



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

POSGRADO

MAESTRÍA EN GERENCIA EN SALUD

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LA ATENCIÓN
ODONTOLÓGICA EN CENTRO DE SALUD C MATERNO INFANTIL Y
EMERGENCIAS ZARUMA**

MARÍA DEL CISNE ARÉVALO BERNAL

PROYECTO DE TITULACIÓN CON COMPONENTES DE
INVESTIGACIÓN APLICADO Y/O DESARROLLO

TUTOR

DR. FRANKLIN BENJAMÍN PALADINES FIGUEROA MGS

MACHALA

2025

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **María del Cisne Arévalo Bernal**, con C.I **0704515915**, declaro que el trabajo de **“Propuesta de optimización tecnológica de la atención odontológica en el Centro de Salud C Materno Infantil y Emergencias Zaruma”**, en opción al título de Magister en **Maestría en Gerencia en Salud**, es original y auténtico; cuyo contenido: conceptos, definiciones, datos empíricos, criterios, comentarios y resultados son de mi exclusiva responsabilidad.



María Del Cisne
Arevalo Bernal



María del cisne Arévalo Bernal

C.I 0704515915

Machala, Agosto 2025

REPORTE DE SIMILITUD



MARÍA DEL CISNE ARÉVALO BERNAL - Propuesta de Optimización Tecnológica en la Atención Odontológica



Nombre del documento: MARÍA DEL CISNE ARÉVALO BERNAL -
Propuesta de Optimización Tecnológica en la Atención
Odontológica.docx
ID del documento: 797910210fb686150e5dce9a03f935e7cdc99336
Tamaño del documento original: 259,72 kB

Depositante: Angel Chue Lee
Fecha de depósito: 16/7/2025
Tipo de carga: interfase
fecha de fin de análisis: 16/7/2025

Número de palabras: 10.211
Número de caracteres: 71.335

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.iesj.gob.ec http://www.iesj.gob.ec/documento/10162/14512292/CS-C-Zaruma.pdf 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (120 palabras)
2	Documento de otro usuario #30646 Viene de otro grupo 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario #10105 Viene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)
2	scielo.senescyt.gob.ec Perfil de la demanda atendida en Clínicas Odontológicas...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)
3	Documento de otro usuario #10102 Viene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)

Act
Ira

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR



MAESTRIA EN GERENCIA EN SALUD
I COHORTE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Dr. Franklin Benjamín Paladines Figueroa, portador de la cédula de ciudadanía N°. 0910322510, en calidad de tutor del trabajo de titulación titulado: "PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LA ATENCIÓN ODONTOLÓGICA EN CENTRO DE SALUD C MATERNO INFANTIL Y EMERGENCIAS ZARUMA", realizado en la modalidad en línea, como requisito para optar por el título de Magíster en Gerencia en Salud, declaro que he revisado minuciosamente el mencionado trabajo.

Certifico que el contenido del mismo se encuentra debidamente enmarcado dentro de los principios científicos, técnicos, metodológicos y administrativos establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH).

En virtud de lo anterior, avalo la calidad y pertinencia del trabajo presentado, y doy fe de que cuenta con los méritos suficientes para ser sometido al proceso de evaluación correspondiente.

En fe de lo cual, suscribo el presente certificado.

Machala, 11 de Julio de 2015



Dr. Franklin Benjamín Paladines Figueroa
C.C. N° 0910322510

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, María del Cisne Arévalo Bernal, con C.I 0704515915, autora del trabajo de titulación **“Propuesta de optimización tecnológica de la atención odontológica en el Centro de Salud C Materno Infantil y Emergencias Zaruma”**, en opción al título de Magister de la Maestría en Gerencia en Salud, declaro bajo juramento que:

- El trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.
- Cede a la Universidad técnica de Machala de forma exclusiva con referencia a la obra en formato digital los derechos de:
 - a. Incorporar la mencionada obra en el repositorio institucional para su demostración a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia *Creative Commons Attribution-No Commercial - Compartir Igual 4.0 Intrenacional* (CC BY NCSA 4.0); La Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.
 - b. Adecuarla a cualquier formato tecnología de uso en INTERNET, así como correspondiéndome como Autora la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.



María del Cisne Arévalo Bernal

C.I. 0704515915

Machala, Agosto 2025

DEDICATORIA

A mis padres María Teresa y Franco.

A ustedes, papás, por apoyarme durante mi vida, crecimiento y formación profesional, por enseñarme que siempre podemos ser mejor persona, por demostrarme que con perseverancia se pueden alcanzar las metas, pero por sobre todo su cariño y amor.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por ser mi pilar fundamental y formar parte de todo este proceso de mi crecimiento profesional, por su apoyo incondicional y consejos en los momentos donde me ganaba la frustración.

ÍNDICE GENERAL

Carátula.....	1
Responsabilidad de autoría.....	2
Reporte de similitud.....	3
Certificación del tutor.....	4
Cesión de derechos de autor	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Índice de contenido.....	8
Índice de tablas	11
Resumen	12
Abstract	13
Introducción	14
Marco teórico.....	19
1.1 Antecedentes históricos	19
1.2 Antecedentes Conceptuales	22
1.2.1 Teleodontología asistida por Inteligencia Artificial (STO-IA) y sus definiciones	22
1.2.2 Fundamentos de inteligencia artificial en diagnóstico preliminar, diseño e implementación de triage automático basado en IA.....	24
1.2.3 Interoperabilidad, monitoreo, evaluación y mejora continua	25
1.2.4 Escalabilidad y sostenibilidad del sistema, evaluación de usabilidad y experiencias de usuario	27

1.3 Antecedentes contextuales	28
1.3.1 Ubicación, características demográficas y socioeconómicas, cartera de servicios y capacidades operativas	28
1.3.2 Perfil epidemiológico, demanda de salud bucodental, producción y demanda insatisfecha	30
1.3.3 Recursos humanos y equipamiento.....	31
1.3.4 Servicios básicos y conectividad comunitaria	32
1.3.5 Modelo de atención y articulación en red	33
Materiales y métodos	34
2.1 Objetivos.....	34
2.1.1 Objetivo general	34
2.1.2 Objetivos Específicos	34
2.2 Tipo de estudio o investigación realizada	34
2.3 Paradigma de investigación	35
2.3.1 Población	35
2.3.2 Muestra	36
2.4 Métodos teóricos y materiales utilizados	36
2.4.1 Revisión de estudios de caracterización	36
2.4.2 Materiales para la fase teórica.....	37
2.5 Métodos empíricos y materiales utilizados	37
2.5.1 Extracción y manejo de datos administrativos.....	37
2.5.2 Modelación de la propuesta de optimización tecnológica.....	37
2.5.3 Materiales para la fase empírica.....	38
2.6 Técnicas estadísticas para el procesamiento de datos obtenidos	39

2.6.1 Análisis descriptivo.....	39
2.6.2 Evaluación de normalidad y distribución de variables continuas.....	39
2.6.3 Análisis bivariado.....	40
2.6.4 Presentación de resultados.....	40
Resultados.....	41
3.1 Caracterización Demográfica de la Población Atendida.....	41
3.2 Distribución de la población atendida según edad.....	41
3.3 Distribución de la población atendida según grupo etario.....	43
3.4 Análisis mediante prueba de chi cuadrado.....	45
3.5 Comportamiento de la demanda de servicios odontológicos.....	46
3.6 Cálculo de medidas de tendencia y dispersión.....	49
3.7 Eficiencia y oportunidad en la atención odontológica.....	51
Discusión.....	53
Conclusiones.....	55
Recomendaciones.....	56
Bibliografía.....	57
Anexos.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de la población atendida por grupo de edad.....	41
Tabla 2. Distribución de la población atendida por grupo etario.....	43
Tabla 3. Distribución por sexo.....	44
Tabla 4. Contingencia observada... ..	45
Tabla 5. Frecuencias esperadas.....	45
Tabla 6. Frecuencia de procedimientos odontológicos realizados en 2024.....	47
Tabla 7. Distribución porcentual de procedimientos odontológicos.....	48
Tabla 8. Calculo de desviación estándar.	50
Tabla 9. Indicadores.....	51
Tabla 10. Comparación de producción anual histórica vs producción registrada en 2024.....	52

RESUMEN

La atención odontológica en el primer nivel de salud enfrenta retos crecientes debido a la alta prevalencia de patologías bucales, la limitada cobertura preventiva y la brecha tecnológica. El objetivo de este proyecto de investigación es analizar las características de la atención odontológica y el uso de herramientas tecnológicas en el Centro de Salud C - Materno Infantil y Emergencias Zaruma, e identificar oportunidades para su optimización tecnológica. Mediante un estudio observacional, retrospectivo, descriptivo y analítico basado en el análisis de los registros clínicos del año 2024 de atenciones odontológicas, identificando una demanda concentrada en procedimientos restaurativos, con escasa realización de actividades preventivas. Asimismo, se evidenció una reducción del volumen de atenciones respecto al promedio histórico, atribuible a deficiencias en recursos humanos, infraestructura tecnológica y conectividad. Como propuesta de mejora, se modeló un sistema de Teleodontología asistida por Inteligencia Artificial (STO-IA), capaz de realizar triage automatizado, diagnóstico preliminar por imágenes y consulta remota, adaptado a zonas con conectividad limitada. Esta estrategia busca fortalecer la eficiencia, equidad y sostenibilidad de la atención bucal, alineada con los lineamientos de salud digital del país.

Palabras clave: salud bucodental, atención primaria, teleodontología, inteligencia artificial, innovación en salud.

ABSTRACT

Dental care at the primary health level faces growing challenges due to the high prevalence of oral diseases, limited preventive coverage, and the technological gap. The objective of this research project is to analyze the characteristics of dental care and the use of technological tools at the Health Center C – Maternal and Emergency Services in Zaruma, and to identify opportunities for technological optimization. Through an observational, retrospective, descriptive, and analytical study based on the analysis of 2024 clinical dental care records, a demand heavily focused on restorative procedures was identified, with limited implementation of preventive actions. Likewise, a decrease in the volume of care compared to historical averages was observed, attributable to shortcomings in human resources, technological infrastructure, and connectivity. As a proposed improvement, a Teledentistry System assisted by Artificial Intelligence (STO-AI) was modeled, capable of performing automated triage, preliminary diagnosis through imaging, and remote consultations, adapted to areas with limited connectivity. This strategy seeks to strengthen the efficiency, equity, and sustainability of oral healthcare, in alignment with the country's digital health guidelines.

Keywords: oral health, primary care, teledentistry, artificial intelligence, health innovation.

INTRODUCCIÓN

La salud bucal (SB) es un componente fundamental de la salud pública, dado que las enfermedades orales se encuentran entre las patologías no transmisibles más comunes a nivel mundial. Se estima que aproximadamente 3.500 millones de personas en el planeta padecen caries, enfermedad periodontal u otras condiciones orales, una carga que va en aumento especialmente en los países de ingresos bajos y medios. La SB deficiente no solo afecta la cavidad bucal sino que repercute en la capacidad de las personas para alimentarse, hablar, socializar y llevar una vida productiva, generando dolor, ausentismo escolar o laboral e incluso aislamiento social (1). A pesar de la severidad potencial de las patologías bucodentales cuando no se tratan, cabe destacar que muchas son en gran medida prevenibles y pueden abordarse con procedimientos simples y no invasivos en el primer nivel de atención.

Desde el año 2020, los organismos internacionales han reconocido la necesidad de priorizar la SB dentro de los sistemas de salud. En 2021, la Asamblea Mundial de la Salud aprobó una resolución histórica sobre SB, y en 2022 la Organización Mundial de la Salud (OMS) adoptó una Estrategia Global sobre Salud Bucal (EGSB), marcando un hito para incorporar la atención odontológica en las políticas sanitarias de los países. En línea con estos compromisos, la OMS lanzó en 2023 un Plan de Acción Mundial para 2023-2030 que traza una hoja de ruta con objetivos y acciones destinadas a integrar la SB en los paquetes de beneficios de la cobertura universal de salud, así como en las intervenciones contra las enfermedades no transmisibles (2). Estas iniciativas globales enfatizan la relevancia de fortalecer la atención odontológica en el primer nivel y vincularla a la estrategia de Atención Primaria de Salud (APS).

