

Maestría en

ADMINISTRACION DE EMPRESAS

Tesis previa a la obtención de título de
Magister en Administración de Empresas

AUTORES:

Ing. JONATHAN FELIPE ESTRADA CHAVEZ
Lic. GALO JOSHUA ROJAS CHAVEZ

TUTOR: José Luis Pérez Galán

**PLAN PARA LA INTEGRACIÓN DE CLÍNICAS FÍSICAS,
TECNOLOGÍA AVANZADA E IA PARA
DIAGNÓSTICOS PRECISOS, TRATAMIENTOS PERSONALIZADOS
Y TELEODONTOLOGÍA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN – FIN DE MÁSTER
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESA ENL**

Título del trabajo de titulación

Por

Ing. Jonathan Felipe Estrada Chávez
Lic. Galo Joshua Rojas Chávez

Abril 2026

Aprobado



Cristian Melo
Presidente(a) del Tribunal
Universidad Internacional del Ecuador

Yo, Cristian Javier Melo González e Ignacio Maroto, declaramos que, personalmente conocemos que los graduandos: Ing. Jonathan Felipe Estrada Chávez Lic. Galo Joshua Rojas Chávez son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.



Cristian Melo
Coordinador MBA UIDE



Ignacio Maroto
Provost WBS

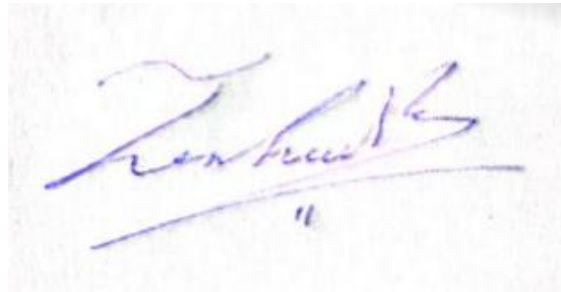
Autoría del Trabajo de Titulación

Nosotros, Ing. Jonathan Felipe Estrada Chávez Lic.Galo Joshua Rojas Chávez declaramos bajo juramento que el trabajo de titulación titulado Plan Para La Integración de Clínicas Físicas, Tecnología Avanzada e IA Para Diagnósticos Precisos, Tratamientos Personalizados Y Tele odontología es de nuestra autoría y exclusiva responsabilidad legal y académica; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional, habiéndose citado las fuentes correspondientes y respetando las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.



Ing. Jonathan Felipe Estrada Chávez

felipe_estradaej@live.com



Lic.Galo Joshua Rojas Chávez

Josh-rojas@hotmail.com

Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual

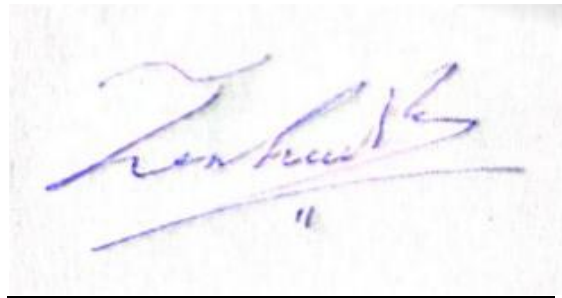
Nosotros, Ing. Jonathan Felipe Estrada Chávez Lic.Galo Joshua Rojas Chávez, en calidad de autores del trabajo de investigación Plan Para La Integración de Clínicas Físicas, Tecnología Avanzada e IA Para Diagnósticos Precisos, Tratamientos Personalizados Y Tele odontología, autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) para hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o de parte de los ue contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autor me corresponden, lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento en Ecuador.

D. M. Quito, Febrero del 2026



Ing. Jonathan Felipe Estrada Chávez

felipe_estradaej@live.com



Lic.Galo Joshua Rojas Chávez

Josh-rojas@hotmail.com

Dedicatorias y Agradecimientos

Este trabajo comenzó antes de tomar forma en palabras. Nació en la fe que acompaña en silencio, en la constancia compartida y en la certeza de que todo desafío, cuando se asume con entrega, se transforma en aprendizaje. Por ello, esta dedicatoria se eleva a Dios, presencia permanente en este camino, fuente de fortaleza en los momentos de mayor esfuerzo y de luz en cada comprensión alcanzada. En Su guía se reafirma que todo propósito florece cuando se construye con fe, compromiso y sentido.

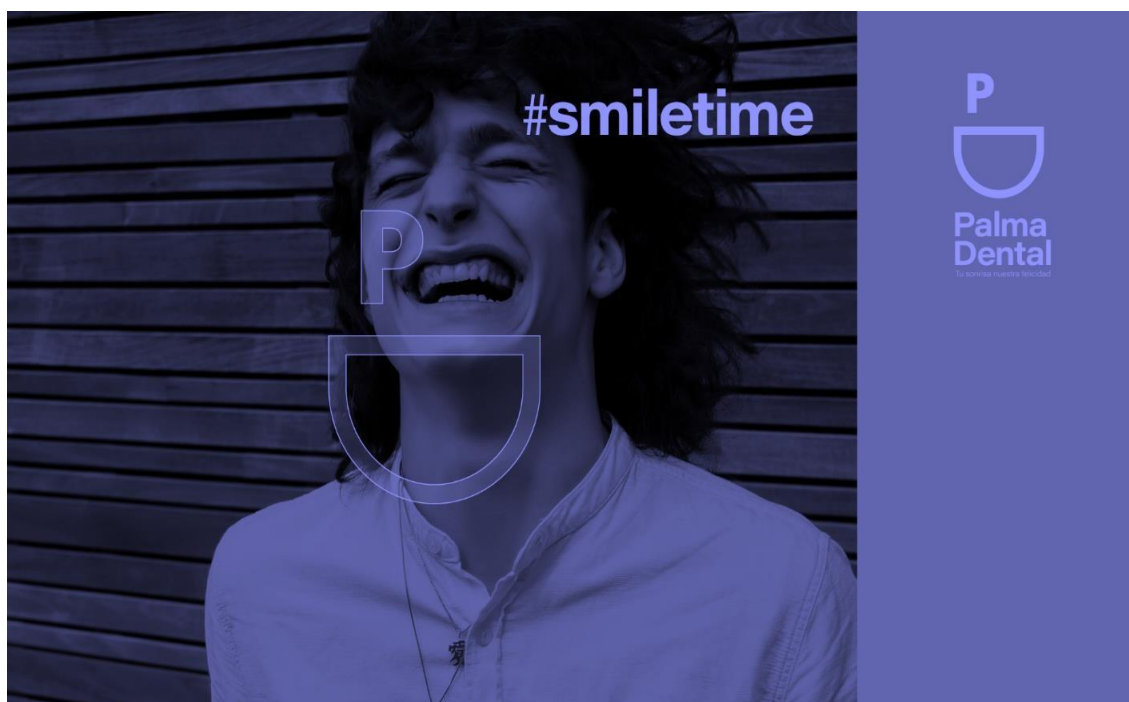
A lo largo de este recorrido, la familia fue raíz y abrigo. Su apoyo incondicional, su paciencia discreta y su amor constante sostuvieron cada etapa del proceso, incluso cuando el cansancio amenazaba con detener el paso. Este trabajo también les pertenece, porque en cada avance estuvo su aliento, su confianza y esa presencia que nunca se retira.

El camino no se recorrió en soledad. Este trabajo fue tomando forma en la suma de voluntades, miradas y saberes, transformando cada reto en un espacio de encuentro, diálogo y creación compartida. Cada aporte nació desde la experiencia y el conocimiento de todos, con la generosidad de ofrecer lo aprendido y la humildad de seguir aprendiendo. Entre ideas que se encontraron, análisis que se cuestionaron y acuerdos que se construyeron, se fue tejiendo una experiencia que trascendió el resultado final y dejó huellas más profundas que las palabras. Hoy, al volver la mirada, reconocemos que cada esfuerzo tuvo sentido, que cada paso aportó al camino y que el logro alcanzado es la expresión viva de una construcción compartida, sostenida por el compromiso, la constancia y un propósito común.

En este trayecto, los docentes fueron guía y horizonte. Con su exigencia, su criterio y su acompañamiento impulsaron a profundizar, a cuestionar y a crecer, sembrando una forma de pensar que trasciende el aula y acompaña el ejercicio profesional con ética y conciencia.

Finalmente, expresamos nuestra gratitud a la universidad, espacio donde el conocimiento se vuelve experiencia y las ideas encuentran dirección. La formación recibida amplió horizontes, fortaleció capacidades y permitió asumir los desafíos con una mirada más crítica, más humana y consciente del impacto de nuestras decisiones.

Así, entre fe, esfuerzo compartido, aprendizaje y compromiso, se cierra este capítulo con gratitud serena. Lo construido no termina aquí: permanece como huella, como aprendizaje y como testimonio de que cuando el camino se recorre juntos, el logro adquiere un sentido más profundo y duradero.



INDICE GENERAL

Contents

MAN695 PROJECT BASED LEARNING - BUSINESS INTELLIGENCE MBA OCT24 UIDEMÓDULOS	7
1 INTRODUCCIÓN Y ALCANCE	7
1.1 OBJETIVO	7
1.2 ALCANCE	7
2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ORIENTADA A BI EN PALMA DENTAL	7
2.1 DIRECCIÓN DE BI Y DATA ANALYTICS	7
2.2 ÁREAS FUNCIONALES	7
3 FLUJO DE VALOR DE BI EN PALMA DENTAL	8
3.1 INTEGRACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE DATOS	8
3.2 ANÁLISIS Y GENERACIÓN DE VALOR	8
4 KPI CLAVE DEL MODELO	8
4.1 CONCEPTOS ESTRATÉGICOS	8
4.2 INDICADORES Y FÓRMULAS REPRESENTATIVAS	8
5 IDENTIFICACIÓN DE GAPS Y DEFINICIÓN DE KPI	9
5.1 DIMENSIÓN CONOCIMIENTO	9
5.2 DIMENSIÓN ORGANIZACIÓN	9
6 PROCESOS Y HERRAMIENTAS RECOMENDADAS	9
6.1 DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO GUIADO POR IA	9
6.2 TELEODONTOLOGÍA	9
6.3 GESTIÓN DE CITAS Y RECURSOS	9
6.4 GOBERNANZA DE DATOS	9
7 ESTRUCTURA DE PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	9
8 FUENTES DE DATOS	10
9 PROCESO DE CONSOLIDACIÓN DE INFORMACIÓN (DATA WAREHOUSE)	10
9.1 OBJETIVO	10
9.2 GOBIERNO Y DIRECCIÓN	10
9.3 FLUJO GENERAL	10
10 ESTRUCTURA DE ARCHIVOS Y GOBERNANZA DE DATOS	10
11 PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LA INFORMACIÓN	11
11.1 OBJETIVOS	11
11.2 FUNCIONES	11
11.3 SOPORTE TECNOLÓGICO	11
12 NECESIDAD Y USO DE HERRAMIENTAS ANALÍTICAS	11
13 MODELO CONCEPTUAL Y ARQUITECTURA	11
13.1 ARQUITECTURA DE DATOS	11
13.2 HERRAMIENTAS DE CONSULTA	11



		12
15	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	12
	• FASE 1: DIAGNÓSTICO Y DISEÑO	12
	• FASE 2: INGENIERÍA DE DATOS	12
	• FASE 3: ANALÍTICA Y VISUALIZACIÓN	12
	• FASE 4: OPERACIÓN Y MEJORA CONTINUA	12
16	PROCESO DE CARGA DE DATOS	12
17	ESTRUCTURA Y GOBERNANZA DE ARCHIVOS	12
17.1	EJEMPLOS DE ARCHIVOS UTILIZADOS	13
18	TIPOS DE DATOS	13
18.1	CLÍNICO	13
18.2	OPERATIVO	13
18.3	COMERCIALES	13
18.4	DATOS FINANCIEROS-OPERATIVOS	13
19	PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LA INFORMACIÓN	14
19.1	REPORTERÍA Y ANÁLISIS	14
19.2	ANALÍTICA AVANZADA Y MINERÍA DE DATOS	14
20	NECESIDAD DE MODELADO Y TOMA DE DECISIÓN CLAVE	14
21	NECESIDAD DE UNA HERRAMIENTA DE INVESTIGACIÓN DE DATOS	14
22	GOBERNANZA Y ESTRUCTURA OPERATIVA	15
22.1	DIRECCIÓN DE CAPACIDADES ANALÍTICAS	15
22.2	DUEÑOS DE DATOS	15
22.3	DATA STEWARDS	15
22.4	POLÍTICAS DE ACCESO	15
23	PREMISAS DE VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	15
24	CONCEPTOS CLAVE EN LA VISUALIZACIÓN DE DATOS	15
24.1	REPORTE	15
24.2	INTERFAZ	16
24.3	CUBO ANALÍTICO	16
24.4	CONSULTA AD-HOC	16
24.5	INDICADOR	16
24.6	TABLERO DE CONTROL	16
25	ESTRATEGIA DE VISUALIZACIÓN DE PALMA DENTAL	16
25.1	REPORTERÍA OPERATIVA	16
25.2	ANALÍTICA ESTRATÉGICA	17
26	HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA PROCESAMIENTO Y VISUALIZACIÓN	17
26.1	PROCESAMIENTO DE DATOS	17
26.2	VISUALIZACIÓN	17
27	DISEÑO DEL DASHBOARD PRINCIPAL	17
27.1	CAMPO 1: FILTROS GENERALES DEL TABLERO	17
27.2	CAMPO 2: DESEMPEÑO CLÍNICO POR NIVEL DE RIESGO	18
27.3	CAMPO 3: KPIs	
	OPERATIVOS	18



