

Trabajo de Fin de Máster

Máster de Prótesis, Implantoprótesis y Estética dental

Tecnología CAD/CAM aplicada a tratamientos que requieren Aumento de Dimensión Vertical: Propuesta de Protocolo Clínico basado en una revisión de la literatura.

Madrid, año académico 2024/2025

Alumna: Silvia Farì

Tutora: Laura Godoy Ruiz

RESUMEN

Introducción: La restauración de la dimensión vertical es esencial en la rehabilitación oral para recuperar la funcionalidad, la estética y la armonía del sistema estomatognático. Esta revisión analiza los protocolos tradicionales y digitales para la evaluación y restauración de la dimensión vertical, destacando el impacto de la tecnología CAD/CAM en este proceso.

Objetivos: Desarrollar un protocolo clínico que integre tecnología CAD/CAM en el aumento de la Dimensión Vertical oclusal (VDO) adaptado a los recursos disponibles en la Clínica Universitaria Odontológica (CUO) de la Universidad Europea de Madrid (UEM), analizar y evaluar las diferencias frente a métodos convencionales, analizar las ventajas del mock-up digital, describir el protocolo de aplicación del software Nemotec®.

Material y métodos: Se realizó una revisión de la literatura en bases de datos como PubMed. Los criterios de inclusión se centraron en estudios que evaluaran métodos diagnósticos, protocolos clínicos y la eficacia de herramientas digitales para el manejo de la DVO, además se analiza un caso clínico realizado en la clínica universitaria de la Universidad Europea (CUO).

Resultados: La revisión reveló que tanto los enfoques analógicos como los digitales son utilizados para la evaluación y rehabilitación de la DVO. Los flujos de trabajo digitales que incluyen escáneres intraorales, articuladores virtuales y software CAD/CAM mejoran la precisión diagnóstica, reducen el tiempo clínico y optimizan la comunicación entre el clínico y el laboratorio. El uso de mock-ups y restauraciones provisionales permite validar funcional y estéticamente el tratamiento antes de la rehabilitación definitiva.

Conclusiones: La integración de tecnología digital en el manejo de la dimensión vertical oclusal ofrece mayor precisión, predictibilidad y satisfacción del paciente. El protocolo digital propuesto permite de optimizar las rehabilitaciones orales que requieren aumento de DVO.

Palabras clave: dimensión vertical oclusal, CAD/CAM, odontología digital, rehabilitación oral, mock up.

ABSTRACT

Introduction: The restoration of vertical dimension is essential in oral rehabilitation to recover functionality, aesthetics, and harmony within the stomatognathic system. This review analyzes both traditional and digital protocols for evaluating and restoring vertical dimension, highlighting the impact of CAD/CAM technology in this process.

Objectives: Develop a clinical protocol that integrates CAD/CAM technology in the increase of Vertical Dimension of Occlusion (VDO), adapted to the resources available at the University Dental Clinic (CUO) of the European University of Madrid (UEM); analyze and evaluate the differences compared to conventional methods; assess the advantages of digital mock-up; and describe the application protocol of the Nemotec© software.

Material and methods: A literature review was conducted using databases such as PubMed. Inclusion criteria focused on studies evaluating diagnostic methods, clinical protocols, and the effectiveness of digital tools for managing OVD. Additionally, a clinical case carried out at the University Clinic of Universidad Europea (CUO) is analyzed.

Results: The review revealed that both conventional and digital approaches are used to evaluate and restore OVD. Digital workflows involving intraoral scanners, virtual articulators, and CAD/CAM software improve diagnostic accuracy, reduce chair time, and enhance communication between the clinician and the lab. The use of mock-ups and provisional restorations enables both functional and esthetic validation before final rehabilitation.

Conclusions: The integration of digital technology in the management of occlusal vertical dimension offers greater precision, predictability, and patient satisfaction. The proposed digital protocol allows for the optimization of full-mouth rehabilitations that require an increase in OVD.

Keywords: occlusal vertical dimension, CAD/CAM, digital dentistry, oral rehabilitation, mock-up.