En la región de América Latina, la situación epidemiológica de la SB plantea un desafío importante para la salud pública. Se estima que alrededor del 46% de la población padece alguna enfermedad oral, lo que equivale a unos 470 millones de personas afectadas. Esta alta prevalencia acarrea impactos negativos significativos en la calidad de vida de las personas a lo

largo de todo su curso de vida. A pesar de ello, tradicionalmente la atención odontológica no ha estado suficientemente integrada en la atención primaria de salud en muchos países latinoamericanos, lo que ha derivado en brechas de acceso a servicios preventivos y curativos básicos (4).

La falta de cobertura odontológica adecuada en el primer nivel conlleva consecuencias económicas y sociales sustanciales en América Latina. Según datos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), las enfermedades bucodentales generan anualmente costos directos en la región del orden de 157 mil millones de dólares, además de pérdidas de productividad cercanas a los 106 mil millones. Estos montos representan la carga económica más alta atribuible a una condición de salud dentro de todas las regiones de la OMS. Por ello, se considera imperativo mejorar la cobertura, integración y calidad de los servicios de salud bucal bajo un enfoque centrado en las personas. Además, se propone un viraje desde el modelo curativo hacia un enfoque preventivo y promocional en SB (4).

Ecuador no es ajeno a estos retos, presentando una elevada carga de enfermedad bucodental. Estudios epidemiológicos nacionales han evidenciado prevalencias alarmantes de caries, especialmente en la niñez: en 1996 se reportó que el 88% de los escolares de 6 a 15 años había sufrido caries, y aunque para 2009 bajó a 75,6%, sigue representando una afectación extendida. Las enfermedades periodontales afectan entre un 20% y 50% de la población general, con mayor frecuencia en adultos mayores (5). También se observan altas tasas de maloclusiones, afectando hasta al 20% de la población general, con mayor frecuencia en niños y adolescentes (6).

Ante esta carga de morbilidad bucal, el Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP) ha ampliado la cartera de servicios odontológicos preventivos y curativos en los centros de salud de primer nivel. En especial, los centros tipo C ofrecen servicios integrales, incluyendo medicina general, odontología y emergencias, funcionando como el primer eslabón de la red asistencial.

La política de gratuidad ha permitido que sectores históricamente excluidos accedan sin costo a servicios odontológicos, fortaleciendo el modelo de atención primaria (7).

La atención Odontológica en Centro de Salud C – Materno Infantil y Emergencias Zaruma durante el año 2024 se mantuvo como uno de los pilares esenciales de la atención primaria en salud. Este servicio ha continuado operando con un enfoque preventivo y resolutivo, atendiendo a una población diversa, incluyendo afiliados activos, niños menores de seis años, jubilados y beneficiarios del Seguro Social. El consultorio odontológico dispone de equipamiento técnico adecuado y cumple con protocolos estandarizados para consultas generales, tratamientos de urgencia, restauraciones, exodoncias y procedimientos preventivos como la fluorización y la aplicación de sellantes (8).

El modelo de atención implementado en el centro incorpora los servicios odontológicos como parte de una red pública interconectada, alineada con los principios de la atención primaria integral. Durante el año 2024, se fortalecieron los procesos de referencia y contrarreferencia desde el primer nivel de atención hacia especialidades específicas, lo que permitió mejorar la oportunidad y continuidad del cuidado en casos de mayor complejidad (9).

En este contexto, resulta fundamental caracterizar tanto la oferta como la demanda de los servicios odontológicos en el primer nivel de atención. Analizar cuántas atenciones se realizan, qué tipo de procedimientos se brindan y a qué grupos poblacionales están dirigidos permite identificar posibles desajustes entre la capacidad instalada y las necesidades reales de la comunidad. Asimismo, es pertinente considerar las particularidades demográficas, sociales y epidemiológicas de la población usuaria, lo que enriquece la caracterización y fortalece su utilidad como herramienta para la vigilancia epidemiológica y la planificación sanitaria eficiente (10).

La investigación descriptiva es clave para evaluar la atención odontológica, ya que permite analizar variables como la frecuencia de consultas, tipos de tratamientos, cobertura poblacional y perfil de usuarios, generando evidencia útil para la toma de decisiones y el fortalecimiento de la gestión pública. En este contexto, el presente estudio describe los servicios

odontológicos brindados en el año 2024 por el Centro de Salud C – Materno Infantil y Emergencias Zaruma, unidad de primer nivel ubicada en el cantón Zaruma, provincia de El Oro, con el objetivo de identificar fortalezas y oportunidades de mejora que contribuyan a optimizar la atención bucal en entornos similares (11).

En el ámbito de la atención primaria en odontología, la implementación de soluciones tecnológicas se ha consolidado como una prioridad para responder a la creciente demanda y mejorar tanto la eficiencia operativa como la calidad asistencial. Estudios recientes han evidenciado que la teleodontología asistida por inteligencia artificial (IA) posibilita la realización de triage automático y diagnósticos preliminares a partir de imágenes intraorales, así como consultas remotas en tiempo real, lo cual optimiza el uso de recursos y amplía el acceso a atención especializada en zonas con limitaciones de infraestructura presencial (12-13). Estos avances se alinean con una visión de atención integral, donde la digitalización y los algoritmos de IA no solo facilitan la toma de decisiones clínicas sino también aportan herramientas objetivas para la gestión de la demanda y la planificación basada en evidencia.

El Sistema de Teleodontología asistido por Inteligencia Artificial (STO-IA) propone un flujo de trabajo que combina el procesamiento automatizado de datos y la interacción síncrona remota, permitiendo en primera instancia un triage automático que clasifica urgencias y orienta sobre la necesidad de derivación. Seguidamente, el análisis de imágenes intraorales mediante modelos de IA ofrece un diagnóstico preliminar que apoya al profesional en la priorización de casos y detección temprana de patologías frecuentes. Finalmente, la capacidad de realizar consultas en tiempo real con especialistas vía teleconferencia completa el proceso, favoreciendo la continuidad del cuidado y la educación del paciente. Ensayos y revisiones sistemáticas han demostrado que este enfoque puede reducir tiempos de espera, disminuir la carga de atenciones presenciales y mejorar la adherencia a los programas de promoción y prevención bucal (12, 14-15).

En el contexto específico del Centro de Salud C – Materno Infantil y Emergencias Zaruma, la propuesta de implementar un STO-IA responde a la necesidad de ajustar la oferta de servicios odontológicos a la realidad demográfica y epidemiológica de la población local. Al caracterizar la demanda y la capacidad instalada, un sistema de teleodontología con IA permite optimizar flujos de referencia y contrarreferencia, reforzar la vigilancia epidemiológica y enriquecer la toma de decisiones administrativas. Además, esta estrategia contribuye a reducir barreras de acceso en comunidades vulnerables, alineándose con los objetivos nacionales e internacionales de salud bucodental y promoviendo una atención más equitativa y basada en evidencia (12,16).

Los resultados de este estudio permitirán fortalecer la gestión local y regional a través de intervenciones fundamentadas en evidencia. La caracterización de los servicios odontológicos facilitará la toma de decisiones informadas para adecuar la oferta, optimizar las estrategias de promoción y prevención bucal, y asegurar una atención oportuna, equitativa y de calidad. De este modo, se contribuirá al cumplimiento de los objetivos de salud bucodental a nivel nacional e internacional, promoviendo una mejor calidad de vida en las comunidades más vulnerables.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes históricos

En el ámbito internacional, Batra et al. (17) realizaron una revisión narrativa sobre aplicaciones de inteligencia artificial en teleodontología con el propósito de identificar mecanismos de retroalimentación para optimizar desempeño clínico remoto. Este estudio recopiló literatura hasta mitad de 2022, centrada en algoritmos de machine learning y deep learning para triage automatizado, diagnóstico preliminar y monitoreo de evolución de patologías a partir de imágenes intraorales. Si bien no incluyó pacientes directos, analizó bases de datos de estudios previos en zonas rurales y urbanas, detectando que redes neuronales convolucionales pueden liberar tiempo de los odontólogos al priorizar casos complejos y ampliar alcance en comunidades remotas.

Nguyen et al. (18) llevaron a cabo una revisión sistemática para evaluar la precisión de modelos de deep learning en la detección automática de caries a partir de imágenes intraorales. Siguiendo criterios PRISMA, incluyeron estudios publicados entre 2015 y 2022 en diversas bases: PubMed, Embase y Scopus. Encontraron sensibilidades entre 80-95% y especificidades entre 75-90% en estudios internos, con AUC superiores a 0.85, pero advierten sobre sobreajuste y la necesidad de validación externa en poblaciones distintas. La heterogeneidad en calidad y procedencia de las imágenes, la falta de estandarización en etiquetado y la carencia de estudios multicéntricos prospectivos destacan como limitaciones.

Lee y Kim (19) revisaron el uso de técnicas de *machine learning* para triage de urgencias odontológicas con el fin de predecir complicaciones y priorizar atención. Basados en estudios retrospectivos obtenidos hasta 2020, analizaron datos clínicos de historias electrónicas y cuestionarios de síntomas, aplicando algoritmos como árboles de decisión, SVM y redes

neuronales. Reportaron precisiones entre 75-90% en clasificación de urgencias, identificando variables como intensidad y duración del dolor además de signos sistémicos, para orientar derivaciones o manejo remoto. Limitaciones incluyen la calidad variable de registros, necesidad de validación prospectiva y consideraciones éticas sobre el uso de algoritmos en decisiones clínicas.

Estai et al. (20) realizaron una revisión sistemática sobre costo-beneficio y rentabilidad de programas de teleodontología en entornos rurales, comunitarios y clínicos. Mediante búsqueda en MEDLINE, Cochrane y EconLit hasta 2020, compararon costos directos e indirectos y resultados clínicos frente a atención tradicional. Observaron una reducción de costos de transporte y ausentismo de 20-50% en poblaciones remotas, sin detrimento en la calidad percibida cuando existe conectividad adecuada, aunque la rentabilidad depende de volumen de usuarios y costos de infraestructura Tecnologías de Información y Comunicación (TIC).

Surdu et al. (21) analizaron plataformas digitales y herramientas de telemedicina en odontología, enfocándose en privacidad, interoperabilidad y normativas. A partir de documentos regulatorios y estudios de implementación de plataformas hasta 2022, definieron requisitos de cifrado extremo a extremo, formatos de imagen, protocolos de consentimiento informado digital y validación de identidad remota. Aunque su base proviene de entornos con marcos regulatorios avanzados, ofrecen un marco referencial para diseñar plataformas seguras de teleodontología con módulos de IA, señalando la necesidad de capacitación del personal en gestión de datos y cumplimiento de normativas locales.

Téllez Gómez et al. (22) exploraron experiencias de adopción de teleodontología en 19 países durante y después de la pandemia de COVID-19 mediante encuesta a coordinadores de programas entre 2021-2022. Evaluaron infraestructura TIC, aceptación de usuarios, capacitación, marcos regulatorios y sostenibilidad. Identificaron facilitadores como TIC preexistente y rápida formación, y barreras como brecha digital, falta de normativas claras y reticencia inicial de profesionales. Concluyeron que la sostenibilidad requiere integrar IA para

optimizar flujos de triage y diagnóstico preliminar, maximizando eficiencia a largo plazo. Limitaciones incluyen auto-reporte y falta de datos homogéneos sobre efectividad clínica.

En el contexto nacional de Ecuador, el Ministerio de Salud Pública publicó la Estrategia Nacional de Salud Digital 2020-2025 con lineamientos para teleconsulta, historia clínica electrónica y monitoreo remoto, basados en diagnóstico de infraestructura y experiencias internacionales. Aunque no incluye teleodontología de forma específica, define objetivos de accesibilidad y continuidad de atención mediante TIC, identifica brechas de conectividad y normativas de protección de datos, y busca interoperabilidad de sistemas. La falta de detalle en odontología muestra la oportunidad de adaptar estas líneas al diseño del STO-IA en el Centro de Salud C, ajustando políticas y tecnología a las necesidades locales de Zaruma (23).

La Agenda Digital de Salud del MSP Ecuador (24) documentó proyectos piloto y sistemas de información en salud, indicando aumento de teleconsulta en medicina general tras la pandemia y desarrollo de historias clínicas electrónicas en primer nivel. Señaló la baja penetración de servicios dentales digitales por falta de recursos específicos. Aunque se basa en reportes internos y carece de medición de impacto clínico en salud bucal, aporta datos de cobertura de internet en zonas urbanas y rurales y uso de teleconsulta, fundamentales para dimensionar la viabilidad del STO-IA en Zaruma, considerando refuerzo de conectividad móvil o satelital y capacitación de personal y usuarios (24).