.....	18
.....	18
28	VISUALIZACIÓN MEDIANTE ARCHIVOS PLANO 19
29	ESTRUCTURA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA VISUALIZACIÓN..... 19
29.1	SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS ADECUADAS 19
29.2	DEFINICIÓN DE PERFILES DE USUARIO 19
29.3	NECESIDADES DE INFORMACIÓN POR PERFIL 19
29.4	VALIDACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS 19
30	ALCANCE DEL BI 20
31	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL DEPARTAMENTO DE BI 20
31.1	ROLES PRINCIPALES..... 20
32	REPORTING AD-HOC 20
33	CONSOLIDACIÓN FINANCIERA..... 20
34	PERFILES DE USUARIO Y GOBIERNO DE DATOS..... 20
35	BUSINESS CASE – COSTOS DEL DEPARTAMENTO DE BI..... 21
36	BENEFICIOS CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS 21
37	ANÁLISIS FINANCIERO (ROI, VPN Y PAYBACK) 21
38	KPIS ESTRATÉGICOS..... 21
39	OBTENCIÓN E INTEGRACIÓN DE DATOS NO ESTRUCTURADOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN CLÍNICA Y COMERCIAL 21
39.1	SELECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE DATOS 22
39.2	FUENTES EXTERNAS DE DATOS:..... 22
40	DEFINICIÓN Y RELACIÓN DE LOS DATOS 22
40.1	MODELO CONCEPTUAL DE RELACIÓN DE DATOS: 22
40.2	RELACIÓN DE DATOS PARA RESOLVER LA PROPUESTA INICIAL 23
41	INTEGRACIÓN DE DATOS NO ESTRUCTURADOS..... 23
41.1	TEXT ANALYTICS..... 23
41.2	PROCESO ETL 23
42	TABLAS ANALÍTICAS 23
43	TABLA DE GESTIÓN DE COBRANZA 24
44	CASOS DE USO 24
44.1	PRIORIZACIÓN CLÍNICA INTELIGENTE DE PACIENTES 24
44.2	OPTIMIZACIÓN DE LA AGENDA CLÍNICA Y GESTIÓN OPERATIVA 24
44.3	GESTIÓN DE LA EXPERIENCIA Y FIDELIZACIÓN DEL PACIENTE..... 25
44.4	GESTIÓN DE COBRANZA Y RECUPERACIÓN DE CARTERA 25
44.5	EVALUACIÓN DEL DIAGNÓSTICO ASISTIDO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL 25
45	IMPACTO DEL BIG DATA EN ÁREAS, DEPARTAMENTOS Y PROCESOS DE NEGOCIO... 25
45.1	IMPACTO EN EL ÁREA CLÍNICA 25
45.2	IMPACTO EN EL ÁREA OPERATIVA..... 26
45.3	IMPACTO EN EL ÁREA COMERCIAL Y EXPERIENCIA DEL PACIENTE 26
45.4	IMPACTO EN EL ÁMBITO FINANCIERO Y ESTRATÉGICO 26



46.1	AMAZON WEB SERVICES (AWS).....	27
46.2	MICROSOFT AZURE.....	27
46.3	GOOGLE CLOUD PLATFORM (GCP).....	27
47	SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA DE PROVEEDOR.....	28
47.1	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE LA SELECCIÓN	28
47.2	JUSTIFICACIÓN ESTRATÉGICA DE LA SELECCIÓN	28
48	DEFINICIÓN DEL MODELO DE CLOUD COMPUTING	29
48.1	JUSTIFICACIÓN DEL MODELO PAAS	29
49	FLUJO DE INTEGRACIÓN DE LA ARQUITECTURA BIG DATA CON EL DATA WAREHOUSE	29
49.1	INGESTA DE DATOS	29
49.2	PROCESAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE DATOS	30
49.3	INTEGRACIÓN CON EL DATA WAREHOUSE	30
49.4	EXPLOTACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN EL MODELO DE BI.....	30
50	FRAMEWORKS DE BIG DATA Y ANALÍTICA CONSIDERADOS	30
50.1	APACHE HADOOP (HDFS + MAPREDUCE)	31
50.2	APACHE SPARK.....	31
50.3	APACHE KAFKA (OPCIONAL, PERO RECOMENDABLE)	31
50.4	BASES ANALÍTICAS OPEN SOURCE (POSTGRESQL / DUCKDB).....	32
51	¿QUÉ FRAMEWORK ENCAJA MEJOR PARA PALMA DENTAL?	32
52	JUSTIFICACIÓN DE SPARK COMO ELECCIÓN.....	32
52.1	RAZONES TÉCNICAS	32
52.2	RAZONES DE NEGOCIO.....	32
52.3	RAZONES ACADÉMICAS (MBA/BI)	32
53	COMPLEMENTACIÓN.....	33
53.1	LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN Y CONSULTA.....	33
53.2	BASES DE DATOS Y ALMACENAMIENTO ANALÍTICO	33
53.3	ORQUESTACIÓN DE PIPELINES Y AUTOMATIZACIÓN (ETL / ELT).....	34
53.4	CALIDAD, GOBIERNO Y SEGURIDAD DEL DATOS	34
53.5	CONSUMO BI Y VISUALIZACIÓN	34
54	OBJETIVO DE APLICACIÓN DEL MODELO DE DATA SCIENCE Y MACHINE LEARNING EN EL PROYECTO PALMA DENTAL	34
54.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	35
55	FUENTES DE DATOS UTILIZADAS.....	35
55.1	FUENTES OPERATIVAS Y CLÍNICAS	35
55.2	FUENTES FINANCIERAS Y DE COBRANZA	35
55.3	FUENTES COMERCIALES Y DE EXPERIENCIA DEL PACIENTE.....	35
55.4	FUENTES ANALÍTICAS	36
56	ÁREA DE APLICACIÓN Y DEPARTAMENTOS DE NEGOCIO IMPLICADOS.....	36
56.1	AREA PRINCIPAL DE APLICACIÓN	36
56.2	AREAS DE SOPORTE DIRECTO	37
56.3	AREA ANALÍTICA Y TECNOLÓGICA	37
57	IDENTIFICACIÓN DE LA MEJORA ESPERADA.....	38

57.1	MEJORA EN LA GESTIÓN FINANCIERA Y DE COBRANZA.....	38
57.2	MEJORA EN LA EFICIENCIA OPERATIVA	38
57.3	MEJORA EN LA CONTINUIDAD CLÍNICA Y EXPERIENCIA DEL PACIENTE.....	38
58	CUANTIFICACIÓN DE LA MEJORA EN EL ÁREA DE APLICACIÓN A TRAVÉS DE UN BUSINESS CASE	39
58.1	INDICADORES CLAVE DE MEJORA EN COBRANZA Y NORMALIZACIÓN.....	39
58.2	INDICADORES DE EFICIENCIA OPERATIVA	39
58.3	INDICADORES DE CONTINUIDAD CLÍNICA Y EXPERIENCIA DEL PACIENTE	39
59	APLICACIÓN DEL MODELO EN TIEMPO REAL (REAL TIME ANALYTICS).....	40
59.1	OBJETIVO DE APLICACIÓN DEL MODELO EN TIEMPO REAL	40
59.2	FUENTES DE DATOS UTILIZADAS	40
59.3	ÁREA DE APLICACIÓN Y DEPARTAMENTOS DE NEGOCIO IMPLICADOS	41
59.4	IDENTIFICACIÓN DE LA MEJORA ESPERADA.....	41
59.5	CUANTIFICACIÓN DE LA MEJORA A TRAVÉS DE UN BUSINESS CASE.....	42
60	CONCLUSIÓN GENERAL DEL PROYECTO	42
61	BIBLIOGRAFIA.....	43

MAN695 PROJECT BASED LEARNING - BUSINESS INTELLIGENCE MBA OCT24
UIDEMÓDULOS

PALMA DENTAL

1 INTRODUCCIÓN Y ALCANCE

1.1 OBJETIVO

Desarrollar una solución de Business Intelligence que permita a Palma Dental mejorar el acceso a atención odontológica de calidad, acelerar diagnósticos, fortalecer la prevención y el seguimiento de pacientes, y coordinar la teleodontología de manera eficiente y escalable.

1.2 ALCANCE

El proyecto contempla la implementación de dashboards y herramientas analíticas que integren información proveniente de clínicas físicas, plataformas digitales (apps y portales) y sistemas de inteligencia artificial. Esta integración permitirá:

- Diagnóstico asistido por IA y recomendaciones de tratamiento.
- Seguimiento de pacientes y programas de prevención.
- Gestión de citas y flujos de teleodontología.
- Optimización de recursos (agenda, personal y materiales) y control de costos.
- Cumplimiento normativo y fortalecimiento de la calidad de datos.

2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ORIENTADA A BI EN PALMA DENTAL

La estructura organizacional propuesta alinea las capacidades analíticas con las necesidades clínicas y operativas del negocio.

2.1 DIRECCIÓN DE BI Y DATA ANALYTICS

Responsable del diseño de la estrategia de datos, desarrollo de modelos analíticos, definición de planes de acción y aseguramiento de la calidad y gobernanza de la información.

2.2 ÁREAS FUNCIONALES

El modelo articula tres grandes bloques:

- Áreas operativas: gestión clínica, coordinación de citas, flujos de pacientes y teleodontología, así como gestión de pacientes mediante CRM y programas de prevención.
- Áreas analíticas: modelado de datos, generación de informes y dashboards, análisis de cohortes, efectividad de tratamientos y adherencia preventiva.
- Áreas de gestión: monitoreo de KPIs, control de cumplimiento, gestión de proveedores y suministros clínicos y tecnológicos.

3 FLUJO DE VALOR DE BI EN PALMA DENTAL

3.1 INTEGRACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE DATOS

El flujo inicia con la integración de fuentes como sistemas de gestión clínica, historia clínica electrónica, plataformas de teleodontología, soluciones de IA diagnóstica y CRM.

La información se consolida en un almacenamiento centralizado (data lake o data warehouse) estructurado bajo modelos dimensionales que incluyen pacientes, clínicas, tratamientos, diagnósticos, citas y resultados.

3.2 ANÁLISIS Y GENERACIÓN DE VALOR

A partir del modelo de datos se habilita la toma de decisiones mediante:

- Detección de cuellos de botella en agendas y tiempos de espera.
- Evaluación del desempeño de diagnósticos impulsados por IA.
- Seguimiento de adherencia a planes preventivos y de tratamiento.
- Optimización del uso de recursos humanos y materiales.

El valor se materializa en dashboards operativos para clínicas y reportes ejecutivos para la dirección, incluyendo métricas de teleodontología, calidad y satisfacción.

4 KPI CLAVE DEL MODELO

4.1 CONCEPTOS ESTRATÉGICOS

El sistema de indicadores contempla variables clínicas, operativas y financieras como:

- Volumen de pacientes atendidos y carga por período.
- Conversión de diagnóstico IA a tratamiento.
- Tiempo desde llegada del paciente hasta diagnóstico.
- Retención y adherencia preventiva.
- Satisfacción del paciente (CSAT y NPS).
- Uso de teleodontología.
- Coste por consulta y control de inventarios.

4.2 INDICADORES Y FÓRMULAS REPRESENTATIVAS

Se establecen indicadores con métricas cuantificables, entre ellas:

- Pacientes atendidos: número total de pacientes en un periodo.
- Diagnóstico IA validado: $(\text{diagnósticos validados por IA} / \text{total diagnósticos asistidos por IA}) \times 100$.
- Tiempo promedio de diagnóstico: tiempo desde llegada hasta confirmación diagnóstica.
- Adherencia preventiva: $(\text{seguimientos cumplidos} / \text{total pacientes en programa}) \times 100$.
- Conversión IA a tratamiento: $(\text{tratamientos recomendados convertidos} / \text{total recomendados}) \times 100$.
- Satisfacción del paciente: promedio de puntuaciones CSAT/NPS.
- Teleconsultas utilizadas: $(\text{teleodontologías realizadas} / \text{total consultas}) \times 100$.
- Coste por consulta: costo total de operación / número de consultas.

- Gasto de consumibles: gasto de periodo / pacientes atendidos.

5 IDENTIFICACIÓN DE GAPS Y DEFINICIÓN DE KPI

5.1 DIMENSIÓN CONOCIMIENTO

Se analiza la capacidad del sistema para activar intervenciones clínicas oportunas y segmentar pacientes objetivo para programas de prevención, especialmente aquellos con mayor riesgo clínico o recurrencia de tratamientos.

El indicador clave en esta dimensión es el índice de recuperación de diagnóstico precoz (precisión de IA combinada con validación clínica), estableciendo metas claras y midiendo la brecha entre situación actual y objetivo esperado.

5.2 DIMENSIÓN ORGANIZACIÓN

Se evalúa el impacto operativo del uso de IA en términos de horas dedicadas a validaciones clínicas, costos asociados a reprocesos y eficiencia en la asignación de recursos humanos.

El objetivo central es optimizar el uso del talento clínico y garantizar calidad diagnóstica con menor carga operativa.

