, 5.PASANTE DE ENFERMERÍA, 6.ENFERMERA, 7.PASANTE DE NUTRICIÓN, 8.NUTRIÓLOGO, 9.HOMEOPATA, 10.MÉDICO TRADICIONAL, 11.TAPS, 20.LICENCIADA EN ENFERMERÍA Y OBSTETRICIA, 21.PARTERA TÉCNICA, 22. PROMOTOR DE SALUD, 88.OTROS; SERVICIO: 3.CIRUGÍA, 4.CONSULTA EXTERNA GENERAL, 5.GINECOOBSTETRICIA, 6.HOMEOPATÍA, 7.MEDICINA INTERNA, 8.MEDICINA PREVENTIVA, 9.MEDICINA TRADICIONAL, 13.OTOLINGÜECOLOGIA, 14.OTORRINOLARINGOLOGIA, 16.PEDIATRÍA, 22.SERVICIO AMIGABLE, 23.TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA, 24.ACUPUNTURA, 25.ALERGLOGÍA, 26.ANESTESIOLOGÍA Y PALIATIVOS, 27.ANGIOLOGÍA, 28.AUDIOLOGÍA, OTONEUROLOGÍA Y FONIATRÍA, 29.BRIGADA O CONSULTA EN CASA, 30.CARDIOLOGÍA, 31.CIRUGÍA MAXILOFACIAL, 32.CIRUGÍA PLÁSTICA Y RECONSTRUCTIVA, 33.CLÍNICA DE DOWN, 34.DERMATOLOGÍA, 35.ENDOCRINOLOGÍA, 36.EPIDEMIOLOGÍA, 37.GASTROENTEROLOGÍA, 38.GENÉTICA, 39.GERIATRÍA, 40.HEMATOLOGÍA, 41.INFECTOLOGÍA, 42.INMUNOLOGÍA, 43.MEDICINA INTEGRADA, 44.MEDICINA NUCLEAR E IMAGENOLÓGICA MOLECULAR, 45.INEFROLOGÍA, 46.NEONATOLOGÍA, 47.NEUMOLOGÍA, 48.NEUCIRURGÍA, 49.NEURILOGÍA, 50.NUTRICIÓN, 51.ONCOLOGÍA, 52.OPTOMETRÍA, 53.PROCTOLOGÍA, 54.REHABILITACIÓN, 55.REUMATOLOGÍA, 56.TAES, 57.TRASPLANTES, 58.UNIDAD DE QUEMADOS, 59.UROLOGÍA, 88.OTROS																																																																										
No. DERECHOHABENCIA	IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE				EDAD Y CLAVE DE LA EDAD				SEXO				INDIGENA				MEDICIONES: PESO / TALLA				PRESIÓN ARTERIAL				FRECUENCIA CARDIACA Y RESPIRATORIA				TEMPERATURA				GLUCOSA Y AYUNO (SINO)				No. TIRAS UTILIZADAS				PRIMERA VEZ EN EL AÑO				IMC 10 - 19 AÑOS				SINT. RESPIRATORIO TB				DIFICULTAD PARA (DISCAPACIDAD)				MIGRANTE				RELACIÓN TEMPORAL POR MOTIVO				SALUD REPRODUCTIVA				SALUD DEL NIÑO				PROMOCIÓN DE LA SALUD	
																																																																	PROGRAMA SEGÚN MOTIVO		ATENCIÓN PREREGISTRACIONAL		EMBARAZO		PUERPERIO		OTROS EVENTOS	
1	No. DE SEGURIDAD	FOLIO DE RECETA	EXPEDIENTE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	88												
No utilice abreviaturas																																																																										
CURP o Fecha de nacimiento y Entidad de nacimiento																																																																										
Nombre (Nombre(s), Primer Apellido, Segundo Apellido)																																																																										
CURP o Fecha de nacimiento y Entidad de nacimiento																																																																										
Nombre (Nombre(s), Primer Apellido, Segundo Apellido)																																																																										
CURP o Fecha de nacimiento y Entidad de nacimiento																																																																										
Nombre (Nombre(s), Primer Apellido, Segundo Apellido)																																																																										
CURP o Fecha de nacimiento y Entidad de nacimiento																																																																										
Nombre (Nombre(s), Primer Apellido, Segundo Apellido)																																																																										