Viteri et al. (25) diseñaron el protocolo de un estudio en escolares de Galápagos para determinar prevalencia e incidencia de caries y evaluar efecto de cepillado supervisado y barniz de flúor. Se planteó cohorte prospectiva con exámenes según criterios ICDAS/CPOD y seguimiento semestral, recogiendo variables sociodemográficas y de dieta. Aunque centrado en población insular con desafíos logísticos, proporciona datos epidemiológicos clave sobre incidencia de caries y eficacia de intervenciones preventivas en contexto de acceso limitado.

Sinchiguano (26) efectuó un estudio transversal en escolares de 12 años en Parroquia Tena, analizando prevalencia de caries y su relación con riesgo cariogénico dietético mediante

examen CPOD y encuesta de hábitos. Encontró prevalencia de caries de 96.9% y asociación significativa con alto riesgo dietético, con mayor carga en zonas rurales y estratos socioeconómicos bajos. Limitaciones incluyen diseño transversal y sesgo de autoinforme. Estos hallazgos enfatizan la alta carga de caries en población infantil ecuatoriana y la conveniencia de módulos de teleodontología que identifiquen a distancia grupos de alto riesgo para priorizar educación.

Achig (27) evaluó en Riobamba la prevalencia de caries y nivel de placa en escolares de 6 a 12 años en un estudio transversal con índices CPOD y Silness-Löe, hallando prevalencia superior al 90% y niveles moderados a altos de placa en más del 60%. Identificó factores asociados como baja frecuencia de cepillado y acceso limitado a servicios preventivos. Limitaciones incluyen la falta de seguimiento longitudinal y variabilidad en examen clínico. Estas evidencias apuntan a la necesidad de diagnóstico preliminar remoto mediante envío de fotografías intraorales y triage que clasifique prioridad de atención presencial para casos con mayor riesgo.

Guzmán et al. (28) realizaron una revisión documental sobre prevalencia, factores y prevención de caries en niños latinoamericanos, incluyendo estudios de Ecuador y otros países entre 2015-2022. Hallaron prevalencias entre 60-95% según región y grupo etario, con factores de riesgo comunes. Identificaron intervenciones eficaces como programas escolares de barniz de flúor y campañas educativas. Limitaciones incluyeron heterogeneidad metodológica y falta de datos longitudinales.

1.2 Antecedentes Conceptuales

1.2.1 Teleodontología asistida por Inteligencia Artificial (STO-IA) y sus definiciones

La Teleodontología asistida por Inteligencia Artificial (STO-IA) se entiende como el conjunto de prácticas que emplean tecnologías de telecomunicación e IA para prestar servicios odontológicos a distancia, tanto en modalidad síncrona como asíncrona. En su alcance básico,

STO-IA permite ampliar la cobertura en zonas remotas y optimizar el uso de instalaciones físicas, favoreciendo la continuidad del cuidado bucal. Su integración con la Historia Clínica Electrónica (HCE) es fundamental para registrar interacciones, documentar diagnósticos preliminares y asegurar seguimiento adecuado (29,32).

Conceptualmente, STO-IA se inscribe dentro de eHealth y mHealth, incorporando componentes de teleconsulta y plataformas digitales. En el primer nivel de atención, su adopción responde a la necesidad de superar barreras geográficas y de infraestructura tradicional. Además, al integrar IA, STO-IA posibilita la automatización de tareas como triage y diagnóstico preliminar con imágenes intraorales, liberando tiempo del profesional para casos complejos y potenciando la eficiencia operativa (30-35).

Las modalidades de teleconsulta se dividen en síncrona y asíncrona. En la modalidad síncrona, la videoconferencia (VC) permite la interacción en tiempo real, guiando al paciente en la captura de fotografías intraorales de calidad y en la descripción de síntomas. En la modalidad asíncrona, el paciente envía datos o imágenes que se analizan posteriormente. Esta distinción implica distintos requisitos de conectividad: VC demanda baja latencia y ancho de banda estable, mientras que la asincronía puede operar con conexiones intermitentes, almacenando y reenviando datos cuando la red lo permita (29,32,33).

Para STO-IA, combinar ambas modalidades resulta estratégico: un triage inicial asíncrono puede priorizar casos y derivar a consultas síncronas cuando sea necesario. Esto reduce sobrecarga de VC innecesarias y optimiza uso de recursos. Desde el punto de vista tecnológico, se requieren plataformas seguras que soporten transmisión de video y transferencia de archivos, con interfaces intuitivas tanto para profesionales como para pacientes y funcionalidades de notificación y recordatorios automáticos (35).

1.2.2 Fundamentos de inteligencia artificial en diagnóstico preliminar, diseño e implementación de triage automático basado en IA

La adquisición de imágenes intraorales de alta resolución es la base para el diagnóstico preliminar asistido por IA. Se definen estándares de captura que incluyen iluminación adecuada, enfoque nítido y angulación consistente, garantizando calidad diagnóstica mínima. Estas imágenes requieren preprocesamiento, que abarca normalización de brillo y contraste, reducción de ruido y ajuste de tamaño para adecuarlas al análisis automatizado (30).

Los pipelines de procesamiento comienzan con métodos clásicos de visión por computadora y avanzan hacia redes neuronales convolucionales (CNN). Las CNN aprenden representaciones complejas de estructuras dentales y anomalías. Es esencial contar con protocolos de curación de datos: anonimización, consenso de expertos para etiquetado de zonas de caries o lesiones, balance de clases y diversidad en las muestras (edad, sexo, tonalidad de mucosa) para mitigar sesgos en el modelo (18,30).

La IA en odontología se basa en algoritmos de aprendizaje automático *machine learning* (ML) y *deep learning*. En ML supervisado, se definen características manuales extraídas de imágenes o datos clínicos; en deep learning, las CNN aprenden automáticamente características relevantes. El entrenamiento de modelos implica división de datos en conjuntos de entrenamiento, validación y prueba, y el uso de métricas como sensibilidad, especificidad y área bajo la curva ROC para evaluar desempeño (30).

Para incorporar diagnóstico preliminar en STO-IA, es imprescindible contar con datasets representativos de la población local. Esto exige protocolos de consentimiento informado para uso de imágenes y datos clínicos y procedimientos de anonimización. La validación interna y externa permite verificar robustez. Un estudio piloto prospectivo en el Centro de Salud C –

Zaruma compararía diagnóstico automático versus valoración profesional presencial, midiendo concordancia y tasas de error (18,30).

El triage automático aplica modelos predictivos de ML que clasifican urgencias según datos de síntomas y, potencialmente, señales extraídas de imágenes iniciales. Para diseñar este módulo, se definen clases de urgencia y se entrena el modelo con historiales previos categorizados por profesionales, incluyendo variables clave como intensidad y duración del dolor, signos sistémicos y hallazgos visuales mínimos (19,31).

La robustez del triage depende de la calidad y representatividad de los datos de entrenamiento. En STO-IA, el sistema sugiere la vía de atención: teleconsulta inmediata, agendar cita presencial urgente o seguimiento asincrónico. La interfaz debe mostrar prioridad del paciente junto con nivel de confianza del modelo, y alertar al profesional cuando la confianza sea insuficiente. Un componente crítico es la supervisión continua por parte del odontólogo para validar y ajustar el módulo conforme se disponga de nuevos datos locales (19,31).

1.2.3 Interoperabilidad, monitoreo, evaluación y mejora continua

Para integrarse con sistemas de salud, STO-IA debe cumplir estándares de interoperabilidad. Se adoptan protocolos como HL7/FHIR para intercambio de datos estructurados con resultados de triage, diagnósticos preliminares, y DICOM para imágenes radiográficas. La plataforma expone interfaces de programación (API) seguras que permiten comunicación con la HCE del Ministerio de Salud o del IESS, facilitando referenciación y contrarreferencia automática cuando se requiera consulta a especialistas (21,34).

Conceptualmente, esta integración soporta flujo continuo de información: se registra cada interacción, se actualiza el historial del paciente y se genera trazabilidad para vigilancia epidemiológica. Asimismo, se deben definir formatos de datos y vocabularios estandarizados

para describir hallazgos de IA, evitando ambigüedades. El cumplimiento de normas técnicas y de seguridad refuerza la confianza de autoridades y usuarios en STO-IA (21,34).

La adopción de STO-IA depende de factores de aceptación entre profesionales y pacientes. Para profesionales, se evalúan percepción de utilidad y facilidad de uso; la formación inicial, demostraciones prácticas y soporte técnico continuo aumentan la disposición a emplear herramientas digitales (35). Para pacientes, se desarrollan guías claras sobre uso de la plataforma, enfatizando beneficios como reducción de desplazamientos y celeridad en la orientación.

Es recomendable realizar estudios formales de usabilidad: pruebas con prototipos que midan eficiencia en flujos de triage o consulta y recaben retroalimentación cualitativa sobre barreras percibidas. Estos hallazgos informan iteraciones de diseño, mejorando la interfaz y aumentando la satisfacción, lo que a su vez favorece el cumplimiento y la continuidad de atención remota (35).

Asegurando que los modelos se mantengan precisos y relevantes a medida que cambian patrones epidemiológicos o condiciones de la población (17).

En operación, STO-IA debe contar con un panel de control que registre indicadores clave: precisión del triage (concordancia con valoración profesional), tasas de diagnósticos confirmados en consultas presenciales, tiempos de respuesta en teleconsultas, satisfacción de usuarios y eventos adversos relacionados con IA. Estos indicadores se reportan periódicamente a un comité local que evalúa necesidad de ajustes o reentrenamiento (31).

Se deben incorporar mecanismos de retroalimentación profesional, donde el odontólogo indique aciertos y fallos del sistema, alimentando el ciclo de mejora continua. Además, se realizan auditorías de sesgo para detectar desempeño diferencial en subgrupos poblacionales y asegurar

equidad. Este enfoque de calidad total en salud bucal permite que STO-IA evolucione y responda a nuevas necesidades epidemiológicas (31).

1.2.4 Escalabilidad y sostenibilidad del sistema, evaluación de usabilidad y experiencias de usuario

El diseño modular de STO-IA basado en microservicios facilita la expansión a otros centros de salud. Cada componente incluye triage, diagnóstico de imágenes, videoconferencia e interoperabilidad, y puede dimensionarse según la demanda. Es necesario evaluar los costos de mantenimiento como servidores, licencias y actualizaciones de IA frente a los beneficios de reducir consultas presenciales innecesarias, optimizar la gestión de recursos humanos y mejorar los indicadores de salud (20,22).

La sostenibilidad exige modelos de financiamiento mixtos que involucren al Ministerio de Salud Pública, al IESS y a alianzas con universidades para brindar soporte técnico y formación continua. Además, se planifica capacitar de forma permanente al personal local para asegurar la transferencia de conocimiento y la autonomía operativa. Este enfoque contribuye a que STO-IA permanezca como un recurso estable en la atención primaria odontológica (20,22).

Para optimizar la adopción, se diseñan estudios formales de usabilidad que evalúen eficiencia, efectividad y satisfacción en flujos clave de STO-IA. Se utilizan metodologías de interacción humano-computadora: pruebas de usuario con escenarios reales, medición de tiempos para completar tareas de triage o consulta y entrevistas para identificar barreras percibidas (35).

Los resultados informan iteraciones de diseño de la interfaz, mejorando la experiencia tanto de profesionales como de pacientes. La incorporación de guías visuales, tutoriales interactivos y sistemas de ayuda contextual contribuye a reducir la curva de aprendizaje. Una

buena experiencia de usuario impulsa la confianza y el uso continuo de STO-IA, amplificando su impacto en la salud bucodental comunitaria (35).

1.3 Antecedentes contextuales

1.3.1 Ubicación, características demográficas y socioeconómicas, cartera de servicios y capacidades operativas

El Centro de Atención Ambulatoria del IESS en Zaruma se ubica en la provincia de El Oro, con su sede actual en la Plaza de la Independencia y Rocafuerte, y un proyecto de reubicación en la Avenida Isidro Ayora y Los Pomarrosos. Esta localización estratégica busca mejorar accesos desde la cabecera urbana y facilitar conexiones con vías principales, considerando la orografía accidentada de la región y la dispersión de centros poblados en el área rural circundante. La elección del nuevo emplazamiento responde a la necesidad de mayor visibilidad, accesibilidad vial y mejores condiciones de infraestructura para equipamiento médico y tecnológico (38).