6 PROCESOS Y HERRAMIENTAS RECOMENDADAS

6.1 DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO GUIADO POR IA

Integra imágenes diagnósticas, historiales clínicos y resultados de IA para evaluar precisión, sensibilidad, especificidad y concordancia con el diagnóstico humano.

6.2 TELEODONTOLOGÍA

Incluye registro de motivos de consulta, tiempos de resolución y seguimiento posterior, con integración al CRM para reforzar recordatorios y adherencia.

6.3 GESTIÓN DE CITAS Y RECURSOS

Se implementan dashboards de ocupación de agendas, tiempos de espera, utilización de quirófanos y control de inventarios clínicos.

6.4 GOBERNANZA DE DATOS

Se establecen estándares de datos clínicos, políticas de acceso, trazabilidad y cumplimiento normativo.

7 ESTRUCTURA DE PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se presenta desde una visión estratégica que integra misión, propuesta de valor y objetivos iniciales orientados a optimizar diagnóstico, tratamientos personalizados y experiencia del paciente.

Se identifican necesidades por área, se definen objetivos específicos (tiempos de diagnóstico, eficiencia de agenda, control de costos y adherencia preventiva) y se plantea un plan de acción en cuatro fases:

- Fase 1: Recolección y gobernanza de datos.
- Fase 2: Modelado y construcción de dashboards.
- Fase 3: Integración operativa de IA y teleodontología.
- Fase 4: Escalamiento y monitoreo continuo.

8 FUENTES DE DATOS

Las fuentes de información se agrupan en cinco grandes categorías que alimentan el modelo analítico:

- Operativas y tácticas: atención diaria por clínica, citas, stock de materiales, procedimientos realizados y seguimientos.
- Corporativas y comerciales: desempeño por clínica, métricas de calidad, satisfacción del paciente, retención y campañas.
- Legales y regulatorias: reportes requeridos por entidades de salud y protección de datos.
- Procesos clínicos: trazabilidad del flujo diagnóstico → tratamiento → ejecución, incluyendo validación de algoritmos de IA.
- Analítica avanzada: identificación de patrones de salud bucodental, factores de riesgo y pronósticos de tratamiento.

9 PROCESO DE CONSOLIDACIÓN DE INFORMACIÓN (DATA WAREHOUSE)

9.1 OBJETIVO

Centralizar la información de diversas fuentes en una infraestructura segura en la nube que permita su estandarización, validación y consulta eficiente para la toma de decisiones.

9.2 GOBIERNO Y DIRECCIÓN

Se establece una Dirección de Capacidades Analíticas responsable de definir políticas de uso, estándares de calidad y lineamientos estratégicos relacionados con la gestión de datos.

9.3 FLUJO GENERAL

El flujo de consolidación sigue una secuencia estructurada:

- Generación de archivos o ingestas estructuradas por clínica y sistema.
- Transferencia a una zona transitoria en la nube (landing zone).
- Procesos ETL/ELT programados que actualizan el Data Warehouse.
- Mecanismos de respaldo que utilizan la última versión válida en caso de fallos.

10 ESTRUCTURA DE ARCHIVOS Y GOBERNANZA DE DATOS

La estructura contempla el origen, destino y almacenamiento de la información dentro de un Data Warehouse central y datamarts temáticos por clínica, especialidad o servicio.

Los principales componentes incluyen:

- Sistemas fuente: historia clínica electrónica, facturación, CRM, teleodontología, sistemas de imágenes diagnósticas.
- Destinos analíticos: Data Warehouse central y datamarts clínicos, operativos y financieros.

Se identifican desafíos como discrepancias entre sistemas, diferencias en formatos de imágenes, coexistencia de datos estructurados y no estructurados, y necesidad de estandarizar códigos clínicos y procedimientos.

11 PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LA INFORMACIÓN

11.1 OBJETIVOS

Garantizar que los datos consolidados puedan utilizarse para análisis operativo, táctico y estratégico, así como para modelos predictivos y minería de datos.

11.2 FUNCIONES

El proceso de transformación incluye:

- Integración de información clínica y operativa para una visión 360 del paciente.
- Limpieza, normalización y codificación estandarizada.
- Preparación de datos para modelos de inteligencia artificial.
- Generación de dashboards interactivos y análisis exploratorio.

11.3 SOPORTE TECNOLÓGICO

Se implementan herramientas de BI y soluciones de IA que permiten análisis de imágenes, segmentación de pacientes y optimización de recursos.

El acceso a la información se gestiona mediante permisos definidos por rol y certificación de usuarios.

12 NECESIDAD Y USO DE HERRAMIENTAS ANALÍTICAS

El modelo busca fortalecer la capacidad de investigación de datos para identificar pacientes candidatos a intervenciones preventivas y tratamientos personalizados.

La extracción se realiza mediante plataformas BI conectadas al Data Warehouse y a los datamarts, con autorización supervisada por la Dirección de Capacidades Analíticas.

13 MODELO CONCEPTUAL Y ARQUITECTURA

13.1 ARQUITECTURA DE DATOS

Origen → Ingestión → Landing Zone → Procesos ETL/ELT → Data Warehouse central → Datamarts temáticos → Modelos IA/ML → Dashboards.

13.2 HERRAMIENTAS DE CONSULTA

Plataformas de BI y herramientas de análisis de imágenes permiten el acceso autorizado a datos sin requerir conocimiento técnico profundo de la estructura interna.

14 ESTRUCTURA OPERATIVA Y CONTROL DE CALIDAD

La gobernanza garantiza calidad, trazabilidad y cumplimiento normativo en el tratamiento de datos clínicos.

Se definen roles claros: Dirección de Capacidades Analíticas, responsables de cada fuente de datos y equipos de seguridad. Asimismo, se establecen criterios de calidad, calendarios de actualización y procesos de certificación de ingestas.

15 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

- **FASE 1: DIAGNÓSTICO Y DISEÑO:** Definición de fuentes, esquemas de datos y políticas de gobernanza.
- **FASE 2: INGENIERÍA DE DATOS:** Configuración del Data Warehouse, implementación de pipelines ETL/ELT e integración inicial de modelos analíticos.
- **FASE 3: ANALÍTICA Y VISUALIZACIÓN:** Despliegue de dashboards clínicos y ejecutivos, habilitación de análisis ad-hoc.
- **FASE 4: OPERACIÓN Y MEJORA CONTINUA:** Monitoreo de calidad de datos, ajustes a modelos analíticos y ampliación a nuevas fuentes.

16 PROCESO DE CARGA DE DATOS

El proceso ETL constituye el núcleo del modelo de datos de Palma Dental. Cada día, las clínicas generan información clave sobre diagnósticos, citas, procedimientos y teleconsultas. Para asegurar consistencia, estos datos deben ser extraídos, validados y cargados en un repositorio centralizado que garantice continuidad operacional. De forma general:

- A las 11:00 p.m., los sistemas clínicos y operativos cierran su ciclo diario.
- Posteriormente, cada plataforma genera archivos transitorios (CSV, JSON o XML) con información consolidada del día.
- Estos archivos se almacenan en la LZ del Data Lake, desde donde serán procesados para ingresar al Data Warehouse.
- A las 3:00 a.m., un proceso automatizado ejecuta la carga de datos, consolidando información de:
 - Historia Clínica Electrónica
 - Plataforma de IA diagnóstica
 - Sistema de citas
 - Plataforma de teleodontología
 - CRM y encuestas de experiencia del paciente
- Este flujo permite manejar fallos mediante un mecanismo de contingencia: si una fuente no entrega el archivo diario, la actualización se realiza utilizando el último archivo certificado, garantizando la continuidad operacional.

17 ESTRUCTURA Y GOBERNANZA DE ARCHIVOS

La gobernanza de datos en Palma Dental está a cargo de la Dirección de Capacidades Analíticas, responsable de definir estándares, controlar la calidad y certificar las ingestas. Este proceso asegura consistencia, trazabilidad y seguridad clínica. Cada archivo debe incluir una estructura clara donde se especifique:

- Fuente del dato, incluyendo sistema, clínica o plataforma.

- Formato, el cual puede ser CSV para citas, JSON para diagnósticos IA o XML para teleconsultas.
- Frecuencia de actualización, normalmente diaria para la mayoría de los procesos clínicos.
- Campos obligatorios, como ID del paciente tokenizado, fecha, hora, clínica, diagnóstico y resultado IA.
- Reglas de validación, para detectar duplicados, formatos incorrectos o valores faltantes.

17.1 EJEMPLOS DE ARCHIVOS UTILIZADOS:

- pacientes_clinicos.csv: datos básicos del paciente y su historial clínico.
- diagnosticos_IA.json: predicciones, probabilidad del diagnóstico y validación por el odontólogo.
- teleconsultas.xml: registros de consultas remotas, tiempos y resoluciones.
- inventario_clinica.csv: consumibles utilizados por día y unidad clínica.

18 TIPOS DE DATOS

Los tipos de datos que alimentan el Data Warehouse reflejan el enfoque clínico-operativo del negocio. Estos datos se agrupan en categorías que permiten su análisis estratégico.

18.1 CLÍNICO:

Se incluyen diagnósticos odontológicos, imágenes diagnósticas, resultados de IA y procedimientos realizados. Estos datos conforman el núcleo de la atención del paciente.

18.2 OPERATIVO:

- Citas agendadas y completadas
- Tiempos de espera y eficiencia del servicio
- Cancelaciones o reprogramaciones
- Ocupación de clínicas

18.3 COMERCIALES:

- Permiten monitorear la experiencia del paciente mediante indicadores como NPS, CSAT, tasa de retención y conversión de planes de tratamiento.
- La teleodontología genera información referente a la atención remota, tiempos de respuesta, seguimiento clínico y adherencia.

18.4 DATOS FINANCIEROS-OPERATIVOS:

- Costos por consulta
- Gasto de consumibles
- Facturación diaria por clínica

19 PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El proceso de transformación convierte datos crudos en conocimiento accionable. En Palma Dental, esta transformación atiende tanto necesidades operativas como estratégicas, habilitando dashboards clínicos, reportes ejecutivos y análisis de desempeño de IA.

19.1 REPORTERÍA Y ANÁLISIS

Esta capa permite visualizar los datos de manera estructurada para agilizar decisiones clínicas y operativas. Abarca:

- Consolidación diaria de diagnósticos y procedimientos.
- Dashboards de ocupación, rendimiento y tiempos de atención.
- Seguimiento de pacientes de alto riesgo o baja adherencia.
- Paneles de inventario basado en consumo real.
- La presentación de la información combina:
 - tablas estructuradas,
 - gráficos comparativos,
 - Reportes ejecutivos sintetizados.

19.2 ANALÍTICA AVANZADA Y MINERÍA DE DATOS

- La analítica permite identificar tendencias y patrones clínicos que no serían evidentes mediante simple observación. Palma Dental utiliza estas capacidades para:
 - Predecir riesgo de caries, periodontitis o abandono del tratamiento.
 - Segmentar pacientes según nivel de riesgo o tipo de atención requerida.
 - Optimizar inventario con base en consumo histórico y estacionalidad.
 - Identificar discrepancias entre diagnósticos IA y diagnósticos clínicos.
 - Este enfoque permite mejorar la eficiencia del personal, la calidad del servicio y la prevención.

20 NECESIDAD DE MODELADO Y TOMA DE DECISIÓN CLAVE

Así como en el ejemplo bancario se determina el momento idóneo para iniciar un proceso jurídico, en Palma Dental se identifica una necesidad decisiva ligada a la atención del paciente: Determinar el momento oportuno para intervenir a un paciente con riesgo clínico creciente.

- Resultados acumulados de la IA.
- No adherencia a citas programadas.
- Hallazgos clínicos previos.
- Evolución en imágenes intraorales o radiográficas.

21 NECESIDAD DE UNA HERRAMIENTA DE INVESTIGACIÓN DE DATOS

Para apoyar esta decisión, Palma Dental requiere una Herramienta de Priorización Clínica (HPC) que consolide múltiples variables clínicas y operativas para identificar pacientes que necesitan atención urgente. La herramienta permitirá:

- Identificar pacientes sin seguimiento reciente.
- Detectar casos donde la IA anticipa riesgo elevado.
- Cruzar inventario, disponibilidad clínica y agenda para facilitar intervención.

- Priorizar teleodontología para diagnósticos preliminares rápidos.
- Este enfoque evita progresiones clínicas severas y optimiza recursos.

22 GOBERNANZA Y ESTRUCTURA OPERATIVA

La gobernanza asegura que los datos sean manejados con calidad, seguridad y trazabilidad. Está compuesta por:

22.1 DIRECCIÓN DE CAPACIDADES ANALÍTICAS:

Responsable de políticas, estándares y certificación.

22.2 DUEÑOS DE DATOS:

En cada sistema (clínicas, IA, teleodontología, CRM).

22.3 DATA STEWARDS:

Encargados del monitoreo de calidad y actualización.

22.4 POLÍTICAS DE ACCESO:

Que controlan quién puede consultar o extraer datos del DW. Esta estructura garantiza que los datos clínicos sean tratados bajo estrictos parámetros de privacidad y confidencialidad.

23 PREMISAS DE VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La visualización de la información en Palma Dental tiene como objetivo permitir que áreas clínicas, operativas y directivas accedan a datos claros, oportunos y útiles para la toma de decisiones. La estrategia combina autoservicio controlado, reportes automatizados y tableros interactivos que muestran indicadores clave del modelo de negocio.