Índice

1.	Introducción	1
1.1.	Definición de conceptos clave	1
1.2.	Dimensión Vertical Oclusal (DVO) y Dimensión vertical en Reposo (DVR). ..	2
1.3.	Métodos para el registro de la Dimensión Vertical	3
1.3.1.	Métodos Preextracción	3
1.3.2.	Métodos Postextracción	5
1.4.	Marco histórico	6
1.4.1.	Evolución de los tratamientos relacionados con la Dimensión Vertical	8
1.5.	Etiología de la pérdida de Dimensión Vertical	14
1.5.1.	Factores fisiológicos	14
1.5.2.	Factores patológicos	15
1.6.	Diagnosis y aumento tentativo de la dimensión vertical	21
1.6.1.	Métodos y materiales	22
1.7.	Impacto de la tecnología en el manejo de la Dimensión Vertical.	26
1.7.1.	Historia del cad-cam	26
1.7.2.	Escáneres intraorales (IOS)	27
1.7.3.	T-scan: Hardware y Software de análisis oclusal	28
1.7.4.	Articuladores virtuales	30
1.7.5.	CBCT	31
1.7.6.	Software de diseño para encerado virtual y mock up	32
1.7.7.	Aplicación de CAD/CAM en tratamientos restauradores	34
2.	Justificación y objetivos	37
2.1.	Objetivos.....	37
3.	Materiales y métodos	38
3.1.	Estrategia de búsqueda	38
3.2.	Metodología de Análisis	39
3.3.	Desarrollo del Protocolo Clínico	39
4.	Análisis y evaluación de resultados.....	41
4.1.	Evaluación Inicial y Planificación	41
4.2.	Pruebas Diagnósticas y Funcionales	50
4.3.	Rehabilitación Definitiva	55

4.4.	Seguimiento y Control	57
4.5.	Propuesta de protocolo clínico para Aumento de Dimensión Vertical	58
4.5.1.	Historia Clínica Detallada	58
4.5.2.	Exploración Intraoral y Extraoral	58
4.5.3.	Registro Fotográfico	59
4.5.6.	Escaneo Digital Intraoral	63
4.5.6.	Determinación de la Dimensión Vertical Perdida y su Posible Aumento 64	
4.5.7.	Pruebas Diagnósticas	65
4.5.8.	Mock-up y evaluación funcional	68
4.5.9.	Fase Provisional	69
4.5.10.	Rehabilitación Definitiva	70
4.5.11.	Seguimiento y Control	76
5.	Conclusiones	77
6.	Bibliografía	78

Listado de siglas

- DVO: Dimensión Vertical Oclusal
- CAD/CAM: Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing (Diseño y Fabricación Asistidos por Computadora)
- DV: Dimensión Vertical
- ATM: Articulación Temporomandibular
- DSD: Digital Smile Design (Diseño Digital de la Sonrisa)
- RC: Relación Céntrica
- CBCT: Cone Beam Computed Tomography (Tomografía Computarizada de Haz Cónico)
- 2D: Dos Dimensiones
- 3D: Tres Dimensiones
- DVO: Dimensión Vertical Oclusal
- DVR: Dimensión Vertical de Reposo
- ELI: Espacio Libre Interoclusal
- MI: Máxima Intercuspidación
- DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine
- STL: Standard Tessellation Language (lenguaje de teselación estándar)
- IOS: Intraoral Scanner (Escáner Intraoral)
- CR: Centric Relation (Relación Céntrica)
- DTM: dolores temporomandibulares

Listado de Figuras

Figura 1: Encerado convencional y mock up

Figura 2: Ejemplo de escáner introral, Trios 3Shape©

Figura 3: Ejemplo de escáner extraoral (Medit)

Figura 4: Ejemplo de escáner facial MetisSmile©

Figura 5: Ejemplo de articulador virtual, MODJAW Tech in Motion™

Figura 6: Ejemplo de software de encerado virtual, NemoStudio©

Figura 7: Ejemplo de paciente con bruxismo severo y pérdida de DVO

Figura 8: Paciente con erosión severa, con cúspides invertidas o en forma de copa

Figura 9: Aumento de DVO tentativo determinado por parámetros estéticos del incisivo central superior

Figura 10: T-Scan Novus© (Tekscan)

Figura 11: CEREC Primemill© (Dentsply Sirona)