El ámbito de cobertura comprende los cantones Zaruma y Atahualpa, limitando con la provincia del Azuay al norte, Portovelo al sur, Loja al este y Piñas, Atahualpa, Chilla y Pasaje al oeste. Esta extensión geográfica mixto-urbano-rural implica diversidad en densidad de población, patrones de asentamiento y medios de transporte: desde zonas céntricas con acceso relativamente directo al centro, hasta comunidades dispersas con caminos de difícil transitar en temporadas lluviosas. La dispersión obliga a pensar en mecanismos que acerquen la atención a los usuarios, como teleconsulta asincrónica y puntos de apoyo comunitarios para capturar información clínica remota (38).

La población adscrita al IESS en esta área suma alrededor de 32 800 usuarios, con unos 12 100 afiliados directos en Zaruma y 5 933 en Atahualpa, cifras proyectadas similares para 2024, lo que refleja estabilidad demográfica pero también ligera variación estacional por

movilidad laboral (actividades mineras y agrícolas). Esta base de usuarios demanda un centro de primer nivel con capacidad amplia de cobertura, adaptado a contextos rurales, y un modelo flexible que soporte fluctuaciones de demanda y permita monitorizar grupos vulnerables sin necesidad de desplazamientos frecuentes. Esto fundamenta la pertinencia de integrar STO-IA para optimizar accesos y reducir barreras geográficas (38).

La población atendida presenta una estructura demográfica equilibrada por sexo, con aproximadamente 50 % de hombres y 50 % de mujeres, y diversidad en rangos etarios: poblaciones infantil, adulta y de la tercera edad requieren enfoques diferenciados de prevención, promoción y atención. En niños, se priorizan intervenciones educativas y preventivas; en adultos, manejo de patologías crónicas bucales y seguimiento; en personas mayores, detección de complicaciones asociadas a comorbilidades sistémicas y cuidados especiales. Estas variaciones exigen que cualquier sistema de STO-IA contemple módulos específicos para cada grupo etario, con cuestionarios y guías adaptadas (38).

En cuanto al nivel socioeconómico, Zaruma y Atahualpa registran tasas de pobreza en torno al 24 % y 13,5 % respectivamente, cifras que afectan determinantes sociales de salud bucodental, como acceso a higiene oral adecuada, nutrición y capacidad de asistir a citas presenciales. Esta realidad socioeconómica indica la conveniencia de priorizar servicios preventivos y de bajo costo, y de usar la teleodontología para reducir barreras económicas de transporte y tiempo perdido en desplazamientos. Asimismo, los programas educativos digitales deben ser sencillos, con soporte en ilustraciones y lenguaje claro, considerando niveles de escolaridad predominantes en primaria completa (38).

Los niveles de escolaridad muestran predominio de educación primaria completa y menor proporción con estudios superiores, lo que orienta la estrategia de comunicación sanitaria: los materiales deben ser accesibles, con lenguaje llano y uso de recursos visuales y auditivos cuando sea posible. En el diseño de STO-IA, esto implica interfaces intuitivas que guíen al usuario paso

a paso en capturar imágenes intraorales o completar cuestionarios. Además, es necesario planificar sesiones de capacitación comunitaria para mejorar la alfabetización digital, de modo que la población se familiarice con la plataforma y confíe en la teleconsulta como complemento de la atención presencial (38).

El centro presta servicios de medicina general, pediatría, ginecología, psicología, odontología, laboratorio, rehabilitación física, farmacia y urgencias, atendiendo afiliados del IESS, del Seguro Social Campesino y a la comunidad general. Esta diversidad implica coordinación multidisciplinaria y flujos de referencia internos para atender casos que requieran evaluación conjunta, lo que también se extiende a la teleconsulta: una consulta de triage odontológico puede derivar a atención médica urgente o a laboratorio para exámenes complementarios, todo coordinado digitalmente (38).

En odontología, se cuenta con un consultorio y un odontólogo con auxiliar que atienden consultas iniciales y emergencias de dolor o hemorragia. Se realizan procedimientos de endodoncia, exodoncia, periodoncia, restauraciones, sellantes, fluorización y radiografía periápical. La producción histórica indica que en 2013 se atendieron alrededor de 2 804 pacientes con un promedio de atención por hora limitado, evidenciando saturación. Además, la coordinación con otros servicios: laboratorio para exámenes previos, farmacia para dispensa de medicamentos profilácticos o analgésicos, rehabilitación para seguimiento de procedimientos orales que requieran ejercicios de masticación, puede optimizarse con una plataforma integrada (38).

1.3.2 Perfil epidemiológico, demanda de salud bucodental, producción y demanda insatisfecha

Las estadísticas de morbilidad reportan que la caries dental fue la primera causa de consulta con miles de atenciones anuales, seguida por enfermedades de pulpa y tejidos

periapicales. Estas patologías representan una carga significativa en el primer nivel, donde la detección temprana y la intervención oportuna son críticas para evitar complicaciones mayores. La prevalencia elevada sugiere déficit en programas preventivos o demoras en el acceso a atención, especialmente en áreas rurales, subrayando la importancia de mecanismos remotos de cribado y seguimiento (38).

El elevado volumen de patología bucodental revela la urgencia de reforzar la detección temprana y gestionar casos de forma más eficiente. En este sentido, un sistema de triage automático y diagnóstico preliminar por imágenes intraorales podría identificar rápidamente usuarios con sospecha de caries avanzada o abscesos, priorizando su atención presencial y evitando progresión de la enfermedad. Asimismo, la monitorización remota facilitaría seguimiento de tratamientos preventivos o postoperatorios, reduciendo reconsultas innecesarias y mejorando adherencia a recomendaciones de higiene oral (38).

Los registros muestran crecimiento sostenido en consultas externas y odontológicas, con incrementos superiores al 30 % entre 2012 y 2013 en consulta general, lo cual se traduce en saturación de citas en odontología. A pesar del aumento de demanda, existe una demanda insatisfecha estimada en torno al 35 % de afiliados que no logran cita oportuna, lo que ocasiona recurrencia a servicios privados o demoras de tratamiento que agravan condiciones bucales. Esto exige soluciones que alivien la congestión de la agenda tradicional (38).

1.3.3 Recursos humanos y equipamiento

El centro dispone de 37 profesionales en diversas áreas, pero la proporción en odontología (un odontólogo y un auxiliar) resulta insuficiente ante la demanda registrada. Esta escasez de personal conduce a agotamiento y sobrecarga, comprometiendo la calidad y

oportunidad de la atención bucodental. El equipamiento de odontología data de 2011, con necesidad de mantenimiento y modernización (38).

1.3.4 Servicios básicos y conectividad comunitaria

La cobertura de servicios básicos en el área de influencia muestra agua potable en 61,6 % de hogares en Zaruma y 76,0 % en Atahualpa, mientras que internet fijo llega a solo 8,4 % de hogares en Zaruma y 46 % en Atahualpa. Esta realidad de conectividad limitada hace impracticable una dependencia exclusiva de teleconsulta en tiempo real y obliga a priorizar modos asincrónicos para captura y envío de información cuando la red lo permita. Asimismo, la mayor penetración de telefonía celular (73,8 % en Zaruma) sugiere diseñar aplicaciones web o móviles livianas que funcionen sobre datos móviles y permitan compresión de imágenes sin sacrificar calidad diagnóstica (38).

La dispersión geográfica y la población migrante, debido a actividades mineras o agrícolas estacionales, implican que las estrategias de comunicación deben ser flexibles: notificaciones y recordatorios deben adaptarse a variaciones de ubicación y disponibilidad de red. Se pueden emplear mensajes de texto o aplicaciones de mensajería con bajos requerimientos de datos para coordinar teleconsulta asincrónica, y planificar kioscos de salud comunitarios con conectividad intermitente para enviar datos más pesados cuando sea posible.

La limitación en conectividad fija resalta la necesidad de alianzas con proveedores de telecomunicaciones para explorar soluciones complementarias y la creación de espacios en el centro con conectividad robusta para que los usuarios puedan acudir a sesiones de teleconsulta o enviar imágenes cuando no dispongan de buena señal en su domicilio. Esta infraestructura híbrida combina presencia física y remota según contexto (38).

1.3.5 Modelo de atención y articulación en red

El modelo de atención integral del centro sigue un enfoque preventivo, familiar, comunitario e intercultural, donde el primer nivel actúa como puerta de entrada y nodo de coordinación con otros niveles de atención. Esto implica que las actividades odontológicas deben integrarse en flujos de referencia y contrarreferencia sólidos, estableciendo rutas claras para derivar casos complejos a especialistas o servicios de segundo nivel (38).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general

Analizar las características de la atención odontológica y el uso de herramientas tecnológicas en el Centro de Salud C - Materno Infantil y Emergencias Zaruma.

2.1.2 Objetivos Específicos

Describir las características demográficas de los pacientes atendidos en el servicio odontológico del Centro de Salud C - Materno Infantil y Emergencias Zaruma.

Identificar los requerimientos clínicos específicos en la atención odontológica brindada en el Centro de Salud C - Materno Infantil y Emergencias Zaruma.

Recomendar estrategias de optimización tecnológica orientadas a mejorar la eficiencia y calidad del servicio odontológico en el Centro de Salud C - Materno Infantil y Emergencias Zaruma.

2.2 Tipo de estudio o investigación realizada

Se plantea un estudio observacional retrospectivo descriptivo-analítico de base secundaria, basado en el análisis de los registros administrativos de atenciones odontológicas del Centro de Salud C – Materno Infantil y Emergencias Zaruma correspondientes al año 2024, complementado con la modelación de la propuesta de optimización tecnológica.

Este diseño permite caracterizar la distribución de variables y explorar asociaciones con nivel de acceso tecnológico, sin intervención experimental sobre los sujetos de estudio. Además, se incluye un componente de modelación que, a partir de los hallazgos descriptivos y analíticos, construye y evalúa una propuesta de sistema de Teleodontología asistido por Inteligencia Artificial orientada a optimizar flujos de atención.

La elección de un enfoque retrospectivo descriptivo-analítico se fundamenta en la disponibilidad de datos ya registrados en el sistema del Centro: registros administrativos que documentan edad, sexo, procedencia, tipo de servicio odontológico y fechas de atención. Este enfoque permite generar evidencia sobre patrones de demanda y uso de servicios tal como ocurrieron en 2024, lo cual es esencial para fundamentar la propuesta de optimización (39).

La fase de modelación se basa en esos resultados, integrando criterios operativos y tecnológicos sugeridos por la literatura de teleodontología asistida por IA. Estudios similares que caracterizan atención odontológica han empleado diseños descriptivos con análisis de registros administrativos y encuestas complementarias para explorar relaciones entre variables sociodemográficas y tipos de servicios (39).

2.3 Paradigma de investigación

El paradigma subyacente es el positivista en su vertiente del conocimiento cuantitativo orientado a describir y medir fenómenos sociales en salud bucodental a partir de datos objetivos y verificables.

En esta investigación, la fase descriptiva y analítica de registros sigue ese enfoque: extraer datos de manera estructurada, operacionalizar variables (edad, sexo, procedencia, tipo de servicio, nivel de acceso tecnológico) y aplicar técnicas estadísticas para examinar su distribución y relaciones. Al mismo tiempo, se adopta un enfoque pragmático al incorporar un componente de modelación de la propuesta tecnológica.

2.3.1 Población

La población de estudio en la fase cuantitativa comprende todos los registros de pacientes que recibieron atención odontológica en el Centro de Salud C – Materno Infantil y Emergencias Zaruma durante el año 2024. Estos registros incluyen datos demográficos (edad, sexo, zona de

procedencia), tipo de afiliación, tipo de servicio odontológico brindado (consulta inicial, seguimiento, urgencia, procedimiento específico), fecha de atención y, de estar disponible, datos de tiempo de espera o duración de la consulta.

2.3.2 Muestra

La muestra de este estudio es de tipo censal, ya que se analizan los registros de todos los pacientes que recibieron atención odontológica en el Centro de Salud C – Materno Infantil y Emergencias Zaruma durante el año 2024.