En este enfoque:

- La información operativa y táctica se consulta mediante dashboards actualizados diariamente.
- La información estratégica se analiza mediante tableros dinámicos, orientados a detectar patrones clínicos, rendimiento por clínica y eficiencia del equipo.
- Los datos clínicos sensibles se manejan bajo protocolos de seguridad, evitando accesos no autorizados y garantizando la confidencialidad del paciente.

24 CONCEPTOS CLAVE EN LA VISUALIZACIÓN DE DATOS

24.1 REPORTE

Documento o visualización que presenta información clínica u operativa con un propósito específico: evaluar desempeño por clínica, diagnosticar tendencias y apoyar decisiones inmediatas.

24.2 INTERFAZ

Mecanismo que transfiere datos entre sistemas como la IA diagnóstica, el CRM, la historia clínica electrónica y el Data Warehouse. Permite que la información fluya sin fricciones dentro del ecosistema.

24.3 CUBO ANALÍTICO

Estructura multidimensional que facilita el análisis según variables como clínica, especialidad, riesgo del paciente, tipo de diagnóstico y periodo de tiempo.

24.4 CONSULTA AD-HOC

Búsqueda puntual realizada por directores o analistas para resolver preguntas específicas, como variación en tiempos de atención o concordancia de diagnósticos IA odontólogo.

24.5 INDICADOR

Medida fundamental para evaluar desempeño. En Palma Dental destacan indicadores como:

- Tiempo promedio de atención
- Tasa de cancelación
- Precisión diagnóstica de IA
- Conversión de planes de tratamiento.
- Nivel de riesgo clínico del paciente

24.6 TABLERO DE CONTROL

Vista consolidada de KPIs estratégicos y operativos que facilita una interpretación rápida del estado general de las clínicas y del avance del modelo de atención.

25 ESTRATEGIA DE VISUALIZACIÓN DE PALMA DENTAL

La estrategia de visualización integra reportería, analítica y tableros interactivos para que cada área tenga la información que necesita de forma clara y útil. Se buscan dos objetivos centrales:

1. Comprender el desempeño clínico y operativo en tiempo real.
2. Aprovechar los datos para anticipar riesgos, mejorar la experiencia del paciente y optimizar recursos.

25.1 REPORTERÍA OPERATIVA

La reportería operativa se actualiza diariamente y facilita el seguimiento de:

- Número de diagnósticos realizados
- Resultados de IA clasificados por nivel de riesgo
- Tiempos de espera y atención
- Citas completadas vs. canceladas
- Consumo de inventario por clínica

Esta capa de información permite que los jefes de clínica actúen con rapidez ante variaciones en la demanda o situaciones críticas.

25.2 ANALÍTICA ESTRATÉGICA

La capa analítica permite analizar tendencias de mediano y largo plazo. Se enfoca en:

- Eficiencia de la IA diagnóstica
- Crecimiento por clínica y especialidad
- Ingresos asociados a cada tratamiento
- Comportamiento de pacientes recurrentes
- Variabilidad en tiempos de atención
- Impacto de intervenciones preventivas

Esta información guía decisiones estratégicas y facilita evaluaciones de desempeño integral.

26 HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA PROCESAMIENTO Y VISUALIZACIÓN

Palma Dental adopta un ecosistema flexible y escalable, compuesto por herramientas que permiten transformar, analizar y visualizar datos clínicos-operativos de manera eficiente.

26.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

- Python para limpieza, transformación y modelamiento.
- R para análisis estadísticos comparativos entre IA y diagnóstico humano.
- Pipelines automatizados para la carga diaria del Data Warehouse.

26.2 VISUALIZACIÓN

La herramienta principal para dashboards es Power BI, por su capacidad de:

- Integrar datos clínicos, operativos y financieros.
- Generar paneles dinámicos y comparativos entre clínicas.
- Mostrar indicadores críticos en tiempo real.
- Facilitar una colaboración entre equipos sin requerir conocimiento técnico profundo.
- Accesibilidad desde dispositivos móviles para supervisores y directores.

27 DISEÑO DEL DASHBOARD PRINCIPAL

El dashboard central de Palma Dental está compuesto por cinco campos que permiten comprender el estado clínico, operativo y comercial del negocio. Cada sección combina gráficos, indicadores y filtros interactivos.

27.1 CAMPO 1: FILTROS GENERALES DEL TABLERO

Permite personalizar la visualización según variables críticas:

- Clínica
- Especialidad
- Profesional u odontólogo

- Nivel de riesgo del paciente
- Rango de fechas
- Edad del paciente

Este conjunto de filtros facilita el análisis segmentado y revela diferencias entre clínicas o equipos

27.2 CAMPO 2: DESEMPEÑO CLÍNICO POR NIVEL DE RIESGO

Incluye indicadores como:

- Pacientes clasificados en riesgo alto, medio y bajo
- Concordancia IA–odontólogo
- Número de casos críticos atendidos en el día
- Porcentaje de diagnósticos confirmados

La información permite detectar si existe acumulación de pacientes críticos o discrepancias relevantes en la evaluación clínica.

27.3 CAMPO 3: KPIS OPERATIVOS

Presenta métricas clave del funcionamiento clínico:

- Tiempo promedio de atención
- Puntualidad de inicio de citas
- Tasa de cancelación y ausentismo
- Ocupación del equipo humano por hora
- Productividad del equipo por turno

Estas métricas ayudan a optimizar personal, recursos clínicos e infraestructura.

27.4 CAMPO 4: INDICADORES COMERCIALES Y SATISFACCIÓN

Incluye variables como:

- Conversión de presupuestos en tratamientos
- Ingresos por clínica y especialidad
- NPS y satisfacción del paciente
- Recomendaciones y reseñas
- Tasa de retención

Estos indicadores permiten medir el éxito comercial y la calidad de servicio.

27.5 CAMPO 5: TENDENCIAS TEMPORALES

El análisis temporal muestra:

- Evolución del riesgo clínico promedio
- Variación mensual de citas completadas y canceladas
- Tendencias de precisión IA
- Estacionalidad del uso de inventario
- Comportamiento de la demanda por clínica

28 VISUALIZACIÓN MEDIANTE ARCHIVOS PLANO

En casos especiales, Palma Dental utiliza archivos planos para compartir información sensible con equipos internos autorizados o para activar auditorías específicas. Estos archivos incluyen:

- Identificador anonimizado del paciente
- Resultado de la IA
- Diagnóstico confirmado por el odontólogo
- Nivel de riesgo
- Observaciones clínicas
- Recomendación de tratamiento

El acceso se gestiona mediante carpetas seguras y protocolos estrictos de confidencialidad.

29 ESTRUCTURA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA VISUALIZACIÓN

Para garantizar el correcto uso de las herramientas, la implementación sigue cuatro pasos clave:

29.1 SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS ADECUADAS

Se elige Power BI como plataforma principal para dashboards, complementado por Python y R para análisis profundo.

29.2 DEFINICIÓN DE PERFILES DE USUARIO

Perfiles que acceden al dashboard:

- Dirección general
- Dirección clínica
- Operaciones
- Coordinadores de clínica
- Analistas BI
- Marketing y experiencia del paciente

29.3 NECESIDADES DE INFORMACIÓN POR PERFIL

Cada área recibe acceso al conjunto de KPIs necesarios para su gestión. Ejemplos:

- Dirección clínica → riesgo, precisión IA, casos críticos.
- Operaciones → tiempos, cancelaciones, capacidad.
- Marketing → NPS, retención, conversión.

29.4 VALIDACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

Se evalúa si los dashboards permiten:

- Identificar pacientes críticos a tiempo
- Optimizar rendimiento clínico y operativo
- Mejorar la experiencia del paciente
- Tomar decisiones rápidas y basadas en datos
- Controlar la eficiencia del modelo IA + odontólogo

30 ALCANCE DEL BI

El alcance del BI comprende todas las áreas críticas del negocio, incluyendo clínicas físicas, teleodontología, diagnóstico asistido por IA, gestión financiera y experiencia del paciente. No se limita a la generación de reportes, sino que se integra directamente en los procesos de decisión diarios, facilitando monitoreo continuo y control estratégico.

31 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL DEPARTAMENTO DE BI

La estructura organizacional propuesta es escalable y adecuada al tamaño actual de Palma Dental, permitiendo crecimiento progresivo del área analítica.

31.1 ROLES PRINCIPALES

El equipo está conformado por perfiles especializados que cubren tanto la dimensión estratégica como técnica:

- Gerente de BI y Data Analytics, responsable de la estrategia de datos y gobierno de la información.
- Analista de Modelos y KPIs, encargado del diseño de indicadores y modelos predictivos.
- Analista de Reporting y Dashboards, responsable de la visualización y adaptación de información por perfil de usuario.
- Analista de Automatización y Gobierno de Datos, enfocado en procesos ETL, calidad y seguridad.

32 REPORTING AD-HOC

El reporting ad-hoc permite analizar situaciones específicas que no están contempladas en dashboards estándar. Esto incluye evaluación puntual de desempeño de clínicas, análisis de costos específicos o simulaciones de escenarios. Este enfoque complementa el reporting estructurado y aporta flexibilidad a la gerencia para responder a necesidades emergentes.

33 CONSOLIDACIÓN FINANCIERA

La consolidación financiera integra ingresos, costos y márgenes por clínica, tratamiento y profesional, generando una visión clara de la rentabilidad real del negocio. A través del BI es posible controlar desviaciones presupuestarias, analizar costos por consulta y sustentar decisiones de inversión basadas en datos.

Entre los principales beneficios de esta consolidación se destacan:

- Evaluación precisa de la rentabilidad.
- Mayor control presupuestario.
- Soporte analítico para decisiones estratégicas.

34 PERFILES DE USUARIO Y GOBIERNO DE DATOS

Se definen perfiles de acceso diferenciados según el rol dentro de la organización. La Gerencia General accede a información estratégica consolidada, la Dirección Clínica supervisa indicadores de calidad asistencial, mientras que Administración y Operaciones gestionan datos financieros y operativos respectivamente. El gobierno de datos garantiza

seguridad, integridad y cumplimiento normativo, estableciendo controles claros sobre acceso y uso de la información.

35 BUSINESS CASE – COSTOS DEL DEPARTAMENTO DE BI

La inversión anual estimada del Departamento de BI asciende a USD 170,000, destinada a personal especializado, licencias de herramientas, infraestructura y capacitación.

Esta inversión se justifica por la mejora en eficiencia operativa, control financiero y calidad en la toma de decisiones.

36 BENEFICIOS CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS

El proyecto genera beneficios medibles y estratégicos. En términos cuantitativos, se proyecta reducción de costos operativos, incremento de productividad y mejora de rentabilidad. En el plano cualitativo, se espera mayor calidad en las decisiones, mejor control del negocio y fortalecimiento de la experiencia del paciente.

37 ANÁLISIS FINANCIERO (ROI, VPN Y PAYBACK)

El ROI estimado del proyecto es superior al 100% anual, con un período de recuperación aproximado de 14 meses. El Valor Presente Neto resulta positivo bajo un horizonte de cinco años y una tasa de descuento del 10%, confirmando la viabilidad financiera del proyecto.

38 KPIS ESTRATÉGICOS

Los KPIs estratégicos permiten monitorear el desempeño integral del negocio y asegurar alineación con los objetivos planteados. Entre los principales indicadores se encuentran:

- Coste por consulta.
- Rentabilidad por tratamiento.
- Tiempo promedio de diagnóstico.
- Conversión diagnóstico/tratamiento.
- NPS y CSAT.

39 OBTENCIÓN E INTEGRACIÓN DE DATOS NO ESTRUCTURADOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN CLÍNICA Y COMERCIAL

PALMA DENTAL, como organización del sector salud, genera y recibe diariamente grandes volúmenes de información provenientes de múltiples fuentes internas y externas. Si bien existen sistemas estructurados (agenda, facturación, historia clínica), una parte significativa del valor analítico reside en datos no estructurados o semiestructurados, los cuales actualmente no están siendo explotados de manera integral.

En coherencia con el marco conceptual desarrollado sobre obtención de datos no estructurados, este proyecto busca:

- Robustecer la perfilación de pacientes
- Optimizar la gestión clínica y comercial
- Mejorar la eficiencia operativa
- Garantizar cumplimiento normativo en protección de datos personales

39.1 SELECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE DATOS

Fuente	Tipo de Dato	Estructura	Valor Estratégico
Sistema de Agenda Clínica	Citas, cancelaciones, horarios	Estructurada	Optimización de ocupación y productividad
Historia Clínica	Diagnósticos, tratamientos, observaciones	Semiestructurada	Perfil clínico y predicción de recurrencia
Registros de Atención Telefónica	Motivo de llamada, comentarios	No estructurada	Identificación de necesidades del paciente
Gestión de Cobranza	Acuerdos de pago, causas de mora	Semiestructurada	Mejora de recuperación de cartera
Correos electrónicos y WhatsApp	Solicitudes, quejas, seguimientos	No estructurada	Experiencia del paciente
Transacciones y pagos	Horarios, medios de pago	Estructurada	Análisis de comportamiento de consumo

39.2 FUENTES EXTERNAS DE DATOS:

Fuente	Tipo de Información	Estructura	Uso en PALMA DENTAL
Bases de Datos Públicas de Salud	Datos demográficos y epidemiológicos	Estructurada	Planeación de servicios
Redes Sociales	Opiniones, reseñas	No estructurada	Reputación y marketing
Proveedores de datos de contacto	Teléfono, email	Semiestructurada	Recontacto de pacientes
Cámara de Comercio	Datos empresariales (si aplica B2B)	Estructurada	Convenios corporativos

40 DEFINICIÓN Y RELACIÓN DE LOS DATOS

40.1 MODELO CONCEPTUAL DE RELACIÓN DE DATOS:

Paciente

- └─ Historia Clínica
- └─ Agenda de Citas
- └─ Interacciones (llamadas, WhatsApp, correos)
- └─ Pagos y Cobranza
- └─ Opiniones y Feedback
- └─ Datos Demográficos Externos reportes de atención diaria por clínica.