Figura 12: Fotografía frontal en reposo

Figura 13: Fotografía frontal con sonrisa natural

Figura 14: Fotografía frontal con sonrisa forzada o máxima

Figura 15: Fotografía de perfil en reposo

Figura 16: Foto con separadores

Figura 17: Fotografía de perfil con sonrisa

Figura 18: Fotografía a 45°

Figura 19: Radiografías periapicales

Figura 20: Ortopantomografía

Figura 21: CBCT

Figura 22: Fotografía frontal en reposo

Figura 23: Fotografía frontal con sonrisa natural

Figura 24: Fotografía frontal con sonrisa forzada

Figura 25: Fotografía de perfil en reposo

Figura 26: Fotografía de perfil con sonrisa

Figura 27: Fotografía a 45°

Figura 33: Protocolo de escaneado según Trios 3Shape®

Figura 34: Aumento determinado por parámetro estético del incisivo central

Figura 35: Modelo digital del paciente con aumento de DVO en RC

Figura 36: Registro de los datos del paciente

Figura 37: Integración con fotos extraorales del paciente

Figura 38: Alineación del modelo con puntos faciales

Figura 39: Alineación del plano oclusal paralelo con el plano bipupilar

Figura 40: Elección de la longitud del tamaño de los nuevos dientes

Figura 41: Alineación de los dientes en el plano

Figura 42: Alineación de los dientes en el plano

Figura 43: Comprobación del encerado integrando la foto extraoral, evaluación de los parámetros estéticos según los parámetros faciales

Figura 44: Mock-up digital impreso

Figura 45: Modelo impreso con el encerado, colocación de resina bisacrílica dentro de la llave

Figura 46: Mock-up obtenido mediante llave de silicona y resina bisacrílica

Figura 47: Llaves de silicona transparente con composite híbrido obtenidas con los modelos impresos donde se realiza un encerado solo del sector posterior

Figura 48: Compactación del composite mediante llave de silicona transparente a la nueva DVO

Figura 49: Patient monitoring del escáner Trios®. Corte sagital con mock-up en azul y escaneado inicial en amarillo

Figura 50: Se recubren los dientes anteriores encerados y los posteriores donde apoya la guía

Figura 51: Se elimina la cara vestibular y se obtiene una guía para comprobar espesor mínimo por incisal

Figura 52: Algoritmo volumétrico que modifica la malla restando zonas para tallado

Figura 53: Se obtiene esta plancha

Figura 54: Guía para espesor mínimo de la cara vestibular

Figura 55: Fusión de dos mallas: inicial y guía vestibular

Figura 56: Guía de tallado vestibular obtenida

Figura 57: Guías de tallado impresas

Figura 58: Prueba de plástico

Figura 59: Restauraciones definitivas

Figura 60: Férula de descarga superior tipo Michigan

1. Introducción

En el ámbito de la **rehabilitación oral**, el propósito principal de los tratamientos es optimizar la calidad de vida de los pacientes que han sufrido la pérdida o el deterioro parcial de uno o varios dientes. Esto se logra restaurando tanto la **funcionalidad** como la **estética**. Este proceso incluye la meta de establecer una oclusión funcional acompañada de una estabilidad en las articulaciones, lo que permite alcanzar un desempeño eficiente y adecuado. Todo ello se orienta hacia un objetivo común: lograr el equilibrio integral del sistema estomatognático(1).