RT (RELACION TEMPORAL POR MOTIVO): 0 PRIMERA VEZ, 1 SUBSECUENTE

1. DERECHOHABENCIA: 1. IMSS, 2. ISSSTE, 4. SPSS/INSABI, 8. OTRA

2. CLAVE DE EDAD: D. DÍAS, M. MESES, A. AÑOS

3. SEXO: 1. HOMBRE, 2. MUJER, 8. SE IGNORA, 9. AÑO ESPECIFICADO

4. NÚMERO DE TIRAS a) C. PACIENTE CON DIABETES EN CONTROL, b) EMBARAZADA SIN DIABETES; b) NÚMERO DE TIRAS

5. IMC: 1. OBESIDAD, 2. SOBREPESO, 3. NORMAL, 4. BAJO PESO

6. DIFICULTAD PARA (DISCAPACIDAD) a) 1. VER, 2. ESCUCHAR, 3. CAMINAR, 4. USAR BRAZOS/MANOS, 5. APRENDER/RECORDAR, 6. CIUDADANO PERSONAL, 7. HABLAR/COMUNICARSE, 8. EMOCIONAL/MENTAL, 9. NINGUNA

b) 1. Poca dificultad, 2. Mucha dificultad, 3. No puede hacerlo, 9. Sin dificultad

c) 1. Enfermedad, 2. Edad avanzada, 3. Nació así, 4. Accidente, 5. Violencia, 6. Otra causa, 9. Sin dificultad

6. PROGRAMA: 1. ENFERMEDADES TRANSMISIBLES, 2. CRÓNICO DEGENERATIVAS, 3. OTRAS ENFERMEDADES, 4. A SANGOS

7. RIESGO: 1. PATOLOGÍA CRÓNICA ÓRGANO FUNCIONAL, 2. PATOLOGÍA CRÓNICA INFECCIOSA, 3. ANTECEDENTES DE MORBILIDAD MATERNA EXTREMA, 4. CON FACTORES DE RIESGOS SOCIALES, 5. ANTECEDENTES OBSTETRICOS DE RIESGO, 9. SIN RIESGO

8. TRIMESTRE: 1. PRIMERO, 2. SEGUNDO, 3. TERCERO

9. COMPLICACIONES: 1. DIAGNÓSTICO DE DM, 2. INFECCIÓN URINARIA, 3. PREECLAMPSIA/ECLAMPSIA, 4. HEMORRAGIA

10. OTRAS ACCIONES A EMBARAZADAS: 1. CON ANÁLISIS CLÍNICOS, 2. PRESCRIPCIÓN DE ÁCIDO FÓLICO, 3. APOYO A TRASLADO OBSTÉTRICO

11. PUERPERA ACEPTANTE PF: 1. HORMONAL, 2. DDU

12. OTROS EVENTOS: 1. PERI Y POSTMENOPAUSIA, 2. ITS, 3. PATOLOGÍA MAMARIA BENIGNA, 4. CÁNCER MAMARIO, 5. COLPOSCOPIA, 6. CÁNCER CERVICOUTERINO

13. PESO PARA LA TALLA: 1. OBESIDAD, 2. SOBREPESO, 3. NORMAL, 4. DESNUTRICIÓN LEVE, 5. DESNUTRICIÓN MODERADA, 6. DESNUTRICIÓN GRAVE

14. EDI TIPO: 1. INICIAL, 2. SUBSECUENTE

15. RESULTADO EDI: INICIAL: 1. VERDE, 2. AMARILLO, 3. ROJO; SUBSECUENTE: 4. RECUPERADO DE REZAGO, 5. RECUPERADO DE RIESGO DE RETRASO, 6. EN SEGUIMIENTO