40.2 RELACIÓN DE DATOS PARA RESOLVER LA PROPUESTA INICIAL

Objetivo Estratégico	Datos Relacionados	Resultado Esperado
Mejorar fidelización	Historia clínica + Interacciones	Comunicación personalizada
Reducir cancelaciones	Agenda + motivos de llamada	Optimización de horarios
Aumentar recuperación	Cobranza + perfil del paciente	Estrategias diferenciadas
Incrementar ventas	Transacciones + horarios	Contacto en momentos óptimos
Mejorar experiencia	Quejas + reseñas	Acciones correctivas

41 INTEGRACIÓN DE DATOS NO ESTRUCTURADOS

41.1 TEXT ANALYTICS

Aplicación de técnicas de Text Analytics y NLP para:

- Clasificar motivos de contacto
- Identificar patrones de insatisfacción
- Detectar oportunidades comerciales
- Estandarizar información no estructurada

Ejemplo de palabras clave:

- “dolor”, “urgente”, “precio”, “financiamiento”, “cancelar”.

41.2 PROCESO ETL

Etapas	Descripción
Extract	Captura desde correos, llamadas, CRM
Transform	Limpieza, normalización, anonimización
Load	Integración al Data Warehouse Clínico

42 TABLAS ANALÍTICAS

Tabla de Perfilación de Pacientes				
Paciente	Frecuencia Visitas	Canal Preferido	Riesgo Cancelación	Potencial Comercial
P001	Alta	WhatsApp	Bajo	Alto
P002	Media	Llamada	Medio	Medio
P003	Baja	Email	Alto	Bajo

43 TABLA DE GESTIÓN DE COBRANZA

Paciente	Estado	Causa Mora	Estrategia
P010	En mora	Falta liquidez	Plan de pagos
P011	Al día	—	Cross-selling

44 CASOS DE USO

Una vez identificadas las fuentes de datos internas y externas, así como definidas las relaciones entre los distintos conjuntos de información, el siguiente paso consiste en identificar los casos de uso que permiten incorporar dichos datos en el modelo de Business Intelligence de Palma Dental. Estos casos de uso representan aplicaciones prácticas del Big Data orientadas a resolver problemas reales del negocio y a mejorar la propuesta de valor clínica, operativa y comercial.

En el caso de Palma Dental, los casos de uso se sustentan en la integración de datos estructurados (agenda, pagos, transacciones), semiestructurados (historia clínica, diagnósticos asistidos por IA) y no estructurados (interacciones con pacientes, mensajes, llamadas). Esta combinación de datos permite construir una visión integral del paciente, no solo desde el punto de vista clínico, sino también operativo y relacional, fortaleciendo la toma de decisiones basada en información completa y contextualizada.

44.1 PRIORIZACIÓN CLÍNICA INTELIGENTE DE PACIENTES

Uno de los principales casos de uso es la priorización clínica inteligente de pacientes. A partir del análisis conjunto de la historia clínica, los diagnósticos generados por inteligencia artificial y la evolución del tratamiento, el modelo de BI permite identificar el nivel de riesgo clínico y el momento óptimo de intervención.

Este caso de uso transforma la toma de decisiones médicas en un proceso preventivo y basado en datos, ya que facilita la detección temprana de posibles complicaciones y evita que las patologías avancen a estadios más complejos. Asimismo, contribuye a una mejor asignación de recursos clínicos, permitiendo que los profesionales prioricen a los pacientes que requieren atención inmediata y mejorando la eficiencia del servicio.

44.2 OPTIMIZACIÓN DE LA AGENDA CLÍNICA Y GESTIÓN OPERATIVA

Otro caso de uso relevante es la optimización de la agenda clínica y la gestión operativa. La integración de datos de citas, cancelaciones, motivos de contacto y disponibilidad de recursos permite identificar patrones de ausentismo, sobrecarga operativa o subutilización de la capacidad instalada.

A partir de este análisis, el modelo de BI facilita decisiones como:

- Redistribución de horarios y citas según el nivel de riesgo del paciente.
- Priorización de atenciones críticas en función de la urgencia clínica.
- Uso estratégico de la teleodontología para casos de menor complejidad.

44.3 GESTIÓN DE LA EXPERIENCIA Y FIDELIZACIÓN DEL PACIENTE

Asimismo, se identifica como caso de uso estratégico la gestión de la experiencia y fidelización del paciente. El análisis de interacciones no estructuradas (llamadas, WhatsApp, correos electrónicos y reseñas) permite comprender de manera más profunda las necesidades, expectativas y percepciones del paciente a lo largo de su relación con la clínica.

Mediante técnicas de Text Analytics, el modelo de BI puede:

- Identificar causas recurrentes de insatisfacción o reclamos.
- Detectar riesgos de abandono del tratamiento de forma anticipada.
- Personalizar la comunicación y el seguimiento clínico.

44.4 GESTIÓN DE COBRANZA Y RECUPERACIÓN DE CARTERA

Otro caso de uso clave es la gestión de cobranza y recuperación de cartera, donde los datos financieros se combinan con el perfil y comportamiento del paciente. El modelo de BI permite analizar causas de mora, patrones de pago y comportamiento histórico, facilitando una gestión más segmentada y eficiente.

44.5 EVALUACIÓN DEL DIAGNÓSTICO ASISTIDO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Finalmente, el modelo contempla la evaluación del diagnóstico asistido por inteligencia artificial, comparando los resultados generados por la IA con los diagnósticos validados por los odontólogos. Este análisis permite medir la precisión de los modelos, identificar desviaciones y oportunidades de mejora. Además, este caso de uso contribuye a reforzar la confianza del personal clínico en la tecnología, promoviendo una adopción responsable y progresiva de la inteligencia artificial como herramienta de apoyo, y no como sustituto del criterio profesional.

45 IMPACTO DEL BIG DATA EN ÁREAS, DEPARTAMENTOS Y PROCESOS DE NEGOCIO

La incorporación de Big Data en el modelo de BI de Palma Dental genera un impacto transversal en toda la organización, transformando la forma en que se gestionan los procesos clínicos, operativos, comerciales y estratégicos. Este impacto se manifiesta en distintas áreas y niveles de decisión, consolidando un enfoque organizacional orientado a los datos.

45.1 IMPACTO EN EL ÁREA CLÍNICA

En el área clínica, el Big Data impacta directamente en la calidad del diagnóstico y del tratamiento. La integración de datos históricos, diagnósticos asistidos por IA y evolución

clínica permite a los odontólogos contar con una visión integral del paciente, favoreciendo decisiones más oportunas y personalizadas.

Como resultado:

- Se mejora la calidad de la atención.
- Se reduce la variabilidad clínica y el retrabajo.
- Se incrementa la confianza del paciente en el servicio recibido.

45.2 IMPACTO EN EL ÁREA OPERATIVA

En el área operativa, el Big Data permite optimizar el uso de recursos físicos y humanos. El análisis de datos de agenda, tiempos de atención, inventario y desempeño del personal facilita la identificación de ineficiencias y cuellos de botella operativos. Esto se traduce en:

- Reducción de tiempos de espera y cancelaciones.
- Mejor ocupación de las clínicas.
- Disminución de costos operativos asociados a ineficiencias.

45.3 IMPACTO EN EL ÁREA COMERCIAL Y EXPERIENCIA DEL PACIENTE

Desde la perspectiva comercial y de experiencia del paciente, el Big Data habilita una gestión más efectiva del ciclo de vida del paciente. El análisis de interacciones, satisfacción y comportamiento de consumo permite diseñar estrategias de comunicación más precisas y personalizadas.

Este enfoque incrementa la conversión de diagnósticos en tratamientos, mejora la fidelización y fortalece la relación a largo plazo con los pacientes.

45.4 IMPACTO EN EL ÁMBITO FINANCIERO Y ESTRATÉGICO

En el ámbito financiero y estratégico, el Big Data proporciona información confiable para evaluar la rentabilidad por tratamiento, clínica y perfil de paciente. Esta capacidad analítica permite:

- Sustentar decisiones de inversión y crecimiento.
- Priorizar iniciativas estratégicas con mayor impacto.
- Justificar el retorno de la inversión en el área de BI.

46 ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE DIFERENTES PROVEEDORES PROPUESTOS

Para el proyecto de Business Intelligence y Big Data de Palma Dental, la selección del proveedor de servicios en la nube es una decisión estratégica con impacto directo en costos, escalabilidad y calidad del análisis. Considerando el crecimiento proyectado del negocio, se estima que el volumen de datos clínicos y operativos puede crecer entre 20 % y 30 % anual, impulsado por el incremento de pacientes, historiales clínicos digitalizados e interacciones digitales. Asimismo, el modelo de BI contempla el almacenamiento histórico de datos por al menos 5 a 7 años, lo que implica manejar grandes volúmenes de información estructurada y no estructurada, incluyendo imágenes, textos y registros de interacción.

46.1 AMAZON WEB SERVICES (AWS)

Amazon Web Services ofrece una infraestructura altamente escalable, capaz de soportar volúmenes de datos que superan fácilmente varios terabytes (TB) sin afectar el rendimiento. En proyectos similares de BI y Big Data, AWS permite escalar recursos de almacenamiento y cómputo bajo demanda, lo que resulta atractivo para escenarios de crecimiento acelerado. Desde la perspectiva de Palma Dental, AWS presenta ventajas como:

- Capacidad de escalar almacenamiento prácticamente ilimitado.
- Alta disponibilidad, con niveles de servicio superiores al 99,9 %.
- Amplia experiencia en proyectos de Big Data a gran escala.

No obstante, la arquitectura de BI en AWS suele implicar la combinación de múltiples servicios, lo que puede aumentar la complejidad técnica y el esfuerzo de gestión. En términos de costos, esta fragmentación puede generar incrementos si no existe un control riguroso, especialmente en proyectos de tamaño medio como Palma Dental, donde la eficiencia operativa es un factor clave.

46.2 MICROSOFT AZURE

Microsoft Azure se posiciona como una alternativa especialmente adecuada para proyectos de BI corporativo. Su ecosistema integrado permite gestionar grandes volúmenes de datos clínicos, operativos y financieros, con una arquitectura diseñada para crecer de forma controlada.

Para Palma Dental, Azure ofrece ventajas cuantificables:

- Escalabilidad para manejar volúmenes de datos que pueden crecer desde cientos de gigabytes en fases iniciales hasta varios terabytes conforme se consolida el modelo de BI.
- Alta disponibilidad y redundancia, con niveles de servicio cercanos al 99,95 %.
- Reducción de tiempos de implementación del modelo de BI en aproximadamente 30% a 40 %, gracias a servicios gestionados.

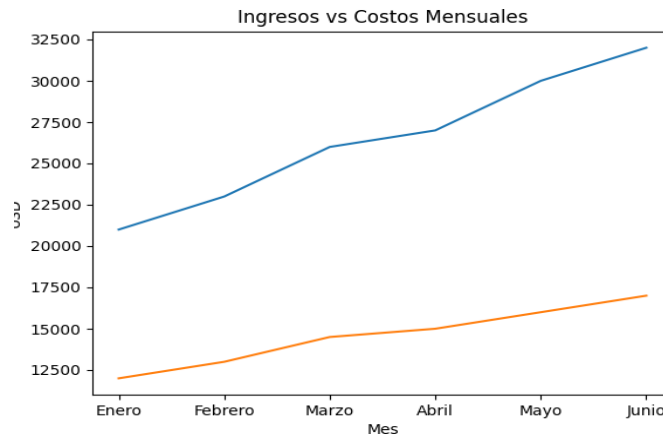
Además, Azure facilita la integración de datos estructurados y no estructurados, permitiendo que información clínica, financiera y de interacción con pacientes se procese de manera unificada, lo que reduce errores y duplicidades.

46.3 GOOGLE CLOUD PLATFORM (GCP)

Google Cloud Platform destaca por su capacidad analítica y su potencia para procesar grandes volúmenes de datos en tiempos reducidos. En escenarios intensivos de análisis, GCP puede ofrecer tiempos de respuesta más rápidos en consultas complejas. Sin embargo, para Palma Dental, GCP presenta algunas limitaciones:

- Mayor curva de aprendizaje para equipos orientados a BI corporativo.
- Menor integración directa con herramientas de visualización empresarial tradicionales.

- Posible sobrecapacidad para el tamaño actual del proyecto, lo que podría generar costos innecesarios.