1.1. Definición de conceptos clave

Para tratar el tema de la **Dimensión Vertical**, es imprescindible primero profundizar en el concepto de relaciones intermaxilares. Estas se definen como cualquier interacción espacial entre el maxilar y la mandíbula. Dichas relaciones pueden registrarse en diversas orientaciones, como vertical, horizontal o lateral. Diversos factores pueden modificar las relaciones intermaxilares, siendo la principal causa la pérdida de dientes. Cuando esto sucede, se ven afectadas funciones esenciales para el individuo, como la masticación, la fonación y la estética. Por ello, resulta necesario realizar una rehabilitación del paciente mediante un tratamiento protésico adecuado(2). La **Dimensión Vertical** se describe como la medida de distancia que existe entre dos puntos, uno localizado en el maxilar y el otro en la mandíbula, permitiendo así obtener un valor cuantificable. Estos puntos pueden seleccionarse de manera aleatoria o basándose en referencias anatómicas. Por lo general, se emplean como referencia la punta de la nariz y el mentón, este último siendo el punto móvil. Clínicamente, se puede describir como la distancia medida entre dos puntos, uno situado en el tercio inferior de la cara y otro en el tercio medio. Esto permite determinar la altura correspondiente al **tercio inferior** facial (1). Diversos autores han definido el concepto de Dimensión Vertical, fundamentándose en diferentes enfoques y perspectivas. Según Arne y Lauritzen (3), la Dimensión Vertical es definida como la medida facial tomada verticalmente, utilizando dientes, rodets de cera, dentaduras completas y otras rehabilitaciones en posición de oclusión céntrica. Según Dawson (4), los músculos son los determinantes principales de la Dimensión Vertical, ya que establecen su base a través de una contracción longitudinal

y repetitiva. Este patrón de cierre extremadamente constante en máxima intercuspidación proporciona estabilidad tanto al maxilar superior como al inferior. Establecer una Dimensión Vertical adecuada es crucial para mantener un equilibrio armónico en el sistema craneofacial, ya que influye directamente en la percepción estética del rostro. La altura facial juega un papel decisivo en la apariencia general de un individuo, y cualquier alteración en esta dimensión puede comprometer la estética, afectando directamente los tejidos blandos del paciente(1). La dimensión vertical se ve influenciada principalmente por dos factores: la **musculatura mandibular** y la **oclusión**. En el caso de lactantes y personas completamente desdentadas, sin tener dientes, la dimensión vertical está determinada exclusivamente por la musculatura mandibular. Por otro lado, en individuos dentados o parcialmente desdentados, la dimensión se ajusta a través de los contactos dentarios (5). Dentro del concepto de Dimensión Vertical, es posible identificar otros términos que están estrechamente relacionados, como la **Dimensión Vertical Oclusal (DVO)**, la **Dimensión Oclusal Postural o en Reposo (DVR)** y el **Espacio Libre Interoclusal (ELI)**.

1.2. Dimensión Vertical Oclusal (DVO) y Dimensión vertical en Reposo (DVR).

La **Dimensión Vertical Oclusal** se considera activa, porque implica un máximo esfuerzo muscular, es caracterizada por una intensa contracción de los músculos elevadores y los dientes se encuentran en **máxima intercuspidación**. La **oclusión vertical en reposo** se refiere a la posición de la mandíbula cuando los músculos masticatorios se encuentran relajados y los dientes no se encuentran en contacto directo(6). En esta posición, la actividad neuromuscular y la gravedad contribuyen a mantener la mandíbula balanceada, sin la necesidad de intervención voluntaria del paciente. Se denomina **dimensión vertical de reposo (DVR)** a la separación entre dos puntos anatómicos concretos en esta posición. Uno de los elementos cruciales de la **Dimensión Vertical Oclusal (DVO)** es el **espacio libre interoclusal**, que marca la distinción entre la DVR y la dimensión vertical oclusal. En resumen, se refiere al espacio que se encuentra entre

los dientes superiores e inferiores durante el estado de reposo de la mandíbula(7). Este espacio generalmente varía entre 2 y 4 mm, pero puede oscilar dependiendo de la edad, la musculatura y el estado dental del paciente.

Es esencial respetar el espacio interoclusal libre en casos de rehabilitación oral, porque facilita el correcto movimiento de la mandíbula durante la fonación, la masticación y la deglución. Si la DVO se eleva de manera excesiva (disminuyendo el espacio interoclusal), el paciente podría sufrir molestias musculares, problemas para hablar y cambios en la articulación temporomandibular (ATM). En cambio, si la DVO se disminuye excesivamente (incrementando el espacio interoclusal), pueden ocurrir colapsos faciales, reducción de la efectividad en la masticación y alteraciones estéticas(8).