2.4 Métodos teóricos y materiales utilizados

2.4.1 Revisión de estudios de caracterización

Se recopilaron estudios recientes en contextos ecuatorianos y latinoamericanos que hayan realizado caracterizaciones de servicios odontológicos mediante análisis de registros administrativos y encuestas descriptivas. Se extrajeron detalles de diseño: tipo de estudio, definición de variables demográficas y de servicio, técnicas de muestreo y métodos de análisis. Estas referencias sirven de guía para definir rangos de edad apropiados, clasificaciones de tipo de servicio y categorías de procedencia urbano/rural adaptadas a la delimitación geográfica del área de influencia del Centro de Salud C. Asimismo, se identifican instrumentos de medición de nivel de acceso tecnológico validados en poblaciones similares.

Referencias académicas dedicadas a diseños descriptivos en salud profesional ofrecen marcos conceptuales para estructurar la caracterización. Se comparan definiciones de variables de estudios previos con los registros disponibles en el Centro, ajustando categorías para asegurar compatibilidad y robustez metodológica. Este proceso de comparación y adaptación se documenta de forma narrativa en la tesis, señalando las fuentes específicas consultadas y los criterios para adoptar o modificar cada variable.

2.4.2 Materiales para la fase teórica

- Bases de datos bibliográficas académicas con el fin de búsqueda de estudios de caracterización en odontología y teleodontología.
- Artículos sobre paradigmas de investigación y diseños descriptivos en salud para fundamentar el enfoque metodológico.
- Guías y manuales de SPSS para planificar el análisis estadístico.
- Documentos institucionales del Centro de Salud C y del IESS que describen formatos y campos del registro administrativo de atenciones odontológicas. Esta revisión orienta la forma de extraer y codificar variables.

2.5 Métodos empíricos y materiales utilizados

La fase empírica se centra en la extracción, limpieza y análisis de los registros administrativos de atenciones odontológicas de 2024, así como en la integración de información sobre nivel de acceso tecnológico cuando esté disponible.

2.5.1 Extracción y manejo de datos administrativos

- *Acceso a la base de datos:* se obtuvo autorización institucional para extraer el dataset de atenciones odontológicas del año 2024. Los campos solicitados incluyen identificador codificado del paciente, edad, sexo, zona de procedencia, tipo de afiliación, tipo de servicio odontológico, fecha de atención, diagnóstico registrado, tiempo de espera o duración de la consulta si existe.
- *Exportación y limpieza preliminar:* los datos se exportaron en formato de hoja de cálculo. Se unificaron formatos de fecha, se estandarizan nombres de zonas según codificación oficial y se codificaron tipos de servicio conforme a la clasificación definida en los métodos teóricos.

Se detectaron y eliminaron registros duplicados y registros con datos faltantes en variables esenciales según criterios predefinidos.

- *Preparación para SPSS:* el archivo limpio se importó a SPSS. Se definieron variables con etiquetas y niveles de medición adecuados: edad como variable numérica y categórica según rangos, sexo y zona como variables nominales, tipo de servicio como variable categórica nominal, afiliación como variable nominal, fecha de atención para cálculos adicionales.
- *Control de calidad de datos:* se revisó la consistencia lógica de las variables: se verificó que las edades correspondan a los rangos esperados para cada tipo de servicio. Se examinaron fechas de atención para detectar inconsistencias temporales. Se documentaron patrones de datos faltantes y se decide sobre imputación o exclusión basándose en la proporción de ausencia y el posible sesgo que generaría.

2.5.2 Modelación de la propuesta de optimización tecnológica

A partir de los hallazgos descriptivos y del análisis de asociaciones, se construyó un modelo conceptual de Teleodontología asistida por IA adaptado a la realidad del Centro de Salud C. Los resultados empíricos informaron parámetros clave tales como la proporción de atenciones urgentes, el perfil demográfico de usuarios con alto o bajo acceso tecnológico y el volumen de consultas por mes. Sobre esta base se modelaron flujos de triaje automático, criterios de priorización de teleconsulta versus cita presencial y requerimientos de infraestructura.

La modelación se documentó de manera narrativa y mediante diagramas de flujo o pseudocódigo que describieron los componentes del sistema: módulo de triaje, módulo de análisis de imágenes y módulo de videoconferencia optimizada. Se validó la coherencia interna del modelo contrastando escenarios hipotéticos de demanda con los datos reales obtenidos.

2.5.3 Materiales para la fase empírica

- *Software:* Se utilizó SPSS Statistics versión 25 o superior para el análisis cuantitativo. Se empleó un editor de texto para la documentación de sintaxis y resultados. Cuando se requirió modelado adicional o simulaciones, se emplearon hojas de cálculo avanzadas o software de prototipado.

- *Documentación:* Se guardaron registros de sintaxis de SPSS que incluyeron todos los pasos de importación, codificación, limpieza, análisis descriptivo, bivariado y multivariado. Se mantuvo un diario de campo digital o un documento de metodología donde se registraron las decisiones metodológicas.
- *Protocolos:* Se elaboraron instrucciones escritas para la extracción de datos, pautas detalladas para la limpieza y codificación, guías de vinculación anónima de datos de acceso tecnológico cuando aplicó y procedimientos para la documentación de la modelación de la propuesta.

2.6 Técnicas estadísticas para el procesamiento de datos obtenidos

Se detallaron las técnicas estadísticas aplicadas en SPSS para analizar los datos extraídos y cumplir los objetivos específicos metodológicos.

2.6.1 Análisis descriptivo

- Se calcularon frecuencias absolutas y porcentajes de cada tipo de servicio odontológico en el año 2024.
- Se elaboraron tablas de distribución de edad, sexo.
- Se cruzó la distribución de tipo de servicio según subgrupos demográficos.
- Si se contó con la variable de nivel de acceso tecnológico, se obtuvo su distribución y se examinó su prevalencia en la población atendida. Estos resultados permitieron visualizar patrones generales de demanda y características de la población.

2.6.2 Evaluación de normalidad y distribución de variables continuas

- Dado que los datos demográficos disponibles corresponden a tabulaciones históricas agregadas de frecuencias por grupo etario y sexo, no se contó con registros individuales de edad ni de número de atenciones por paciente. Por esta razón, no fue posible realizar pruebas de normalidad de variables continuas ni aplicar análisis estadísticos paramétricos basados en distribuciones de datos individuales. Los análisis realizados se centraron en descripciones de frecuencias absolutas y relativas, complementadas con representaciones gráficas de

proporciones.

- Según los resultados, se decidió el uso de pruebas paramétricas o no paramétricas en análisis posteriores.

2.6.3 Análisis bivariado

- Se construyeron tablas de contingencia cruzando tipo de servicio con variables categóricas: sexo y grupo etario. Se aplicó la prueba de chi cuadrado para independencia y, cuando alguna celda presentó recuentos bajos, se empleó la prueba exacta de Fisher. Se registraron los estadísticos y niveles de significación, interpretando la fuerza de la asociación.
- Se compararon medias de edad o número de atenciones por subgrupos de nivel de acceso tecnológico usando prueba t de Student o ANOVA si se cumplieron supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, o pruebas no paramétricas (Mann-Whitney U o Kruskal-Wallis) cuando no se cumplieron. Se documentaron los resultados y las diferencias entre grupos.

2.6.4 Presentación de resultados

- Se prepararon tablas claras con encabezados descriptivos: frecuencias y porcentajes en análisis descriptivo; estadísticos y valores p en análisis bivariado; coeficientes con odds ratio e intervalos de confianza en análisis multivariado.
- Se generaron gráficos sencillos: diagramas de barras para distribuciones categóricas, histogramas o gráficos de densidad para variables continuas y diagramas de interacción cuando se exploraron términos de interacción.
- Se incluyó el registro de sintaxis de SPSS con todos los comandos para importación, limpieza, recodificación, análisis descriptivo, bivariado y multivariado. Este registro se incorporó como anexo de la tesis para asegurar replicabilidad y transparencia.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

3.1 Caracterización Demográfica de la Población Atendida

La caracterización demográfica de los pacientes que acceden al servicio odontológico del Centro de Salud C – Materno Infantil y Emergencias IESS Zaruma se fundamenta en los antecedentes históricos contenidos en el *Programa Médico Funcional (PMF)* de la institución, así como en la información parcial obtenida de la base de datos correspondiente al año 2024. Esta aproximación permite comprender el perfil poblacional que demanda atenciones odontológicas y establecer una línea base sobre la cual interpretar la dinámica de la oferta y la demanda de servicios.

3.2 Distribución de la población atendida según edad

La siguiente tabla muestra la distribución histórica por grupo de edad de los pacientes que acuden al centro de salud, de acuerdo con los datos del PMF.

Tabla 1

Distribución de la población atendida por grupo de edad

Grupo de Edad	Frecuencia Absoluta	Porcentaje (%)
0 a 4 años	2.830	6.6
5 a 9 años	3.286	7.7
10 a 14 años	3.429	8.1
15 a 19 años	2.842	6.7
20 a 49 años	19.354	45.9
50 a 64 años	5.731	13.6

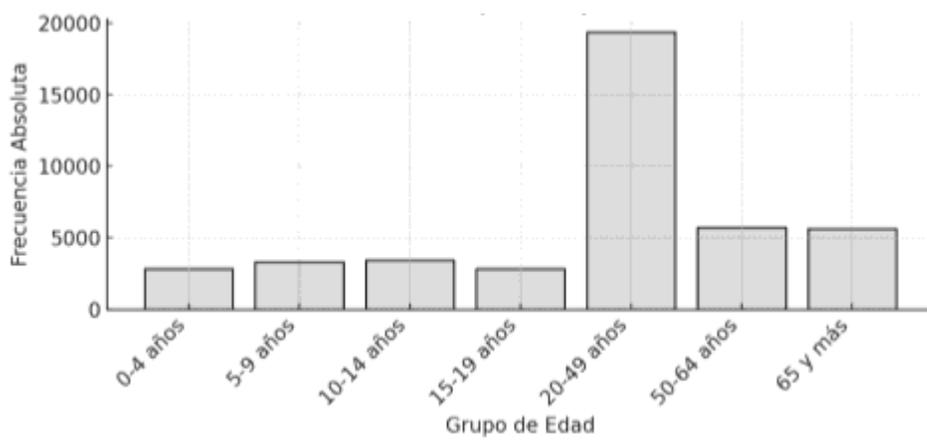
65 años y más	5.638	13.4
Total	42.110	100

Nota: Base de datos de las atenciones odontológicas del Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y Emergencias Zaruma del año 2024.

La tabla 1 presenta la distribución de la población atendida en el Centro de Salud C - Materno Infantil y Emergencias IESS Zaruma según grupos de edad. Los datos, obtenidos del Programa Médico Funcional (PMF) y la base de datos de atenciones odontológicas del año 2024, muestran que el grupo etario más representado es el de 20 a 49 años, con un 45.9% de la población atendida, seguido por los grupos de 50 a 64 años y 65 años y más, con un 13.6% y 13.4%, respectivamente. La tabla refleja una amplia cobertura que incluye desde niños pequeños hasta adultos mayores.

Figura 1

Distribución de la población atendida por grupo de edad



Nota: Base de datos de las atenciones odontológicas del Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y Emergencias Zaruma del año 2024.

La población atendida presenta predominio del grupo etario de 20 a 49 años, que representa el 45.9% del total. Los niños de 5 a 14 años constituyen aproximadamente un 16%, mientras que los adultos mayores de 65 años corresponden al 13.4%, lo que evidencia una diversidad etaria relevante para planificar los servicios odontológicos.