47 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA DE PROVEEDOR

Tras evaluar las alternativas, se selecciona Microsoft Azure como la mejor opción para el proyecto de Big Data y BI de Palma Dental. Esta decisión se basa en criterios técnicos, económicos y estratégicos.

Desde el punto de vista económico, Azure permite un modelo de costos flexible, en el que la inversión inicial se reduce significativamente frente a una infraestructura on-premise. Se estima que el uso de servicios cloud puede reducir los costos de infraestructura en un rango de 25 % a 35 % durante los primeros años del proyecto.

47.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE LA SELECCIÓN

Desde el punto de vista técnico, Azure ofrece:

- Soporte para datos estructurados, semiestructurados y no estructurados.
- Procesamiento escalable que permite ejecutar cargas analíticas sin afectar la operación.
- Capacidades avanzadas de seguridad y cifrado, fundamentales para datos sensibles de pacientes.

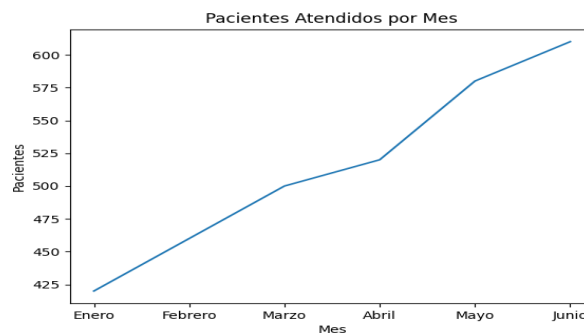
Estas capacidades aseguran que el modelo de BI pueda operar con altos niveles de confiabilidad, minimizando riesgos de pérdida o exposición de información

47.2 JUSTIFICACIÓN ESTRATÉGICA DE LA SELECCIÓN

Desde una perspectiva estratégica, la elección de Azure permite a Palma Dental:

- Acelerar la madurez analítica del negocio.
- Pasar de un BI descriptivo a un BI predictivo en el mediano plazo.
- Escalar el modelo sin rediseñar la arquitectura tecnológica.

Esta decisión respalda objetivos estratégicos como la mejora de la atención clínica, la optimización de costos y el fortalecimiento de la experiencia del paciente.



48 DEFINICIÓN DEL MODELO DE CLOUD COMPUTING

El modelo de cloud computing seleccionado es Platform as a Service (PaaS), ya que ofrece una combinación adecuada de control, flexibilidad y eficiencia operativa para el proyecto.

Este modelo permite a Palma Dental concentrarse en el análisis y explotación de los datos, sin destinar recursos a la gestión de servidores o sistemas operativos, lo que reduce riesgos operativos y tiempos de implementación.

48.1 JUSTIFICACIÓN DEL MODELO PAAS

El modelo Platform as a Service (PaaS) resulta adecuado para el proyecto, ya que permite a la organización enfocarse en el análisis y explotación de los datos sin asumir la complejidad de administrar infraestructura tecnológica.

- Uno de sus principales beneficios es la reducción de los tiempos de despliegue del entorno analítico, estimada en hasta un 40 %, lo que acelera la puesta en marcha del modelo de BI y permite generar valor en etapas tempranas del proyecto. Además, el modelo PaaS ofrece escalabilidad automática, adaptándose al crecimiento del volumen de datos y a picos de demanda analítica sin necesidad de sobredimensionar recursos.
- Desde una perspectiva económica y operativa, PaaS contribuye a la reducción de costos de mantenimiento y operación tecnológica, al eliminar tareas asociadas a la gestión de servidores, actualizaciones y parches de seguridad. Adicionalmente, facilita la integración con herramientas de BI y analítica avanzada, asegurando una arquitectura más ágil, coherente y gobernada.

49 FLUJO DE INTEGRACIÓN DE LA ARQUITECTURA BIG DATA CON EL DATA WAREHOUSE

La integración de la arquitectura Big Data con el Data Warehouse de Palma Dental se estructura como un flujo gobernado y escalable, orientado a garantizar calidad, trazabilidad y consistencia de la información.

49.1 INGESTA DE DATOS

En esta etapa se capturan datos provenientes de fuentes internas y externas. Se estima que el volumen inicial de datos puede situarse entre 200 y 500 GB, con un crecimiento anual del 20 % a 30 %.

Estos datos se almacenan en la Landing Zone, permitiendo flexibilidad y adaptación a nuevas fuentes de información.

49.2 PROCESAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE DATOS

En esta fase se ejecutan procesos ETL que permiten:

- Limpiar y normalizar la información.
- Reducir errores y duplicidades.
- Asegurar la calidad del dato antes del análisis.

Se estima que una correcta automatización de estos procesos puede reducir errores de datos en más del 30 %, mejorando la confiabilidad de los indicadores.

49.3 INTEGRACIÓN CON EL DATA WAREHOUSE

Los datos consolidados se cargan en el Data Warehouse, donde se estructuran en modelos dimensionales que permiten análisis históricos y comparativos. Esta estructura facilita el cálculo de indicadores clínicos, operativos y financieros.

49.4 EXPLOTACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN EL MODELO DE BI

Finalmente, los datos se explotan mediante dashboards y reportes que apoyan la toma de decisiones. Se estima que el uso de BI puede reducir tiempos de análisis en hasta 50 %, permitiendo decisiones más rápidas y mejor fundamentadas. Este flujo consolida al Big Data como un habilitador clave de la transformación digital de Palma Dental.



50 FRAMEWORKS DE BIG DATA Y ANALÍTICA CONSIDERADOS

En el contexto de la asignatura y del proyecto, los frameworks relevantes son:

50.1 APACHE HADOOP (HDFS + MAPREDUCE)

Rol principal:

- Almacenamiento distribuido (HDFS)
- Procesamiento batch tradicional (MapReduce)

Fortalezas

- Muy robusto para grandes volúmenes históricos.
- Alta tolerancia a fallos.
- Ecosistema maduro.

Limitaciones para PALMA DENTAL

- Procesamiento lento (batch).
- MapReduce no es adecuado para:
 - Analítica clínica casi en tiempo real.
 - Evaluación continua de IA diagnóstica.
 - Dashboards operativos.
- Curva de aprendizaje alta para equipos clínicos/BI.

50.2 APACHE SPARK

Rol principal:

- Procesamiento distribuido en memoria.
- Analítica avanzada, ML e integración con SQL.

Fortalezas clave

- Procesamiento mucho más rápido que Hadoop MapReduce.
- Soporte nativo para:
 - Spark SQL → ideal para BI y reporting clínico.
 - Spark MLlib → modelos predictivos (adherencia, demanda, riesgo).
 - Spark Streaming / Structured Streaming → teleodontología, eventos clínicos.
 - GraphX → relaciones paciente–tratamiento–clínica.

Alineación directa con PALMA DENTAL

- Diagnóstico asistido por IA.
- Evaluación continua de modelos clínicos.
- Integración de datos estructurados + no estructurados (imágenes).
- Dashboards operativos y ejecutivos.
- Escalabilidad progresiva (crecimiento de clínicas y teleodontología).

50.3 APACHE KAFKA (OPCIONAL, PERO RECOMENDABLE)

Rol principal:

Ingesta de eventos en tiempo real. Uso

potencial en PALMA DENTAL:

- Teleconsultas.
- Registro de eventos clínicos.

- Streaming de resultados de IA.
- Seguimiento de citas y cancelaciones.

50.4 BASES ANALÍTICAS OPEN SOURCE (POSTGRESQL / DUCKDB)

Rol principal:

Data Warehouse lógico / datamarts. Uso en el proyecto

- Datamarts clínicos y financieros.
- Integración directa con herramientas BI.
- Complemento al Data Lake

51 ¿QUÉ FRAMEWORK ENCAJA MEJOR PARA PALMA DENTAL?

Capa	Framework seleccionado	Justificación
Almacenamiento	HDFS (Hadoop)	Data Lake central, bajo costo y escalable
Procesamiento	Apache Spark	Alta velocidad, soporte SQL, ML y streaming
Analítica avanzada	Spark MLlib	Predicción clínica y operativa
Streaming (futuro)	Kafka + Spark Streaming	Procesamiento de eventos en tiempo real
Lenguajes	Python + R	IA, estadística y modelado clínico
BI / Consumo	Herramientas BI sobre Spark SQL	Dashboards clínicos y ejecutivos

52 JUSTIFICACIÓN DE SPARK COMO ELECCIÓN

52.1 RAZONES TÉCNICAS

- Procesamiento en memoria → tiempos de respuesta clínicos.
- SQL nativo → integración natural con BI.
- ML distribuido → evaluación de diagnósticos IA.
- Manejo de datos heterogéneos → imágenes + textos + datos clínicos.
- Arquitectura escalable sin rediseño.

52.2 RAZONES DE NEGOCIO

- Soporta el modelo clínica física + digital + teleodontología.
- Reduce tiempos de diagnóstico.
- Mejora adherencia a tratamientos.
- Optimiza recursos (agenda, inventario, personal).
- Compatible con crecimiento regional.

52.3 RAZONES ACADÉMICAS (MBA/BI)

- Framework estándar en Big Data moderno.

- Alineado a analítica descriptiva, predictiva y prescriptiva.
- Facilita gobierno de datos y trazabilidad.

53 COMPLEMENTACIÓN

Además de los frameworks ya seleccionados para el proyecto con Apache Spark como motor principal de procesamiento y analítica, HDFS como sistema de almacenamiento distribuido y la posibilidad de incorporar Apache Kafka para el manejo de eventos en tiempo real, el ecosistema de Big Data de Palma Dental debe complementarse con otros elementos que garanticen que la arquitectura sea operable, gobernable y escalable.

53.1 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN Y CONSULTA

En el contexto de Palma Dental, los lenguajes de programación deben permitir el tratamiento de datos estructurados y no estructurados, así como soportar analítica estadística y modelos avanzados. En este sentido, se consideran los siguientes lenguajes como parte del ecosistema.

- Python, utilizado para la integración de datos, automatización de procesos, construcción de pipelines y desarrollo de componentes de analítica avanzada y machine learning. Su flexibilidad y amplia adopción lo convierten en el lenguaje principal para el procesamiento analítico.
- R, recomendado para análisis estadístico, validación de hipótesis clínicas y generación de reportes analíticos robustos, especialmente en segmentaciones, análisis de riesgo, adherencia a tratamientos y estudios por cohortes.
- SQL, esencial para la explotación analítica en entornos de BI, la construcción de datamarts y la consulta de información estructurada. Su integración con Spark SQL permite un puente directo entre el procesamiento Big Data y las herramientas de visualización.

53.2 BASES DE DATOS Y ALMACENAMIENTO ANALÍTICO

El proyecto de Palma Dental plantea el uso de bases de datos analíticas open source como PostgreSQL y DuckDB para el consumo BI y la construcción de datamarts. Para robustecer el ecosistema, se propone complementar el almacenamiento según el tipo de dato y el uso analítico:

- PostgreSQL, como Data Warehouse lógico o repositorio de datamarts, soportando:
 - Datamarts clínicos (tratamientos, diagnósticos, evolución del paciente).
 - Datamarts financieros (pagos, cartera, rentabilidad por tratamiento). Este motor permite establecer esquemas de gobierno del dato, roles de acceso, auditoría y consistencia para el consumo BI.
- DuckDB, orientado a analítica local y prototipado rápido, útil para análisis exploratorio, pruebas de modelos y validación ágil de indicadores sin necesidad de desplegar infraestructura adicional.
- Motores de búsqueda y análisis de texto, como Elasticsearch u OpenSearch, recomendables si se activan casos de uso de Text Analytics sobre interacciones con pacientes (mensajes, correos, reseñas).
- Almacenamiento de objetos / Data Lake, que puede convivir con HDFS para el manejo de imágenes clínicas y archivos de gran tamaño, manteniendo un repositorio centralizado y escalable.

53.3 ORQUESTACIÓN DE PIPELINES Y AUTOMATIZACIÓN (ETL / ELT)

Para garantizar la sostenibilidad de los procesos de Big Data, se requiere un componente de orquestación que gestione dependencias, horarios y reintentos de los flujos de datos. En este contexto, se consideran los siguientes elementos:

- Apache Airflow, para la orquestación de procesos de ingesta, limpieza, transformación, carga a datamarts y actualización de reportes.
- dbt (data build tool), como herramienta opcional pero recomendable en entornos SQL, permitiendo controlar transformaciones, pruebas de calidad y documentación del modelo analítico.
- Buenas prácticas de versionado, mediante repositorios Git, para el control de scripts ETL, notebooks analíticos, modelos y definiciones de KPIs.

53.4 CALIDAD, GOBIERNO Y SEGURIDAD DEL DATOS

Dado que Palma Dental gestiona información clínica y datos personales sensibles, el ecosistema de Big Data debe contemplar mecanismos de calidad, gobierno y seguridad del dato:

- Calidad de datos, mediante herramientas como Great Expectations, para validaciones automáticas de campos obligatorios, rangos clínicos, consistencia temporal y detección de duplicados.
- Catálogo y linaje de datos (opcional según alcance), utilizando herramientas como Apache Atlas para documentar metadatos, linaje y trazabilidad desde las fuentes hasta los datamarts.
- Seguridad y control de accesos, incluyendo segmentación de roles (clínico, administrativo y financiero), cifrado de datos en tránsito y en reposo, y aplicación del principio de mínimo privilegio en el acceso a la información.