1.3. Métodos para el registro de la Dimensión Vertical

1.3.1. Métodos Preextracción

En la actualidad, existen diversos procedimientos para registrar la Dimensión Vertical Oclusal (DVO): los **métodos fisiológicos** y los **mecánicos**. Para restaurar la dimensión vertical de oclusión (DVO) , se debe estimar con precisión la DVO ideal del paciente. Esto se puede lograr evaluando la pérdida de DVO o determinando su valor original (9). Los métodos previos a la extracción se basan en la suposición de que la dimensión vertical de oclusión (DVO) en estado dentado representa la medida ideal desde una perspectiva estética, funcional y de confort. Por ello, estos métodos fueron diseñados para preservar la DVO antes de la extracción y transferirla a las prótesis posteriores. Los principales métodos definidos “ pre-extracción” incluyen la medición de dimensiones intraorales, el trazado del perfil, el análisis cefalométrico y la fonética antes de que las extracciones dentales causen la perdida de la DVO. No obstante, estos procedimientos solo son adecuados cuando se realizan en pacientes con una DVO aceptable y una oclusión estable (8). Varios autores han descrito técnicas para registrar la dimensión vertical de oclusión DVO existente mediante la creación de **una plantilla** que trace el perfil del tercio inferior del rostro. El propósito de esta plantilla es registrar

el plano sagital de la cara y se confecciona sobre los tejidos faciales extraorales cuando la dentición se encuentra en máxima intercuspidad. De este modo, al fabricar nuevas prótesis, la DVO se determina ajustando la plantilla de trazado al tercio inferior del rostro. La plantilla puede elaborarse moldeando un alambre metálico siguiendo el contorno facial, recortando cartón con base en un trazado, registrando el perfil con alginato o tiras de yeso, o fabricando una máscara de resina (2). Otro método consiste en realizar una **radiografía cefalométrica** antes de la extracción dental. Posteriormente, se toma una nueva radiografía tras la extracción, pero esta vez con los rodillos oclusales en su posición. Luego, se comparan ambas imágenes para realizar los ajustes adecuados en los rodillos y determinar la dimensión vertical oclusal(9). Durante muchas décadas, se ha reconocido la importancia de la fonética en la determinación de la dimensión vertical de oclusión (DVO). Silverman (9) describió el uso del ***Closest Speaking Space (CSS)*** durante la pronunciación del sonido "S". Para ello, se traza una línea en los dientes anteriores inferiores a la altura del borde incisal de los dientes anteriores superiores cuando la dentición se encuentra en máxima intercuspidad. Luego, al pronunciar el sonido "S", se marca otra línea en los dientes inferiores, correspondiente al nuevo nivel del borde incisal de los dientes superiores. La distancia entre ambas líneas representa el CSS, que se registra con el fin de reproducirlo en la construcción de prótesis completas. Según Silverman, este espacio es una característica constante en cada individuo. Además, señaló que otros sonidos, como "S", "Z", "Zh", "Sh" y "Ch", generan una posición mandibular similar en relación con el maxilar. El CSS puede variar entre 0 y 10 mm. Se destacó la utilidad del sonido "S" para medir la DVO antes de la extracción y para verificar esta medición durante la fase de prueba en la fabricación de prótesis completas (8). En la era de la odontología digital, es probable que el escaneo facial se utilice para analizar la estructura del rostro y la altura vertical. Esta tecnología ofrece varias ventajas, como su simplicidad, la rapidez en la captura de imágenes y la posibilidad de almacenar los registros en formato digital en lugar de físico. Además, con el uso de programas especializados, la visualización digital de las imágenes permite medir con precisión las distancias entre diferentes puntos de referencia faciales, lo que mejora la exactitud en la planificación y el diseño de prótesis dentales (10). En resumen, los métodos previos a la extracción pueden ser útiles para determinar la dimensión vertical de oclusión (DVO).

Sin embargo, la fiabilidad de estas técnicas depende de la disponibilidad de registros previos a la extracción o de que el paciente aún conserve su dentición.