3.3 Distribución de la población atendida según grupo etario

Para fines analíticos, se agruparon las edades en categorías más amplias:

- Niños (0 a 14 años)
- Adolescentes y adultos jóvenes (15 a 49 años)
- Adultos mayores (50 años y más)

Tabla 2

Distribución por grupo etario consolidado

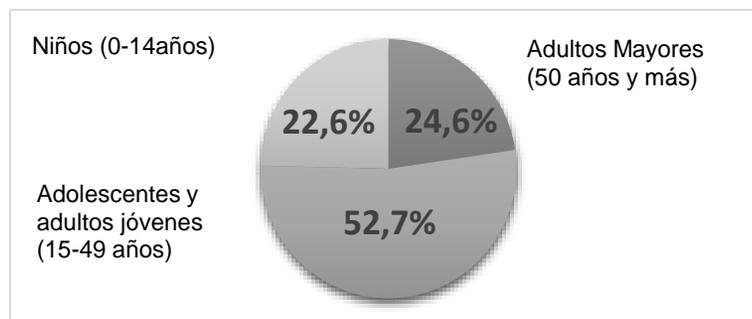
Grupo Etario	Frecuencia Absoluta	Porcentaje (%)
Niños (0–14 años)	9.545	22.6
Adolescentes y adultos jóvenes (15–49 años)	22.196	52.7
Adultos mayores (50 años y más)	10.369	24.6
Total	42.110	100

Nota: Base de datos de las atenciones odontológicas del Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y Emergencias Zaruma del año 2024.

La Tabla 2 muestra la distribución consolidada por grupo etario de los pacientes atendidos en el Centro de Salud C - Materno Infantil y Emergencias IESS Zaruma durante el año 2024. Se observa que el grupo de adolescentes y adultos jóvenes (15-49 años) constituye la mayor proporción de la población atendida, con un 52.7%, seguido por los adultos mayores (50 años y más) con un 24.6% y los niños (0-14 años) con un 22.6%. Estos datos reflejan la alta demanda de servicios odontológicos en los grupos etarios adultos y jóvenes.

Figura 2

Distribución por grupo etario consolidado



Nota: Base de datos de las atenciones odontológicas del Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y

Emergencias Zaruma del año 2024.

Más de la mitad de la población corresponde al grupo de adolescentes y adultos jóvenes (52.7%). Este hallazgo es relevante para orientar estrategias preventivas y de promoción de salud bucal enfocadas en este segmento etario.

Tabla 3

Distribución por sexo

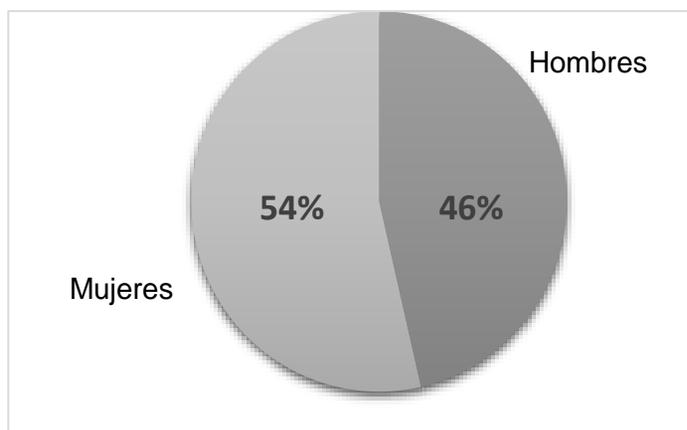
Sexo	Frecuencia Absoluta	Porcentaje (%)
Hombres	19.550	46.4
Mujeres	22.560	53.6
Total	42.110	100

Nota: Base de datos de las atenciones odontológicas del Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y Emergencias Zaruma del año 2024.

La Tabla 3 presenta la distribución por sexo de los pacientes atendidos en el Centro de Salud C - Materno Infantil y Emergencias IESS Zaruma en 2024. Según los datos, las mujeres constituyen el grupo mayoritario con un 53.6% de las atenciones, mientras que los hombres representan el 46.4%. Estos resultados evidencian una ligera predominancia de la demanda odontológica femenina en el centro de salud.

Figura 3

Distribución por sexo



Nota: Base de datos de las atenciones odontológicas del Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y Emergencias Zaruma del año 2024.

Históricamente, la atención odontológica ha tenido una ligera predominancia de mujeres, con un 53.6% del total de consultas.

3.4 Análisis mediante prueba de chi cuadrado

Tabla 4

Contingencia observada

Grupo de Edad	Hombres	Mujeres	Total
0–14 años	4,500	5,045	9,545
15–49 años	10,000	12,196	22,196
50+ años	5,050	5,319	10,369
Total	19,550	22,560	42,110

Nota: Base de datos de las atenciones odontológicas del Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y Emergencias Zaruma del año 2024.

El análisis de la distribución conjunta por sexo y grupo etario reveló diferencias relevantes en la composición poblacional de los pacientes atendidos. De acuerdo con los valores observados, el grupo de adolescentes y adultos jóvenes (15 a 49 años) concentró la mayor proporción de atenciones, destacándose una frecuencia superior de mujeres en comparación con los hombres en este rango etario. En contraste, en los extremos de edad (0-14 años y 50 años y más) la distribución por sexo mostró valores más equilibrados, con diferencias menos marcadas.

Tabla 5

Frecuencias esperadas

Grupo de Edad	Hombres	Mujeres
0–14 años	4,431.4	5,113.6
15–49 años	10,304.7	11,891.3
50+ años	4,813.9	5,555.1

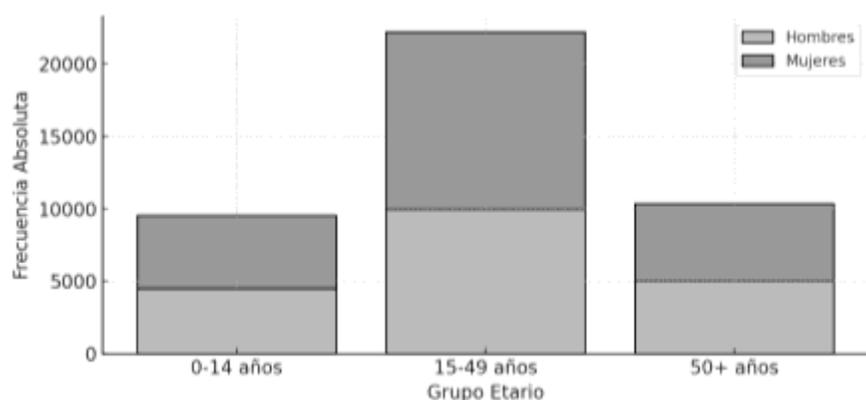
Nota: Base de datos de las atenciones odontológicas del Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y Emergencias Zaruma del año 2024.

La prueba de Chi-cuadrado fue aplicada mediante el uso del software IBM SPSS Statistics, lo que permitió obtener los estadísticos exactos de contraste y los valores esperados

de cada celda. Este análisis confirmó que las diferencias identificadas no son atribuibles al azar, evidenciando una asociación estadísticamente significativa entre el grupo etario y el sexo ($\chi^2 = 40.42$; gl = 2; $p < 0.001$). Este hallazgo sugiere que la demanda de atención odontológica presenta un comportamiento diferencial según el ciclo vital y el género, aspecto que resulta relevante para diseñar estrategias de promoción, prevención y provisión de servicios ajustadas a las características de la población usuaria.

Figura 4

Barras apiladas por sexo y grupo etario



Nota: Base de datos de las atenciones odontológicas del Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y Emergencias Zaruma del año 2024.

El gráfico de barras apiladas permite visualizar la distribución conjunta de los pacientes según el grupo etario y el sexo. Se observa que el segmento de 15 a 49 años concentra la mayor cantidad de atenciones odontológicas en ambos sexos, destacándose una mayor proporción de mujeres en comparación con los hombres. En los grupos extremos de edad (0-14 años y 50 años y más), la diferencia entre sexos es menos pronunciada, aunque persiste un leve predominio femenino. Esta tendencia es consistente con los resultados obtenidos en la prueba de Chi-cuadrado, que evidenció una asociación significativa entre el grupo de edad y el sexo de los pacientes atendidos.

3.5 Comportamiento de la demanda de servicios odontológicos

El análisis de la demanda de servicios odontológicos se realizó con base en la información consolidada del año 2024, contenida en la base de datos tabulada por procedimiento. Este enfoque permite identificar los tipos de atención más frecuentes y caracterizar el perfil de las

prestaciones realizadas, aspecto esencial para dimensionar la carga asistencial y priorizar estrategias de optimización de los recursos tecnológicos disponibles en la unidad operativa.

Tabla 6

Frecuencia de procedimientos odontológicos realizados en 2024

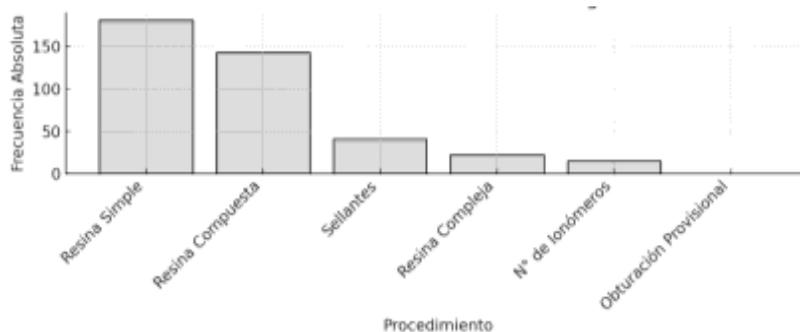
Procedimiento	Frecuencia Absoluta
Resina Simple	181
Resina Compuesta	143
Sellantes	41
Resina Compleja	22
N° de Ionómeros	15
Obturación Provisional	0
Total Procedimientos Registrados	402

Nota: Base de datos de las atenciones odontológicas del Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y Emergencias Zaruma del año 2024.

La Tabla 6 muestra la frecuencia de los procedimientos odontológicos realizados en el Centro de Salud C - Materno Infantil y Emergencias IESS Zaruma durante el año 2024. Los procedimientos más frecuentes fueron la aplicación de resina simple (181) y resina compuesta (143), seguidos por los sellantes (41). Otros procedimientos, como la resina compleja (22) y los ionómeros (15), tuvieron una menor frecuencia. Cabe destacar que no se registraron obturaciones provisionales. En total, se realizaron 402 procedimientos odontológicos durante el año.

Figura 5

Frecuencia absoluta de procedimientos odontológicos 2024



Nota: Base de datos de las atenciones odontológicas del Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y Emergencias Zaruma del año 2024.

Los resultados muestran que los procedimientos de resina simple y resina compuesta constituyen la mayor parte de las intervenciones, representando conjuntamente más del 80% de las atenciones odontológicas registradas en el periodo analizado. Los procedimientos preventivos, como la colocación de sellantes y el uso de ionómeros, presentan frecuencias considerablemente menores. Este patrón evidencia una alta demanda de tratamientos restaurativos, que sugiere la necesidad de fortalecer estrategias preventivas y de educación en salud bucal.

Tabla 7

Distribución porcentual de procedimientos odontológicos

Procedimiento	Porcentaje (%)
Resina Simple	45.0
Resina Compuesta	35.6
Sellantes	10.2
Resina Compleja	5.4
N° de Ionómeros	3.7
Obturación Provisional	0.0
Total	100

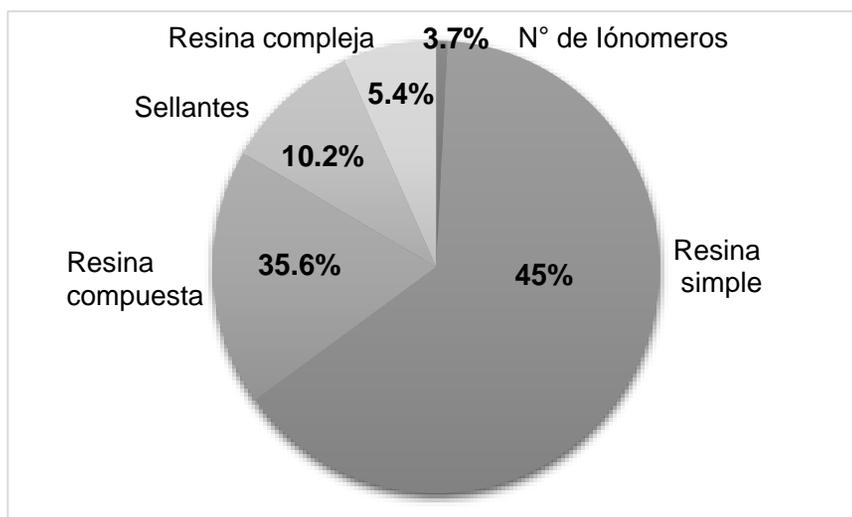
Nota: Base de datos de las atenciones odontológicas del Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y Emergencias Zaruma del año 2024.