53.5 CONSUMO BI Y VISUALIZACIÓN

Finalmente, el ecosistema debe garantizar una capa clara de consumo de información. En este sentido, las herramientas de BI se conectan a los datamarts en PostgreSQL o directamente a Spark SQL, según el caso, permitiendo la construcción de dashboards orientados a distintos niveles de decisión:

- Nivel clínico: indicadores de riesgo, adherencia, evolución del paciente y calidad diagnóstica.
- Nivel operativo: gestión de agenda, cancelaciones, tiempos de atención y ocupación de recursos.
- Nivel financiero: análisis de cartera, cobranza y rentabilidad por procedimiento.

54 OBJETIVO DE APLICACIÓN DEL MODELO DE DATA SCIENCE Y MACHINE LEARNING EN EL PROYECTO PALMA DENTAL

Objetivo general del modelo:

Aplicar modelos de Data Science y Machine Learning para predecir la probabilidad de normalización de obligaciones financieras de los pacientes en mora, identificando de manera anticipada qué alternativa de negociación (plan de pago, prórroga, reestructuración, etc.) tiene mayor probabilidad de aceptación, sin afectar la continuidad del tratamiento ni la experiencia del paciente.

54.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Predecir la propensión de pago / normalización de pacientes con obligaciones vencidas.
- Recomendar de forma automática la mejor alternativa de negociación según el perfil clínico, financiero y comportamental del paciente.
- Optimizar la gestión de cobranza por buckets de mora, reemplazando reglas estáticas por modelos predictivos.
- Reducir la cartera vencida manteniendo la retención del paciente y continuidad del tratamiento odontológico.
- Priorizar esfuerzos del equipo de cobranza en pacientes con mayor probabilidad de recuperación, aumentando eficiencia operativa.

55 FUENTES DE DATOS UTILIZADAS

La arquitectura de datos definida para Palma Dental constituye la base sobre la cual se construye el modelo de Data Science y Machine Learning. A partir del Data Warehouse existente, el modelo reutiliza y enriquece información clínica, financiera, operativa y de experiencia del paciente, permitiendo consolidar una visión integral que explica tanto el comportamiento de pago como el contexto clínico de cada paciente.

55.1 FUENTES OPERATIVAS Y CLÍNICAS

Estas fuentes proporcionan información clave sobre el estado de salud del paciente y su interacción con los servicios odontológicos, evitando que las decisiones financieras se tomen de manera aislada del contexto clínico:

- Historia clínica electrónica (EMR).
- Diagnósticos odontológicos y planes de tratamiento.
- Registro de citas, asistencias y cancelaciones.
- Uso de teleodontología y seguimientos remotos.
- Resultados de IA diagnóstica, incluyendo imágenes y validaciones clínicas.

55.2 FUENTES FINANCIERAS Y DE COBRANZA

Estas fuentes permiten analizar el comportamiento de pago del paciente y su historial financiero, siendo fundamentales para la predicción de normalización de obligaciones:

- Sistema de facturación y registro de pagos.
- Estado de cuenta del paciente.
- Historial de mora, incluyendo días vencidos y *bucket* de mora.
- Pagos parciales y refinanciaciones previas.
- Alternativas de normalización aplicadas históricamente y sus resultados.

55.3 FUENTES COMERCIALES Y DE EXPERIENCIA DEL PACIENTE

La información relacionada con la comunicación y percepción del paciente aporta contexto adicional para comprender su comportamiento y disposición frente a procesos de negociación:

- Información del CRM, incluyendo comunicaciones, recordatorios y campañas.
- Resultados de encuestas de satisfacción (CSAT / NPS).

- Historial de fidelización y recurrencia del paciente.

55.4 FUENTES ANALÍTICAS

Estas fuentes consolidan la información procesada y permiten generar variables avanzadas utilizadas por los modelos analíticos:

- Data Warehouse central de Palma Dental.
- Datamarts de pacientes, finanzas, tratamientos y cobranza.
- Variables derivadas como *score* de riesgo, perfil de comportamiento de pago y nivel de adherencia clínica.

56 ÁREA DE APLICACIÓN Y DEPARTAMENTOS DE NEGOCIO IMPLICADOS

Desde una perspectiva organizacional, el modelo desarrollado para Palma Dental genera un impacto transversal al integrar información y procesos provenientes de las áreas clínicas, financieras y analíticas. Esta visión integrada evita que las decisiones de cobranza se tomen de forma aislada, incorporando de manera conjunta criterios financieros, clínicos y de experiencia del paciente en el proceso de toma de decisiones.



56.1 ÁREA PRINCIPAL DE APLICACIÓN

Dirección de Conciliación y Cobranza (adaptada a Palma Dental)

Esta área constituye el principal punto de aplicación del modelo, ya que es responsable de la gestión de pacientes con obligaciones financieras en mora. El modelo apoya la toma de decisiones operativas al proporcionar información predictiva que permite actuar de forma más eficiente y personalizada.

- Uso del modelo para decidir cuándo, cómo y a qué pacientes ofrecer alternativas de negociación.
- Gestión inteligente de la cartera por buckets de mora, basada en probabilidad de normalización y no solo en antigüedad de la deuda.
- Priorización automática de la cartera, enfocando los esfuerzos en los casos con mayor probabilidad de recuperación.

56.2 AREAS DE SOPORTE DIRECTO

Área Financiera / Facturación

Esta área utiliza los resultados del modelo para evaluar el impacto económico de las decisiones de cobranza y asegurar la sostenibilidad financiera de la clínica.

- Control y seguimiento de la cartera vencida.
- Evaluación del impacto financiero de las alternativas de negociación ofrecidas.
- Análisis de la recuperación y rentabilidad por paciente.

Area Clínica

El área clínica cumple un rol clave para garantizar que las decisiones financieras no afecten negativamente la atención al paciente ni la continuidad de los tratamientos.

- Asegurar la continuidad de los tratamientos odontológicos.
- Incorporar criterios clínicos al modelo, evitando interrupciones en tratamientos críticos.
- Coordinación con servicios de teleodontología para seguimiento y control del paciente.

Area de Experiencia del Paciente / CRM

Esta área utiliza la información generada por el modelo para mejorar la comunicación y fortalecer la relación con el paciente.

- Personalización de las comunicaciones según el perfil y situación del paciente.
- Gestión de recordatorios, planes de pago y acciones de educación financiera.
- Apoyo a la retención y fidelización del paciente.

56.3 AREA ANALÍTICA Y TECNOLÓGICA

Dirección de BI y Data Analytics

Esta área es responsable del diseño, implementación y mantenimiento del modelo analítico, así como de asegurar la calidad y confiabilidad de la información utilizada.

- Construcción, entrenamiento y mantenimiento del modelo de Machine Learning.
- Gobierno de datos, asegurando calidad, trazabilidad y consistencia de la información.
- Monitoreo continuo del desempeño del modelo mediante métricas como accuracy, recall y lift.
- Integración de los resultados del modelo con dashboards y procesos operativos de la organización.

57 IDENTIFICACIÓN DE LA MEJORA ESPERADA

En términos de gestión, la implementación del modelo está orientada a producir mejoras estructurales en el manejo de pacientes con obligaciones financieras en mora. Su aplicación impacta directamente en los procesos de cobranza, la eficiencia operativa y la continuidad de los tratamientos odontológicos, al sustituir enfoques tradicionales basados en reglas estáticas por una gestión predictiva, personalizada y alineada con la realidad clínica y financiera de cada paciente.

La mejora esperada no se limita a un único resultado, sino que se manifiesta en distintos niveles del negocio, fortaleciendo la toma de decisiones basada en datos y reduciendo la incertidumbre asociada a la gestión de la mora.

57.1 MEJORA EN LA GESTIÓN FINANCIERA Y DE COBRANZA

Desde el punto de vista financiero, se espera una mejora en la efectividad de los procesos de normalización de obligaciones vencidas. El modelo permite identificar con mayor anticipación a los pacientes con mayor probabilidad de regularizar su situación, así como seleccionar la alternativa de negociación más adecuada para cada perfil. Esto contribuye a una reducción de la mora prolongada y a una mayor estabilidad en los flujos de recuperación.

Asimismo, la gestión por buckets de mora deja de basarse únicamente en la antigüedad de la deuda, incorporando variables de comportamiento, historial clínico y respuesta a negociaciones previas, lo que permite una cobranza más estratégica y menos reactiva.

57.2 MEJORA EN LA EFICIENCIA OPERATIVA

En el ámbito operativo, la mejora esperada se refleja en una optimización del trabajo del equipo de cobranza. Al contar con información predictiva y priorización automática de casos, los esfuerzos se concentran en gestiones con mayor probabilidad de éxito, reduciendo contactos innecesarios y reprocesos.

Esto se traduce en una mejor organización del trabajo, mayor claridad en la asignación de tareas y una reducción de la carga operativa asociada a gestiones poco efectivas, fortaleciendo la coordinación entre las áreas financiera, clínica y de experiencia del paciente.

57.3 MEJORA EN LA CONTINUIDAD CLÍNICA Y EXPERIENCIA DEL PACIENTE

Desde la perspectiva clínica, el modelo contribuye a asegurar la continuidad de los tratamientos odontológicos al incorporar criterios clínicos dentro de la toma de decisiones financieras. Esto evita interrupciones innecesarias, especialmente en tratamientos críticos o de larga duración.

En términos de experiencia del paciente, la personalización de las comunicaciones y de las alternativas de pago permite una interacción más empática y coherente con la situación de cada paciente, reduciendo la percepción negativa asociada a los procesos de cobranza y fortaleciendo la relación a largo plazo con la clínica.

58 CUANTIFICACIÓN DE LA MEJORA EN EL ÁREA DE APLICACIÓN A TRAVÉS DE UN BUSINESS CASE

La cuantificación de la mejora generada por el modelo de Data Science y Machine Learning se plantea a través de un business case basado en indicadores clave de desempeño, utilizando valores aproximados y realistas que permiten estimar el impacto del modelo en la gestión de cobranza de Palma Dental. Estos valores se presentan como escenarios de mejora esperada, coherentes con la magnitud y complejidad del negocio, y alineados con los procesos definidos en los entregables previos.

58.1 INDICADORES CLAVE DE MEJORA EN COBRANZA Y NORMALIZACIÓN

Con la implementación del modelo, se espera una mejora progresiva en los principales indicadores asociados a la normalización de obligaciones vencidas:

- Incremento en la tasa de normalización de obligaciones vencidas en un rango aproximado de 8 % a 12 %, como resultado de una mejor segmentación de pacientes y de la recomendación de alternativas de negociación con mayor probabilidad de aceptación.
- Reducción del porcentaje de pacientes ubicados en buckets de mora prolongada (mayores a 90 días) en un rango estimado de 10 % a 15 %, al intervenir de forma más temprana sobre los casos de mayor riesgo.
- Disminución de las gestiones de cobranza sin respuesta efectiva en aproximadamente 15 %, gracias a la priorización de casos con mayor probabilidad de recuperación.

58.2 INDICADORES DE EFICIENCIA OPERATIVA

Desde el punto de vista operativo, el impacto del modelo se refleja en mejoras medibles en la eficiencia del equipo de cobranza:

- Reducción del número promedio de contactos necesarios para lograr una normalización, pasando de valores típicos de 4–5 contactos a un rango de 3–4 contactos por paciente.
- Incremento de la productividad del equipo de cobranza en aproximadamente 10 % a 15 %, medido como mayor número de casos gestionados con éxito por período.
- Disminución de reprocesos y negociaciones fallidas en un rango estimado de 15 % a 20 %, al ajustar la estrategia de contacto desde las primeras interacciones.

58.3 INDICADORES DE CONTINUIDAD CLÍNICA Y EXPERIENCIA DEL PACIENTE

En el ámbito clínico y de experiencia del paciente, la mejora generada por el modelo puede cuantificarse mediante los siguientes indicadores aproximados:

- Incremento en la continuidad de tratamientos en pacientes con obligaciones vencidas en un rango estimado de 5 % a 10 %, al evitar interrupciones innecesarias por motivos financieros.
- Reducción del abandono de tratamientos asociado a procesos de cobranza en aproximadamente 8 % a 12 %.

- Mejora en los indicadores de satisfacción del paciente relacionados con la gestión administrativa y financiera, reflejada en incrementos de 5 % a 10 % en métricas de satisfacción como encuestas post-atención.

En conjunto, estos indicadores permiten cuantificar de manera razonable y defendible el impacto del modelo de Data Science y Machine Learning en Palma Dental. El business case resultante demuestra que la aplicación del modelo genera beneficios tangibles en la gestión de la mora, la eficiencia operativa y la experiencia del paciente, manteniendo plena coherencia con la estrategia del proyecto y con la arquitectura de BI y Big Data definida en los entregables anteriores.

Palma Dental, un negocio de clínicas dentales que integra clínicas físicas con tecnología avanzada y plataformas digitales impulsadas por inteligencia artificial para ofrecer diagnósticos precisos, tratamientos personalizados y teleodontología.

59 APLICACIÓN DEL MODELO EN TIEMPO REAL (REAL TIME ANALYTICS)

59.1 OBJETIVO DE APLICACIÓN DEL MODELO EN TIEMPO REAL

En coherencia con la arquitectura Big Data definida para Palma Dental, la incorporación de capacidades de analítica en tiempo real representa una evolución natural del modelo de Business Intelligence previamente desarrollado. Mientras que el enfoque tradicional permite analizar información consolidada mediante procesos batch, el modelo en tiempo real habilita la toma de decisiones operativas inmediatas ante eventos críticos.