1.3.2. Métodos Postextracción

En numerosos casos, los pacientes desdentados buscan tratamiento protésico sin disponer de registros previos a la pérdidas dentales. Dado que la pérdida de la parte inferior del rostro conlleva la desaparición de ciertos puntos de referencia anatómicos, se debe aplicar **técnicas postextracción** para estimar la dimensión vertical oclusal (DVO) adecuada. Estos métodos parten de la idea de que la DVO ausente puede calcularse a partir de otras mediciones en el rostro, el cráneo. Entre las técnicas utilizadas se encuentran la **determinación de la posición de reposo fisiológica**, la **observación de la armonía facial**, el **análisis del acto de deglución**, la **aplicación de mediciones craneofaciales y cefalométricas**, la **evaluación de la fonética** del paciente, el **estudio de prótesis previas**. Gracias a estas estrategias, es posible definir una DVO funcional y estética en pacientes sin registros de preextracción, facilitando una rehabilitación oral efectiva (8). Uno de los métodos más comunes para establecer la **posición de descanso fisiológica** de la mandíbula es a través de la observación de la relación entre los músculos elevadores y depresores, cuando la cabeza está en posición erguida y los cóndilos mandibulares están en una posición neutral. La DVO se puede estimar restando entre 2 y 4 mm de la distancia interoclusal en la posición de descanso de la mandíbula. El registro de esta posición se facilita mediante puntos de referencia en la piel (como la nariz y el mentón) y el uso de dispositivos de medición como calibradores digitales y reglas(11). Aunque se considera útil, la posición de descanso presenta variaciones debido a factores como el miedo, la ansiedad o el dolor, que pueden afectar la precisión de la medición. En cuanto a la estética facial, la evaluación de la apariencia de la parte inferior del rostro también sirve como una guía para determinar la DVO. Un aumento excesivo de la DVO genera una tensión facial, mientras que una disminución puede producir una caída en las comisuras de los labios. Sin embargo, este método es menos confiable en pacientes con piel flácida o con incompetencia labial(2). **La deglución** también se utiliza como un medio para establecer la DVO, ya que el patrón de movimiento de la mandíbula al tragar es constante a lo largo de la vida. El uso de cera

en los bordes oclusales durante la deglución puede ayudar a determinar la DVO, aunque su precisión puede verse afectada por la duración de la deglución y la suavidad del material utilizado (12). Otro enfoque es el uso de mediciones craneofaciales. Varios estudios han correlacionado **distancias anatómicas**, como la distancia entre el septum nasal y el mentón (Sn-Me), o la distancia desde la punta de la nariz hasta el mentón (N-Gn), con la DVO(13). Estas mediciones pueden ser útiles en la predicción de la DVO, aunque su fiabilidad puede verse afectada por diferencias de género y características étnicas(14). Las **radiografías cefalométricas** se utilizan también para evaluar la DVO, ya que proporcionan información sobre los puntos de referencia craneales que no se ven afectados por la pérdida dental. Sin embargo, este método no es ideal debido a la exposición a radiación (15). La **fonética post-extracción** se utiliza para evaluar la posición mandibular durante la pronunciación de ciertas vocales. Al pronunciar sonidos como "O" o "E", el odontólogo puede medir la distancia desde la nariz hasta el mentón y ajustar la DVO en función de la posición mandibular obtenida(13). Aunque este enfoque se ha utilizado en varios estudios, su efectividad puede verse limitada por la variabilidad lingüística y las diferencias individuales en la pronunciación de las letras. En resumen, los métodos post-extracción para determinar la DVO son útiles, pero deben combinarse con otros enfoques clínicos para obtener una medición precisa y adecuada de la dimensión vertical oclusal en pacientes desdentados. Cada técnica tiene sus limitaciones, y la elección de la adecuada depende de las características individuales del paciente(7)

1.4. Marco histórico

El concepto de dimensión vertical (DV) en la prostodoncia ha cambiado de manera importante a lo largo del tiempo. Esta evolución ha sido causada por los avances en los materiales y técnicas dentales, así como por una mejor comprensión de la fisiología y la biomecánica del sistema de masticación. Históricamente, la dimensión vertical estaba estrechamente vinculada con la fabricación de prótesis completas(16). Se desarrollaron métodos para establecer una DV funcional y estéticamente atractiva para pacientes edéntulos. Swenson identificó diez técnicas para determinar la DV y la relación céntrica, lo que reflejaba la complejidad y variedad de enfoques (17). En las primeras