16. RESULTADO BATTELLE: 1. MAYOR O IGUAL A 90, 2. DE 89 A 80, 3. MENOR O IGUAL A 79

17. APLICACIÓN DE CÉDULA CÁNCER EN EL AÑO: 1. PRIMERA VEZ, 2. SEGUNDA VEZ

18. EDA PLAN TRATAMIENTO: 1. A, 2. B, 3. C

19. IRA TRATAMIENTO: 1. SINTOMÁTICO, 2. ANTIBIÓTICO

20. REFERIDO POR: 1. EMBARAZO ALTO RIESGO, 2. SOSPECHA CÁNCER <18 AÑOS, 3. IRA's, 4. NEUMONÍA, 5. OTRAS

A 3. Infraestructura de la SS por Tipología

TIPO DE ESTABLECIMIENTO	NOMBRE DE TIPOLOGIA	ESTABLECIMIENTOS
DE APOYO		1259
99	NO ESPECIFICADO	3
ALM	ALMACENES	198
ANT	ANTIRRABICOS (CONTROL CANINO)	47
CTS	CENTRO ESTATAL DE TRASFUSION SANGUINEA (BANCOS DE SANGRE)	32
LAB	LABORATORIOS	54
OFI	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	533
OTR	OTROS ESTABLECIMIENTOS DE APOYO	289
P	UNIDAD MÓVIL	103
DE CONSULTA EXTERNA		14082
A	RURAL DE 01 NÚCLEO BÁSICO	5352
B	RURAL DE 02 NÚCLEOS BÁSICOS	574
C	RURAL DE 03 NÚCLEOS BÁSICOS Y MÁS	64
CAP	CENTROS AVANZADOS DE ATENCIÓN PRIMARIA A LA SALUD (CAAPS)	99
CES	CENTROS DE SALUD CON SERVICIOS AMPLIADOS	150
D	URBANO DE 01 NÚCLEOS BÁSICOS	1454
E	URBANO DE 02 NÚCLEOS BÁSICOS	1345
F	URBANO DE 03 NÚCLEOS BÁSICOS	727
G	URBANO DE 04 NÚCLEOS BÁSICOS	237
H	URBANO DE 05 NÚCLEOS BÁSICOS	164
I	URBANO DE 06 NÚCLEOS BÁSICOS	154
J	URBANO DE 07 NÚCLEOS BÁSICOS	68
K	URBANO DE 08 NÚCLEOS BÁSICOS	51
L	URBANO DE 09 NÚCLEOS BÁSICOS	36
P	UNIDAD MÓVIL	1820
Q	URBANO DE 10 NÚCLEOS BÁSICOS	42
R	URBANO DE 11 NÚCLEOS BÁSICOS	17
S	URBANO DE 12 NÚCLEOS BÁSICOS Y MÁS	104
T	CLÍNICA DE ESPECIALIDADES	115
U	CONSULTORIO DELEGACIONAL	8
UNE	UNIDAD DE ESPECIALIDADES MÉDICAS (UNEMES)	666
V	UNIDAD MINISTERIO PÚBLICO	79
W	CASA DE SALUD	639
X	BRIGADA MÓVIL	87
Z	CENTRO DE SALUD CON HOSPITALIZACIÓN	30
DE HOSPITALIZACIÓN		761
M	HOSPITAL GENERAL	313
N	HOSPITAL INTEGRAL (COMUNITARIO)	301
O	HOSPITAL ESPECIALIZADO	113
Y	HOSPITAL PSIQUIÁTRICO	34
Total general		16102

Fuente: DGIS – CLUES con corte marzo del 20.