El objetivo del modelo en tiempo real es permitir la detección, evaluación y activación automática de acciones ante eventos clínicos, operativos o financieros en el momento en que ocurren, reduciendo el tiempo entre la generación del dato y la decisión correspondiente.

Este enfoque resulta especialmente relevante en procesos donde el factor tiempo incide directamente en la calidad del servicio, la eficiencia operativa o la recuperación financiera. Entre los principales eventos que pueden ser gestionados bajo este modelo se encuentran:

- Generación de diagnósticos IA con clasificación de riesgo alto.
- Cancelaciones recurrentes o patrones de ausentismo.
- Ingreso automático de pacientes a buckets de mora.
- Registro de interacciones críticas con pacientes (reclamos, urgencias, solicitudes financieras).

59.2 FUENTES DE DATOS UTILIZADAS

La aplicación en tiempo real se fundamenta en las mismas fuentes estructuradas y consolidadas dentro del Data Warehouse, integradas ahora mediante flujos de actualización continua o micro-batch, en concordancia con la arquitectura tecnológica ya definida.

Las principales fuentes que alimentan el modelo en tiempo real son:

- Fuentes clínicas y operativas: La historia clínica electrónica, los resultados del diagnóstico asistido por IA, el sistema de agenda y la plataforma de

teleodontología constituyen las fuentes primarias para la recalibración inmediata del riesgo clínico del paciente. Estos datos permiten actualizar de forma dinámica la priorización en agenda y la asignación de recursos.

- Fuentes financieras: El sistema de facturación, el registro de pagos, la actualización del estado de cuenta y la clasificación por bucket de mora permiten activar estrategias diferenciadas de negociación en el momento en que se detecta un cambio en la situación financiera del paciente.
- Fuentes de experiencia del paciente: Las interacciones registradas en el CRM, contactos digitales y resultados de encuestas de satisfacción aportan contexto adicional para enriquecer el perfil del paciente, especialmente cuando se integran técnicas de análisis de texto.
- Fuentes analíticas derivadas: A partir de los datos anteriores se recalculan variables como score de riesgo clínico, score de probabilidad de normalización, riesgo de cancelación y nivel de adherencia, utilizando motores de procesamiento distribuido como Spark.

59.3 ÁREA DE APLICACIÓN Y DEPARTAMENTOS DE NEGOCIO IMPLICADOS

La aplicación del modelo en tiempo real tiene un impacto transversal en la organización, aunque su ejecución operativa se concentra en áreas donde la reacción inmediata genera mayor valor.

- Área Clínica y Coordinación Operativa: Esta área constituye el principal espacio de aplicación. El modelo permite repriorizar pacientes según riesgo actualizado, activar atención inmediata ante casos críticos detectados por IA y optimizar la asignación de recursos ante cancelaciones o picos de demanda.
- Área Financiera y de Cobranza: La información en tiempo real facilita la segmentación dinámica de la cartera, la activación temprana de alternativas de negociación y la priorización de gestiones según probabilidad de recuperación, fortaleciendo el flujo de caja.
- Área de Experiencia del Paciente: La personalización inmediata de comunicaciones, recordatorios o propuestas de pago mejora la percepción del paciente y reduce fricciones en el proceso de atención.
- Dirección de BI y Data Analytics: Esta área asegura el monitoreo continuo del modelo, la calidad de los datos, la calibración de parámetros y la integración con dashboards operativos, en línea con la estructura organizacional orientada a datos definida en el proyecto,

59.4 IDENTIFICACIÓN DE LA MEJORA ESPERADA

La principal mejora asociada al modelo en tiempo real se relaciona con la reducción del tiempo entre evento y decisión. Este cambio impacta en tres dimensiones fundamentales del negocio.

- En el ámbito clínico, la detección temprana de pacientes con riesgo elevado permite reducir la progresión de patologías y fortalecer la continuidad del tratamiento.
- En el ámbito operativo, la reacción inmediata ante cancelaciones o desbalances de agenda contribuye a una mayor ocupación de la capacidad instalada y a una disminución de tiempos muertos.

- En el ámbito financiero, la activación temprana de estrategias de cobranza reduce la probabilidad de mora prolongada y mejora la recuperación de cartera sin afectar la experiencia del paciente.

59.5 CUANTIFICACIÓN DE LA MEJORA A TRAVÉS DE UN BUSINESS CASE

La cuantificación del impacto del modelo en tiempo real se plantea como un escenario incremental sobre el business case general del proyecto de BI y Machine Learning. Considerando un universo aproximado de 10.000 pacientes activos anuales, una tasa de cancelación del 18 % y una cartera vencida superior a 100.000 USD, la aplicación del modelo real time puede generar mejoras adicionales medibles.

En gestión clínica, la reducción del tiempo de reacción de 48 horas a menos de 4 horas podría disminuir en aproximadamente 10 % la progresión de casos críticos no intervenidos oportunamente.

En gestión operativa, una reducción cercana al 6 % en cancelaciones efectivas y una mejora entre 3 % y 5 % en ocupación de agenda podrían traducirse en un incremento directo de productividad clínica.

En el ámbito financiero, un aumento adicional del 5 % en la tasa de normalización y una reducción del 8 % en mora superior a 60 días podrían liberar entre 20.000 y 30.000 USD anuales en flujo de caja recuperado.

Estos resultados refuerzan la viabilidad económica del ecosistema BI + Big Data + ML, elevando el retorno global del proyecto y consolidando su alineación con los objetivos estratégicos de sostenibilidad financiera, excelencia clínica y mejora continua.

60 CONCLUSIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto de BI para Palma Dental plantea una solución estructurada que integra información clínica, operativa, financiera y comercial dentro de una arquitectura tecnológica escalable y gobernada. A través de la consolidación del Data Warehouse, la implementación de procesos ETL automatizados y el uso de herramientas analíticas como Apache Spark y Power BI, se establece una base sólida para transformar datos en decisiones operativas y estratégicas.

La integración de datos estructurados, semiestructurados y no estructurados permite construir una visión integral del paciente, conectando historia clínica, diagnósticos asistidos por IA, agenda, interacciones en CRM y comportamiento financiero. Esta integración habilita casos de uso concretos como la priorización clínica inteligente, la optimización de la agenda, la gestión predictiva de cobranza y la evaluación del desempeño del diagnóstico asistido por inteligencia artificial.

En el ámbito financiero, el modelo de Machine Learning orientado a predecir la probabilidad de normalización de obligaciones vencidas introduce una mejora estructural en la gestión de cartera. Al reemplazar reglas estáticas por segmentación predictiva, el proyecto permite incrementar la tasa de recuperación, reducir mora prolongada y optimizar los esfuerzos del equipo de cobranza, sin afectar la continuidad del tratamiento odontológico.

Desde la perspectiva operativa, el modelo facilita una mejor asignación de recursos clínicos, reduce cancelaciones y mejora la ocupación de agenda, impactando directamente en la

productividad y control de costos. En el plano clínico, la medición continua de la concordancia IA–odontólogo y la priorización basada en riesgo fortalecen la calidad asistencial y reducen la variabilidad diagnóstica.

El análisis financiero desarrollado confirma la viabilidad económica del proyecto, con un ROI superior al 100 % anual y un período de recuperación estimado en 14 meses. Estos resultados demuestran que la inversión en BI no solo mejora la calidad de la información, sino que genera impacto cuantificable en rentabilidad y eficiencia.

En conjunto, la propuesta posiciona a Palma Dental con una arquitectura de datos moderna, preparada para escalar en volumen de pacientes, ampliar servicios de teleodontología e incorporar analítica avanzada en tiempo real. El proyecto consolida un modelo de gestión basado en datos que conecta la estrategia clínica con la sostenibilidad financiera, asegurando una toma de decisiones más precisa, integrada y orientada a resultados.

CONCLUSIONES

El proyecto de Business Intelligence para Palma Dental demuestra que la integración estructurada de datos clínicos, operativos, comerciales y financieros permite transformar un modelo tradicional de atención odontológica en un modelo data-driven, preventivo y predictivo.

Desde una perspectiva estratégica, el sistema:

- Centraliza la información en un Data Warehouse en la nube, asegurando estandarización, trazabilidad y gobernanza.
- Integra datos estructurados y no estructurados (historia clínica, IA diagnóstica, teleodontología, CRM, interacciones digitales).
- Incorpora analítica avanzada y modelos de Machine Learning para priorización clínica y segmentación de pacientes.
- Permite monitoreo en tiempo real mediante dashboards ejecutivos y operativos.

En términos operativos, el modelo:

- Reduce tiempos de diagnóstico y mejora la concordancia IA–odontólogo.
- Optimiza la ocupación de agenda y el uso de recursos clínicos.
- Mejora el control de inventarios y costos por consulta.
- Incrementa la eficiencia en la gestión de cobranza.

Financieramente, el Business Case proyecta:

- ROI superior al 100% anual.
- Payback aproximado de 14 meses.
- VPN positivo a cinco años.

Esto confirma que el BI no solo es tecnológicamente viable, sino estratégicamente rentable y sostenible.

En conclusión, el proyecto posiciona a Palma Dental como una organización con capacidades analíticas avanzadas, preparada para escalar su modelo clínico mediante inteligencia artificial, Big Data y teleodontología.

APLICACIONES DEL PROYECTO EN UN ENTORNO CONCRETO

El modelo desarrollado puede aplicarse directamente en el entorno operativo de clínicas odontológicas físicas y plataformas de tele odontología de Palma Dental, generando impacto en cuatro dimensiones clave:

1. Aplicación en el Área Clínica

- Priorización inteligente de pacientes con riesgo elevado.
- Evaluación continua de precisión diagnóstica de IA.
- Identificación temprana de abandono de tratamiento.
- Seguimiento preventivo automatizado.

Impacto concreto:

Reducción de progresión de patologías, mejora en calidad asistencial y disminución de reprocesos clínicos.

2. Aplicación en el Área Operativa

- Optimización de agendas y reducción de tiempos muertos.
- Control de cancelaciones y ausentismo.
- Gestión eficiente de inventarios clínicos.
- Monitoreo en tiempo real de productividad por profesional.

Impacto concreto:

Mayor eficiencia en uso de infraestructura y talento humano.

3. Aplicación en el Área Comercial y Experiencia del Paciente

- Segmentación basada en comportamiento y riesgo clínico.
- Campañas personalizadas según perfil y canal preferido.
- Análisis de NPS y CSAT con text analytics.
- Estrategias diferenciadas de recuperación de cartera.

Impacto concreto:

Mayor fidelización, incremento en conversión de tratamientos y mejora en reputación digital.

4. Aplicación en el Área Financiera y Estratégica

- Consolidación financiera por clínica, tratamiento y profesional.
- Análisis de rentabilidad real por unidad de negocio.
- Simulación de escenarios de expansión.
- Control presupuestario basado en datos.

Impacto concreto:

Toma de decisiones estratégicas sustentadas en evidencia cuantitativa.

VALOR DIFERENCIAL DEL PROYECTO

El principal aporte del modelo no radica únicamente en la visualización de datos, sino en:

- Integración de IA diagnóstica con BI tradicional.
- Uso de analítica predictiva para prevención clínica.
- Aplicación de Big Data a datos no estructurados.
- Enfoque de mejora continua bajo gobernanza formal.

Este proyecto convierte los datos en un activo estratégico, alineando tecnología, gestión clínica y rentabilidad empresarial en un mismo ecosistema analítico.

61 BIBLIOGRAFIA

Arias, F. G. (2016). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (7.ª ed.). Episteme.

Davenport, T. H. (2014). *Big data en la práctica: Cómo 45 compañías utilizaron big data y analítica para obtener resultados extraordinarios*. Anaya Multimedia.

Fernández, A., & Provost, F. (2019). *Análisis de datos para negocios: Conceptos fundamentales y aplicaciones*. Marcombo.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Kimball, R., & Ross, M. (2013). *The data warehouse toolkit: The definitive guide to dimensional modeling* (3rd ed.). Wiley.

Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). *Sistemas de información gerencial* (16.ª ed.). Pearson Educación.

Marr, B. (2016). *Big data en la práctica: Cómo usar análisis de datos para impulsar el rendimiento empresarial*. Empresa Activa.

Minelli, M., Chambers, M., & Dhiraj, A. (2013). *Big data, big analytics: Emerging business intelligence and analytic trends for today's businesses*. Wiley.

Provost, F., & Fawcett, T. (2013). *Data science para negocios: Qué necesitas saber sobre minería de datos y pensamiento analítico de datos*. O'Reilly Media.

Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.

Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2018). *Business intelligence, analytics, and data science: A managerial perspective* (4th ed.). Pearson.

Turban, E., Sharda, R., & Delen, D. (2015). *Decision support and business intelligence systems* (10th ed.). Pearson.

Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., & Pal, C. J. (2017). *Data mining: Practical machine learning tools and techniques* (4th ed.). Morgan Kaufmann.

Han, J., Pei, J., & Kamber, M. (2012). *Data mining: Concepts and techniques* (3rd ed.). Morgan Kaufmann.

Knaflic, C. N. (2015). *Storytelling with data: A data visualization guide for business professionals*. Wiley.