investigaciones y prácticas, la DV se definía como la distancia entre dos puntos anatómicos clave, generalmente entre la punta de la nariz y el mentón, cuando los dientes están en contacto. Esta medición básica fue la base para investigaciones más detalladas sobre sus implicaciones clínicas(18). En la mitad del siglo XX, se empezaron a aplicar métodos antropométricos que implicaban mediciones precisas de los puntos de referencia faciales para determinar la DV, lo que reveló una considerable variabilidad entre los individuos. El uso de radiografías cefalométricas permitió obtener mediciones más exactas de las estructuras craneofaciales, lo que mejoró la comprensión de las relaciones óseas que sustentan la DV, aunque era necesario contar con equipos especializados (19). Hacia finales del siglo XX, la atención se desplazó hacia la comprensión de los aspectos funcionales y fisiológicos de la DV. Los investigadores comprendieron que la DV no es una medida fija, sino que está influenciada por la dinámica del complejo dentoalveolar y los músculos masticatorios. Fue entonces cuando surgió el concepto de compensación dentoalveolar, que sugiere que el cuerpo se adapta al desgaste dental mediante la erupción de dientes y la remodelación ósea para mantener la DV. Esta nueva comprensión permitió desarrollar enfoques de tratamiento más conservadores (20). En la prostodoncia moderna, se utilizan diversas técnicas para evaluar la DV. Estas incluyen mediciones faciales, análisis cefalométricos, evaluaciones fonéticas y juicio clínico. El uso combinado de estos métodos asegura una medición más precisa y personalizada de la DV. Los enfoques actuales destacan la importancia de la adaptación del paciente a los cambios en la DV, y los ajustes graduales utilizando restauraciones provisionales permiten que los pacientes se adapten a nuevas relaciones oclusales, disminuyendo el riesgo de malestar y disfunción (17).

1.4.1. Evolución de los tratamientos relacionados con la Dimensión Vertical

1.4.1.1. Enfoques tradicionales

La metodología analógica en los casos de aumento de DVO descrita por el Dr. Mallat (21,22).

- Impresiones y Modelos Analógicos

El primer paso en un tratamiento de aumento de DVO con enfoque analógico es la obtención de impresiones precisas de ambas arcadas dentarias. Para ello, se emplean siliconas de adición debido a su estabilidad dimensional y alta precisión, en alternativa siendo un modelo de estudio se puede realizar una impresión en alginato. Estas impresiones permiten obtener modelos de escayola que servirán como base para todas las etapas subsiguientes.

Una vez obtenidos los modelos de estudio, es fundamental analizar la oclusión del paciente en su estado actual. Esto se realiza verificando la relación entre los dientes antagonistas, observando la pérdida de altura oclusal y evaluando si la máxima intercuspidación es confiable. En los casos donde la referencia de la oclusión no es clara, se recurre a la toma de registros de relación céntrica mediante técnicas como el uso de jig de Lucia o registros en cera.

- Montaje en Articulador

Los modelos obtenidos se montan en un articulador semiajustable utilizando un arco facial para transferir la posición craneomaxilar del paciente. Se utiliza un registro intermaxilar en relación céntrica para garantizar que la posición mandibular sea estable y reproducible. Esta transferencia es esencial para reproducir con precisión la oclusión y los movimientos mandibulares en el articulador. El ajuste de la trayectoria condílea y del ángulo de Bennett se realiza de manera personalizada, dependiendo de las características del paciente. Se emplea un duplicado del modelo superior para llevar a cabo un

encerado diagnóstico que permitirá visualizar los cambios necesarios en la rehabilitación.

- Encerado Analógico

El encerado analógico es una herramienta fundamental en el proceso de planificación del tratamiento. Este procedimiento permite simular el resultado final antes de intervenir directamente en la dentición del paciente. El encerado se inicia en la región anterior, determinando la longitud ideal de los incisivos centrales superiores en función de parámetros estéticos y funcionales.

Si el paciente presenta una mordida borde a borde, el aumento de la DVO debe permitir la creación de un resalte adecuado para establecer una nueva guía anterior. En los casos donde ya existe resalte, se evalúa cuánto se debe aumentar la DVO para proporcionar el espacio necesario para los materiales restauradores.