A 4. Costos de plantilla de acuerdo con modelos de recursos

COSTOS DE PLANTILLA DE ACUERDO CON MODELOS DE RECURSOS 2019 (precios en pesos)													
CLV	TIPOLOGÍA	ENFERMERIA		MÉDICOS		OTRO PERSONAL		OTRO PERSONAL PROFESIONAL		PERSONAL TÉCNICO		Total general	
		cant	\$	cant	\$	cant	\$	cant	\$	cant	\$	cant	\$
A	RURAL DE 01 NÚCLEO BÁSICO	2	548,641	1	442,152							3	990,793
B	RURAL DE 02 NÚCLEOS BÁSICOS	4	1,113,869	2	884,304							6	1,998,173
C	RURAL DE 03 NÚCLEOS BÁSICOS Y MÁS	6	1,753,763	4	1,747,823							10	3,501,587
CAP	CENTROS AVANZADOS DE ATENCIÓN PRIMARIA A LA SALUD (CAAPS)												
CES	CENTROS DE SALUD CON SERVICIOS AMPLIADOS	11	2,972,281	29	8,376,750	12	1,592,717	10	4,144,649	8	1,628,270	70	18,714,668
D	URBANO DE 01 NÚCLEOS BÁSICOS	2	548,641	1	442,152							3	990,793
E	URBANO DE 02 NÚCLEOS BÁSICOS	4	1,113,869	2	884,304							6	1,998,173
F	URBANO DE 03 NÚCLEOS BÁSICOS	6	1,753,763	4	1,747,823							10	3,501,587
G	URBANO DE 04 NÚCLEOS BÁSICOS	10	3,036,870	5	2,270,451	2	238,018					17	5,545,340
H	URBANO DE 05 NÚCLEOS BÁSICOS	13	3,970,988	6	2,712,603	7	833,064			1	190,433	27	7,707,089
I	URBANO DE 06 NÚCLEOS BÁSICOS	15	4,536,216	8	3,739,774	12	1,474,589	1	240,830	2	392,337	38	10,383,746
J	URBANO DE 07 NÚCLEOS BÁSICOS	17	5,159,525	9	4,262,402	15	1,863,515	1	240,830	3	600,387	45	12,126,659
K	URBANO DE 08 NÚCLEOS BÁSICOS	19	5,724,752	11	5,117,731	15	1,863,515	1	240,830	3	600,387	49	13,547,216
L	URBANO DE 09 NÚCLEOS BÁSICOS	21	6,367,964	12	5,590,432	16	1,982,524	1	240,830	3	600,387	53	14,782,137
Q	URBANO DE 10 NÚCLEOS BÁSICOS	23	6,933,192.54	14	6,646,840	18	2,220,542	1	240,830	4	802,290	60	16,843,694
R	URBANO DE 11 NÚCLEOS BÁSICOS	25	7,498,420.45	16	7,497,764	19	2,339,551	1	240,830	4	802,290	65	18,378,856
S	URBANO DE 12 NÚCLEOS BÁSICOS Y MÁS	27	8,216,298.70	17	7,863,582	19	2,356,869	3	847,252	5	1,007,286	71	20,291,287
T	CLÍNICA DE ESPECIALIDADES												
UNE	UNIDAD DE ESPECIALIDADES MÉDICAS (UNEMES)												
Z	CENTRO DE SALUD CON HOSPITALIZACIÓN	26	7,378,708.09	20	8,937,503	17	2,187,763	15	6,090,120	8	1,628,270	86	26,222,365

Fuente: 1. DGPLADES. 2 SINERHIAS

Nota:

- I. Las Unidades Médicas Móviles, Brigada Móvil y Casas de Salud no fueron incluidas por sus características inherentes
- II. Las plantillas para UNEMES, Clínicas de Especialidades y CAAPS, presentan una gran variación en su composición al tener un rango total de personas que va desde 20 hasta 90, de acuerdo a SINERHIAS
- III. Costo de Plantillas Anualizado