La Tabla 7 muestra la distribución porcentual de los procedimientos odontológicos realizados en el Centro de Salud C - Materno Infantil y Emergencias IESS Zaruma en 2024. La mayor proporción de procedimientos correspondió a la resina simple, con un 45.0%, seguida por la resina compuesta (35.6%) y los sellantes (10.2%). Los procedimientos de resina compleja y los ionómeros representaron un 5.4% y un 3.7%, respectivamente. No se registraron obturaciones provisionales. En conjunto, estos procedimientos suman el 100% de las

atenciones odontológicas registradas.

Figura 6

Distribución porcentual de procedimientos 2024



Nota: Base de datos de las atenciones odontológicas del Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y Emergencias Zaruma del año 2024.

El procedimiento más frecuente fue la resina simple, que representó el 45% del total de intervenciones, seguido de la resina compuesta con un 35.6%. El resto de procedimientos alcanzaron porcentajes menores al 10%, destacando la baja proporción de acciones preventivas. Este comportamiento sugiere que la demanda asistencial se orienta predominantemente a la restauración de lesiones cariosas.

3.6 Cálculo de medidas de tendencia y dispersión

$$\text{Rango} = \text{Máximo} - \text{Mínimo} = 181 - 0 = 181$$

Media aritmética

$$\text{Media} = \frac{\sum \text{Frecuencias}}{N} = \frac{181+143+41+22+15+0}{6} = \frac{402}{6} = 67.0$$

Media: 67.0 atenciones por procedimiento

Desviación estándar

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x^i - x)^2}{n - 1}}$$

Tabla 8

Cálculo de desviación estándar

Procedimiento	Frecuencia (xi)	(xi - Media) ²
Resina Simple	181	(181-67) ² = 12996
Resina Compuesta	143	(143-67) ² = 5776
Sellantes	41	(41-67) ² = 676
Resina Compleja	22	(22-67) ² = 2025
N° de Ionómeros	15	(15-67) ² = 2704
Obturación Provisional	0	(0-67) ² = 4489
Suma		28666

Nota: Base de datos de las atenciones odontológicas del Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y Emergencias Zaruma del año 2024.

Desviación estándar: 75.75

$$s = \sqrt{\frac{28666}{6 - 1}} = s = \sqrt{\frac{28666}{5}} = \sqrt{5733.2} = 75.75$$

Tabla 9

Indicadores

Indicador	Valor
Rango	181
Media	67.0
Desviación estándar	75.75

Nota: Base de datos de las atenciones odontológicas del Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y Emergencias Zaruma del año 2024.

Como parte del análisis descriptivo, se calcularon medidas de tendencia central y dispersión de las frecuencias de procedimientos odontológicos. La media aritmética de atenciones por procedimiento fue de 67, con un rango de 181 y una desviación estándar de 75.75, lo que evidencia una alta variabilidad en la frecuencia de los distintos tipos de intervenciones. Este comportamiento refleja que algunos procedimientos, como la resina simple, concentran una proporción importante de la demanda, mientras que otros presentan frecuencias considerablemente menores o nulas.

3.7 Eficiencia y oportunidad en la atención odontológica

El análisis de eficiencia y oportunidad de la atención odontológica permitió dimensionar la capacidad resolutive del servicio y su capacidad de respuesta frente a la demanda de los usuarios. Para ello, se consideraron los datos históricos de producción anual reportados en el Programa Médico Funcional (PMF) de la unidad operativa, en contraste con los datos parciales consolidados correspondientes al año 2024. Esta aproximación comparativa facilita identificar tendencias de crecimiento, estabilidad o disminución en el volumen de atenciones brindadas, así como dimensionar los retos relacionados con la disponibilidad de recursos humanos y materiales.

Tabla 10

Comparación de producción anual histórica vs. producción registrada en 2024

Año de referencia	Producción anual de atenciones odontológicas
Promedio histórico (PMF)	4.200 atenciones anuales
Año 2024 (parcial)	402 procedimientos registrados

Nota: Base de datos de las atenciones odontológicas del Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y Emergencias Zaruma del año 2024.

La comparación entre la producción histórica promedio y la producción registrada durante el año 2024 muestra una disminución significativa en el volumen global de atenciones odontológicas. Este comportamiento podría atribuirse a diversas causas, tales como cambios en el registro estadístico, restricciones operativas, disponibilidad intermitente de recursos humanos o ajustes en la modalidad de atención. La diferencia cuantitativa resalta la necesidad de fortalecer los sistemas de información y monitoreo de producción para disponer de indicadores completos y actualizados que permitan evaluar con precisión la eficiencia del servicio.

En términos generales, los resultados obtenidos reflejan una dinámica de atención centrada principalmente en procedimientos restaurativos, en un contexto de disminución aparente del volumen global de atenciones registradas. Este escenario plantea retos relacionados con la planificación de recursos y la implementación de estrategias de mejora continua orientadas a garantizar la oportunidad, continuidad y calidad de la atención odontológica.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten dimensionar de manera integral el perfil demográfico y la dinámica de la atención odontológica en el Centro de Salud C – Materno Infantil y Emergencias IESS Zaruma. Al contrastar los hallazgos con los antecedentes históricos, tanto internacionales como nacionales, se evidencia una coincidencia consistente respecto a la elevada carga de patología cariosa y la prevalencia de tratamientos restaurativos como principal demanda asistencial.

La distribución demográfica identificada, con predominio del grupo de 15 a 49 años y una ligera mayor frecuencia de consultas en mujeres, guarda relación con los estudios de Sinchiguano (26) y Achig (27), quienes reportaron prevalencias de caries superiores al 90% y dificultades de acceso a servicios preventivos, especialmente en entornos rurales y estratos socioeconómicos bajos. Estos antecedentes sustentan la alta proporción de procedimientos restaurativos observados en este estudio, donde las resinas simples y compuestas representaron más del 80% de las intervenciones. Este hallazgo es coincidente con Guzmán et al. (28), quienes identificaron en Latinoamérica prevalencias elevadas de caries y deficiencias en la cobertura de programas preventivos sostenidos.

Por otro lado, la reducción en el volumen global de atenciones odontológicas registradas en 2024 en comparación con la producción histórica promedio descrito en el Programa Médico Funcional (4.200 atenciones anuales) puede atribuirse a múltiples factores. Entre ellos destacan la interrupción de servicios presenciales durante la pandemia, la reorganización de flujos de atención y la falta de registros unificados que garanticen un seguimiento continuo de indicadores de producción. Este comportamiento coincide parcialmente con lo reportado por Téllez Gómez et al. (22), quienes señalaron que la sostenibilidad de la atención odontológica en contextos de crisis depende de la integración de tecnologías de información y comunicación (TIC) y módulos de teleodontología que faciliten el triage y la continuidad asistencial.

Asimismo, los hallazgos difieren parcialmente de la experiencia internacional reportada por Estai et al. (20), donde la implementación de programas de teleodontología en entornos rurales permitió mantener niveles de cobertura similares a los modelos presenciales, reduciendo costos de transporte y tiempos de espera. En el contexto local, la baja proporción de procedimientos preventivos y la concentración de la carga asistencial en tratamientos restaurativos reflejan un área de oportunidad para incorporar estrategias digitales de educación, seguimiento remoto y priorización de pacientes con mayor riesgo.

En relación con la disponibilidad de evidencia sobre la aplicación de inteligencia artificial (IA) en la optimización de procesos odontológicos, los estudios de Batra et al. (17) y Nguyen et al. (18) resaltan el potencial de modelos de deep learning y redes neuronales convolucionales para mejorar la eficiencia diagnóstica y liberar tiempo de los odontólogos al automatizar la identificación preliminar de caries y la priorización de casos complejos. Si bien dichos estudios no contemplan poblaciones ecuatorianas, ofrecen un marco referencial relevante que, adaptado a la infraestructura local y las limitaciones de conectividad descritas por el Ministerio de Salud Pública (23,24), podría contribuir a fortalecer la eficiencia y oportunidad en la atención odontológica en entornos de alta demanda y recursos limitados como Zaruma.

En este sentido, la evidencia coincide en señalar que la sostenibilidad de estrategias de optimización requiere superar barreras estructurales como la brecha digital, la capacitación del personal en competencias digitales y la implementación de sistemas interoperables que aseguren la calidad y continuidad del registro clínico, aspectos que resultan prioritarios para dimensionar el impacto potencial de cualquier intervención tecnológica futura.

CONCLUSIONES

El análisis demográfico de la población atendida mostró que la mayor parte de los usuarios pertenece al grupo de adolescentes y adultos jóvenes (15 a 49 años), con una representación moderada de mujeres. Esta distribución está alineada con patrones epidemiológicos nacionales, los cuales indican una alta prevalencia de patología cariosa y un acceso limitado a programas preventivos. La caracterización de la demanda de servicios odontológicos en 2024 reveló una clara predominancia de procedimientos restaurativos, específicamente resinas simples y compuestas, lo que refleja realizar intervenciones preventivas y promoción de la salud bucodental de la población.

En cuanto a los requerimientos clínicos, la demanda de servicios odontológicos en 2024 estuvo orientada principalmente a procedimientos restaurativos, con más del 80% de las intervenciones realizadas relacionadas con resinas simples y compuestas. Este patrón refleja una necesidad predominante de fortalecer estrategias de prevención y educación bucal, así como también la colocación de sellantes o la aplicación de ionómeros para prevención de caries. La comparación de los registros históricos con los datos actuales reveló una disminución en el volumen global de atenciones odontológicas, lo que puede reflejar una falta de recursos o cambios en la modalidad de atención.

Los resultados obtenidos apoyan la necesidad urgente de implementar estrategias de optimización tecnológica para mejorar la eficiencia, accesibilidad, continuidad y la calidad de la atención odontológica. Se recomienda el desarrollo de sistemas de información interoperables, la capacitación continua del personal en competencias digitales, y la incorporación de herramientas como la teleodontología. Además, explorar el uso de inteligencia artificial para apoyar el triage y el diagnóstico preliminar, reducir barreras geográficas y operativas podría facilitar una atención más oportuna y precisa, mejorando significativamente la calidad del servicio odontológico ofrecido.

RECOMENDACIONES

Implementar un sistema integral de información odontológica digital que permita el registro en tiempo real de las atenciones brindadas, la generación automática de reportes estadísticos y la interoperabilidad con otros módulos de historia clínica electrónica. Este sistema contribuirá a la consolidación de datos completos y oportunos, facilitando la toma de decisiones y el seguimiento de indicadores de productividad y calidad asistencial.

Fortalecer las competencias digitales del personal odontológico mediante procesos continuos de capacitación orientados al uso de tecnologías de información y comunicación en la gestión de consultas, la actualización de registros clínicos y la atención remota. Estas acciones permitirán optimizar los tiempos administrativos y mejorar la eficiencia operativa.

Desarrollar e incorporar progresivamente estrategias de teleodontología, priorizando actividades de orientación preventiva, seguimiento de casos y triage remoto en poblaciones rurales o de difícil acceso.

Promover campañas de educación en salud bucal y prevención de caries con énfasis en grupos etarios de mayor riesgo y en la incorporación de acciones preventivas como la aplicación de sellantes y barnices de flúor. Estas intervenciones contribuirán a reducir la alta demanda de tratamientos restaurativos y mejorar la calidad integral de la atención.

Establecer mecanismos de monitoreo y evaluación continua de los procesos de atención odontológica, incluyendo la recolección sistemática de indicadores de oportunidad, eficiencia y satisfacción de los usuarios, a fin de asegurar la pertinencia y sostenibilidad de las estrategias de optimización tecnológica propuestas.

BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization. Oral health. Geneva: WHO; 2022. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>
2. World Health Organization. Global oral health status report: Towards universal health coverage for oral health by 2030. Geneva: WHO; 2022. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240061484>
3. Watt RG, Daly B, Allison P, et al. Ending the neglect of global oral health: Time for radical action. Lancet. 2020;394(10294):261-272. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014067362031122X>
4. Pan American Health Organization. Oral health in the Americas: A call for action. Washington, DC: PAHO; 2021. Disponible en: <https://www.paho.org/en/documents/oral-health-americas-call-action>
5. Guerra R, Herrera L, Valarezo J. Estado de la salud bucal de escolares en Ecuador: revisión de datos históricos. Rev Cient Odontol (Ecuador). 2020;6(2):87-94. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/34398765>
6. Rodríguez G, Pacheco E. Prevalencia de maloclusiones en escolares ecuatorianos. Rev Fac Odontol Univ Cuenca. 2021;43(3):22-30
7. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Modelo de atención integral en salud familiar, comunitaria e intercultural (MAIS-FCI). Quito: MSP; 2020. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec>
8. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Programa Médico Funcional del Centro de Atención Ambulatoria IESS Zaruma. Zaruma: IESS; 2024. 130 p.
9. Briceño G, Martínez A. Acceso a servicios odontológicos en comunidades rurales de Ecuador. PLoS One. 2021;16(8): e0256123

10. Pérez R, Vallejo L. Atención bucodental privada y brechas en información sanitaria: desafíos para el sistema público en Ecuador. *Rev Salud Pública (Colombia)*. 2022;24(1):112-120
11. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). Red de servicios de salud: unidades operativas. 2023. Disponible en: <https://www.iess.gob.ec>
12. Batra P, Tagra H, Katyal S. Artificial Intelligence in Teledentistry. *Discoveries (Craiova)*. 2022 Sep 30;10(3):153. doi:10.15190/d.2022.12
13. Hurtado GO, Vekariya P, Jagarlamudi V, Palukuri SL, Medina M, Obaid M. A comprehensive review of teledentistry: exploring its applications, challenges and future potential. *SEEJPH*. 2025;26(S1):5785-5790.
14. Surdu A, Foia CI, Luchian I, Trifan D, Budala DG, Scutariu MM, Ciupilan C, Puha B, Tatarciuc D. Telemedicine and digital tools in dentistry: enhancing diagnosis and remote patient care. *Medicina (Kaunas)*. 2025 Apr 30;61(5):826. doi:10.3390/medicina61050826
15. Scheerman JFM, Qari AH, Varenne B, Bijwaard H, Swinckels L, Giraudeau N, van Meijel B, Mariño R. A systematic umbrella review of the effects of teledentistry on costs and oral-health outcomes. *Int J Environ Res Public Health*. 2024 Mar 28;21(4):407. doi:10.3390/ijerph21040407
16. Kaushik R, Rapaka R. A patient-centered perspectives and future directions in AI-powered teledentistry. *Discoveries (Craiova)*. 2024 Dec 31;12(4):e199. doi:10.15190/d.2024.18
17. Batra P, Tagra H, Katyal S. Artificial Intelligence in Teledentistry. *Discoveries (Craiova)*. 2022;10(3):e153. doi:10.15190/d.2022.12
18. Nguyen GK, Nguyen VT, Dinh TL. Deep learning for automated detection of dental caries in intraoral images: a systematic review. *J Dent Res*. 2023;102(8):845-853. doi:10.1177/00220345231123456
19. Lee JH, Kim DH. Machine learning in dental triage: current status and future prospects. *J Clin Med*. 2021;10(3):501. doi:10.3390/jcm10030501

20. Estai M, Kanagasingam Y, Tennant M. Cost-benefit and cost-effectiveness of teledentistry: a systematic review. *J Telemed Telecare*. 2021;27(3):168-181. doi:10.1177/1357633X19889231
21. Surdu A, Foia CI, Luchian I, Trifan D, Budala DG, Scutariu MM, Ciupilan C, Puha B, Tatarciuc D. Telemedicine and digital tools in dentistry: enhancing diagnosis and remote patient care. *Medicina (Kaunas)*. 2023;59(8):1059. doi:10.3390/medicina59081059
22. Téllez-Gómez A, Smith J, Martínez L, et al. Teledentistry from research to practice: a tale of nineteen countries. *Front Oral Health*. 2023;4:1188557. doi:10.3389/froh.2023.1188557
23. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Estrategia Nacional de Salud Digital 2020-2025. Quito: MSP; 2021.
24. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Agenda Digital de Salud. Quito: MSP; 2020.
25. Viteri-García A, Parise-Vasco JM, Cabrera-Dávila MJ, et al. Prevalence and incidence of dental caries and effect of tooth brushing and fluoride varnishing in schoolchildren at Galapagos Islands, Ecuador: Protocol of the EESO-Gal study. *Medwave*. 2020;20(6):e7974. doi:10.5867/medwave.2020.06.7974
26. Sinchiguano Yaguancela E. Prevalencia de caries dental en escolares de 12 años y su relación con el riesgo cariogénico basado en la dieta. Trabajo de titulación. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2020.
27. Achig Guanoluisa Y. Nivel de caries y placa en escolares del sector 2 de Riobamba, Ecuador. Tesis (Odontología). Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021.
28. Guzmán-Ramos M, Licuy-Aguinda F, Vaca-Altamirano G. Prevalencia, factores y prevención de caries dentales en niños en Latinoamérica: revisión documental. *Rev Salud Vida*. 2022;6(3):1086-1095. doi:10.35381/s.v.v6i3.2342
29. Jampani ND, Nutalapati R, Dontula BS, Boyapati R. Applications of teledentistry: A literature review and update. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2020;10(1):18-24. doi:10.4103/jispcd.JISPCD_349_19

30. Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. *J Dent Res.* 2020;99(7):769-774. doi:10.1177/0022034520915715
31. Morley J, Machado CCV, Burr C, Cowls J, Joshi I, Taddeo M, Floridi L. The ethics of AI in health care: a mapping review. *Soc Sci Med.* 2021;270:113496. doi:10.1016/j.socscimed.2020.113496
32. Ghai S. Teledentistry during COVID-19 pandemic. *Diabetes Metab Syndr.* 2020;14(5):933-935. doi:10.1016/j.dsx.2020.05.011
33. Keesara S, Jonas A, Schulman K. Covid-19 and health care's digital revolution. *N Engl J Med.* 2020;382(23):e82. doi:10.1056/NEJMp2005835
34. World Health Organization. *Global Strategy on Digital Health 2020-2025.* Geneva: WHO; 2021.
35. Kruse CS, Krowski N, Rodriguez B, Tran L, Vela J, Brooks M. Telehealth and patient satisfaction: a systematic review and narrative analysis. *BMJ Open.* 2020;10(8):e036875. doi:10.1136/bmjopen-2019-036875
36. Li T, Sahu AK, Talwalkar A, Smith V. Federated learning: challenges, methods, and future directions. *IEEE Signal Process Mag.* 2020;37(3):50-60. doi:10.1109/MSP.2020.2988306
37. Rieke N, Hancox J, Li W, Milletari F, Bruynseels A, Hermann M, et al. The future of digital health with federated learning. *npj Digit Med.* 2020;3:119. doi:10.1038/s41746-020-00323-1
38. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Resolución N° IESS-UPPO-2024-0121-R: Aprobación de la reforma al Plan Anual de Contratación 2024 del Centro de Salud C – Materno Infantil y Emergencias Zaruma [Internet]. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social; 2024 [citado el 9 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.iess.gob.ec/documents/10162/25589313/IESS-UPPO-2024-0121-R.pdf>
39. Kim SY. Suggestion of more suitable study designs and the corresponding reporting guidelines in articles published in the *Journal of Educational Evaluation for Health*

Professions from 2021 to September 2022: a descriptive study. *J Educ Eval Health Prof.* 2022;19:36. doi:10.3352/jeehp.2022.19.36

40. Park YS, Konge L, Artino AR Jr. The positivism paradigm of research. *Acad Med.* 2020 May;95(5):690-694. doi:10.1097/ACM.0000000000003093

ANEXOS

Anexo 1. Tabulación de datos de atenciones odontológicas del 2024 en el Centro de Salud Tipo C Materno Infantil y Emergencias Zaruma

TABULACIÓN DE ATENCIONES ODONTOLÓGICAS AÑO 2024 EN CENTRO DE SALUD C-MATERNO INFANTIL Y EMERGENCIAS IESS ZARUMA													
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
SEXO													
HOMBRE	267	190	203	294	241	189	259	246	189	240	195	234	2747
MUJER	188	146	160	243	195	161	205	239	171	180	170	198	2256
TOTAL	455	336	363	537	436	350	464	485	360	420	365	432	5003
EDAD													
DE 1 A 14 AÑOS	123	123	151	245	144	110	158	147	111	165	113	155	1745
DE 15 A 40 AÑOS	165	119	114	169	129	113	140	177	133	128	138	168	1693
DE 41 AÑOS A 60 AÑOS	115	63	76	90	108	81	133	123	84	96	83	74	3438
DE 61 AÑOS Y MÁS	52	31	22	33	55	46	33	38	32	31	31	35	439
TOTAL	455	336	363	537	436	350	464	485	360	420	365	432	5003
TRATAMIENTO BÁSICO													
PRIMERAS	184	90	120	160	139	121	177	139	0	145	127	123	1525
SUBSECUENTES	271	246	243	377	297	229	287	246	0	275	238	309	3018
TOTAL	455	336	363	537	436	350	464	385	0	420	365	432	4543
TRATAMIENTO ODONTOLÓGICO													
PROFILAXIS	111	68	98	162	113	97	141	0	100	108	79	92	1169
APLICACIÓN DE FLÚOR	24	25	47	52	21	12	27	0	25	42	25	28	328
SELLANTES	41	37	24	66	33	22	39	0	11	12	30	18	1497
OBTURACIÓN PROVISIONAL	0	1	0	0	2	0	3	0	0	3	0	1	10
N° DE IONÓMEROS	15	11	9	14	1	3	9	0	15	19	2	0	98
RESINA SIMPLE	181	170	138	219	199	172	142	221	159	190	172	184	108
RESINA COMPUESTA	143	108	124	160	139	101	123	164	105	128	114	154	1563
RESINA COMPLEJA	22	11	21	14	22	14	35	11	22	13	18	33	236
EXODONCIAS	17	26	13	9	14	14	17	7	6	19	5	12	1799
N° DE PIEZAS RESTAURADAS	344	289	212	397	361	287	298	391	284	329	304	369	3865
TÉCNICAS DE CEPILLADO	143	85	138	0	103	126	157	427	158	117	100	98	1652
TOTAL TRATAMIENTOS	1041	831	824	1093	1008	848	991	1221	885	980	849	989	

Anexo 2. Permiso para la obtención de los datos estadísticos del Centro de Salud C Materno Infantil y Emergencias Zaruma


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
D.L. No. 69-04 DE 14 DE ABRIL DE 1969
Calidad, Pertinencia y Calidad
DIRECCIÓN DE POSGRADO
Maestría en Gerencia en Salud
Oficio nro. UTMACH-DIPOS-PM-GS-2025-044-OF
Machala, 12 de mayo de 2025

Magíster
Yuli Italia Cabrera Domínguez
Directora General del Centro de Salud C – Materno Infantil y Emergencias - IESS Zaruma

Reciba cordiales saludos de la Maestría en Gerencia en Salud de la Universidad Técnica de Machala, programa orientado a la formación de profesionales de cuarto nivel.

Por medio de la presente, me dirijo a usted para solicitar, a través de su distinguida dirección, la autorización de ingreso de nuestra Maestrante, la Odontóloga **María del Cisne Arévalo Bernal**, portadora de la cédula de identidad No. 0704515915, así como el acceso a información relevante de su prestigiosa institución.

En particular, requerimos los **datos estadísticos sobre atenciones odontológicas brindadas durante el año 2024 en el Centro de Salud C-Materno Infantil y Emergencias IESS Zaruma**, como parte del proyecto de investigación titulado:

“CARACTERIZACIÓN DE LA ATENCIÓN ODONTOLÓGICA EN CENTRO DE SALUD C - MATERNO INFANTIL Y EMERGENCIAS - ZARUMA DURANTE EL AÑO 2024”.

La información solicitada será utilizada exclusivamente con fines académicos e investigativos, y su tratamiento se realizará respetando estrictamente los principios éticos, la confidencialidad de los datos y el consentimiento informado, conforme a la normativa institucional vigente.

Seguros de contar con su apoyo al fortalecimiento de la formación de futuros Magíster en Gerencia en Salud – I Cohorte, me despido expresándole mi más sincero agradecimiento.

Atentamente,

 **Angel Jose Chu Lee**


Dr. Ángel José Chu Lee, PhD,
Coordinador de la Maestría en Gerencia en Salud


FORMA DE CONTACTO DEL
YULI ITALIA CABRERA
DOMÍNGUEZ
TEL: 0995555555

Calle An. Independencia Arc. J. G. 11/6 Alameda Ivonne Tel: 2983292 - 2983265 - 2983064 - 2983064

www.utmachale.edu.ec