A 5. Análisis descriptivo de Grafos

Centralidad de la red	Subgrupos (Cliques)
('SPSSA001266': 0.1267605633802817, 'SPSSA001271': 0.1267605633802817, 'SPSSA001283': 0.1267605633802817, 'SPSSA001295': 0.1267605633802817, 'SPSSA001300': 0.1267605633802817, 'SPSSA001312': 0.1267605633802817, 'SPSSA001336': 0.1267605633802817, 'SPSSA001703': 0.8028169014084507, 'SPSSA001720': 0.1267605633802817, 'SPSSA001732': 0.1267605633802817, 'SPSSA001756': 0.1267605633802817, 'SPSSA001761': 0.1267605633802817, 'SPSSA001773': 0.1267605633802817, 'SPSSA001785': 0.1267605633802817, 'SPSSA001802': 0.1267605633802817, 'SPSSA001814': 0.1267605633802817, 'SPSSA001826': 0.1267605633802817, 'SPSSA001831': 0.1267605633802817, 'SPSSA001843': 0.1267605633802817, 'SPSSA001855': 0.1267605633802817, 'SPSSA001860': 0.1267605633802817, 'SPSSA001872': 0.1267605633802817, 'SPSSA001884': 0.1267605633802817, 'SPSSA001896': 0.1267605633802817, 'SPSSA002432': 0.1267605633802817, 'SPSSA002444': 0.1267605633802817, 'SPSSA002456': 0.1267605633802817, 'SPSSA002461': 0.1267605633802817, 'SPSSA002473': 0.1267605633802817, 'SPSSA002485': 0.09859154929577466, 'SPSSA002490': 0.09859154929577466, 'SPSSA002502': 0.09859154929577466, 'SPSSA002514': 0.09859154929577466, 'SPSSA002526': 0.09859154929577466, 'SPSSA002531': 0.09859154929577466, 'SPSSA002543': 0.1267605633802817, 'SPSSA002555': 0.1267605633802817, 'SPSSA002560': 0.1267605633802817, 'SPSSA002572': 0.1267605633802817, 'SPSSA002584': 0.1267605633802817, 'SPSSA002596': 0.1267605633802817, 'SPSSA002601': 0.1267605633802817, 'SPSSA002613': 0.1267605633802817, 'SPSSA002671': 0.1267605633802817, 'SPSSA002683': 0.1267605633802817, 'SPSSA002695': 0.1267605633802817, 'SPSSA002700': 0.1267605633802817, 'SPSSA002712': 0.1267605633802817, 'SPSSA002724': 0.1267605633802817, 'SPSSA002736': 0.1267605633802817, 'SPSSA002806': 0.1267605633802817, 'SPSSA002811': 0.1267605633802817, 'SPSSA002905': 0.1267605633802817, 'SPSSA002910': 0.1267605633802817, 'SPSSA002922': 0.1267605633802817, 'SPSSA003815': 0.1267605633802817, 'SPSSA003875': 0.1267605633802817, 'SPSSA003935': 0.0, 'SPSSA017034': 0.0, 'SPSSA017144': 0.26760563380281693, 'SPSSA017156': 0.1267605633802817, 'SPSSA017284': 0.49295774647887325, 'SPSSA017366': 0.1267605633802817, 'SPSSA017441': 0.8873239436619719, 'SPIMQ001461': 0.8450704225352113, 'SPIMQ002475': 0.7605633802816901, 'SPSSA000356': 0.8591549295774648, 'SPSSA001102': 0.23943661971830987, 'SPSSA017115': 0.35211267605633806, 'SPSSA017120': 0.8591549295774648, 'SPSSA017231': 0.8450704225352113, 'SPSSA017301': 0.014084507042253521])	[['SPSSA003935'], ['SPSSA017231', 'SPSSA002560', 'SPSSA017144'], ['SPSSA017231', 'SPSSA002584', 'SPSSA017144'], ['SPSSA017231', 'SPSSA002485', 'SPSSA017144'], ['SPSSA017231', 'SPSSA002514', 'SPSSA017144'], ['SPSSA017231', 'SPSSA002490', 'SPSSA017144'], ['SPSSA017231', 'SPSSA002526', 'SPSSA017144'], ['SPSSA017231', 'SPSSA002572', 'SPSSA017144'], ['SPSSA017231', 'SPSSA017144', 'SPSSA002502'], ['SPSSA017231', 'SPSSA017144', 'SPSSA002531'], ['SPSSA017231', 'SPSSA017144', 'SPSSA002596'], ['SPSSA017231', 'SPSSA017144', 'SPSSA002555'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002613'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001295'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002922'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001732'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001300'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001761'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001720'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002543'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA003815'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001872'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001785'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001831'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002724'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002806'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002910'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002811'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002444'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001756'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001896'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002432'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001814'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002601'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002671'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA017156'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002700'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA003875'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002712'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001283'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002473'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001271'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002736'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002456'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002695'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001773'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001860'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001884'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002683'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA017366'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001855'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001266'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001843'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001312'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001336'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001802'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002905'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA001826'], ['SPSSA017231', 'SPSSA001703', 'SPSSA002461'], ['SPSSA017284', 'SPSSA002490', 'SPSSA017144'], ['SPSSA017284', 'SPSSA002514', 'SPSSA017144'], ['SPSSA017284', 'SPSSA002526', 'SPSSA017144'], ['SPSSA017284', 'SPSSA017144', 'SPSSA002502'], ['SPSSA017284', 'SPSSA017144', 'SPSSA002531'], ['SPSSA017284', 'SPSSA001703', 'SPSSA001732'], ['SPSSA017284', 'SPSSA001703', 'SPSSA001295'], ['SPSSA017284', 'SPSSA001703', 'SPSSA001300'], ['SPSSA017284', 'SPSSA001703', 'SPSSA001761'], ['SPSSA017284', 'SPSSA001703', 'SPSSA001720'], ['SPSSA017284', 'SPSSA001703', 'SPSSA001872'], ['SPSSA017284', 'SPSSA001703', 'SPSSA001785'], ['SPSSA017284', 'SPSSA001703', 'SPSSA001831'], ...]