- Mock-Up con Llave de Silicona

El siguiente paso en el protocolo analógico es la realización de un mock-up directo, que consiste en transferir la planificación del encerado a la boca del paciente mediante una llave de silicona de adición. Este procedimiento permite evaluar de manera clínica los cambios en la DVO antes de realizar cualquier modificación irreversible.

Para fabricar la llave de silicona es importante asegurar la estabilidad y precisión en la transferencia del encerado. Una vez obtenida la llave, se rellena con material, como resinas bisacrílicas, y se coloca en la boca del paciente para evaluar la estética y la función (Fig.1).



Fig 1. Encerado convencional y mock up (23).

La ventaja del mock-up es que permite realizar ajustes antes de proceder con la rehabilitación definitiva. Se analizan aspectos como la relación de los dientes con los tejidos blandos, la fonética y la comodidad del paciente con la nueva DVO bien con el mock up, una ferula o composite a la nueva DVO.

- Tratamiento Rehabilitador: Prótesis Removible y/o Fija sobre Dientes e Implantes

Una vez validado el aumento de DVO con el mock-up, se procede a la fase de tratamiento rehabilitador definitivo. Dependiendo del caso, las opciones pueden incluir prótesis removibles, prótesis fijas sobre dientes naturales o rehabilitaciones implantosoportadas.

- Prótesis Removibles

En pacientes con pérdidas dentarias extensas, las prótesis removibles pueden ser una solución viable. Se diseñan estructuras metálicas o totalmente acrílicas dependiendo de varios factores. El fundamental el diseño de la prótesis para garantizar estabilidad y retención, mientras que la disposición de los dientes artificiales se basa en el encerado previo, registros en cera. Se realizan pruebas sucesivas para garantizar que la nueva DVO sea funcional y estéticamente aceptable.

- Prótesis Fija sobre Dientes Naturales

En pacientes con una dentición remanente suficiente, se realiza un tallado conservador de los dientes pilares para recibir restauraciones fijas. Durante esta fase, es fundamental mantener la estructura dental remanente y garantizar que los muñones tengan una altura adecuada para proporcionar retención.

- Rehabilitación sobre Implantes

En casos donde los dientes no pueden ser restaurados, la colocación de implantes permite rehabilitar la oclusión de manera predecible. Se siguen protocolos quirúrgicos y protésicos para mantener la nueva DVO estable a largo plazo. Se toman impresiones definitivas con la técnica de cubeta abierta para garantizar una adaptación óptima de las estructuras implantosoportadas.

- Ajuste Final y Férula Oclusal

Una vez colocadas las restauraciones definitivas, se realizan ajustes oclusales para eliminar interferencias y asegurar una distribución equilibrada de las fuerzas.

Para proteger la nueva rehabilitación, se confecciona una férula oclusal de uso nocturno. Esta férula ayuda a minimizar el impacto de posibles hábitos parafuncionales y prolonga la longevidad de las restauraciones.

El protocolo analógico descrito anteriormente del dr Mallat (21,22) para el aumento de DVO sigue un enfoque estructurado que garantiza resultados predecibles y funcionales. Desde la obtención de modelos hasta la colocación de restauraciones definitivas, cada paso es crucial para el éxito del tratamiento. La combinación de un encerado preciso, mock-up clínico y planificación adecuada permite optimizar la rehabilitación del paciente, ya sea con prótesis removibles, fijas o implantosoportadas.

1.4.1.2. Métodos contemporáneos

La sistemática digital en prótesis ha revolucionado la odontología restauradora mediante la integración de tecnologías avanzadas en todas las etapas del proceso. Los **modelos digitales** permiten una mayor precisión y facilitan la comunicación entre el clínico y el laboratorio. Los **escáneres intraorales** (Fig.2), como por ejemplo Trios © (3Shape A/S, Copenhague, Dinamarca) o Primescan © (Dentsply Sirona Inc., Bensheim, Alemania) capturan impresiones digitales de alta calidad en tiempo real, reduciendo errores y mejorando la eficiencia del flujo de trabajo.



Fig.2 Ejemplo de escáner intraoral, Trios 3Shape© (3Shape. TRIOS Scanners. [Internet]. Copenhagen: 3Shape; [citado 2025 marzo 19]. Disponible en: <https://www.3shape.com/es/scanners/trios>)

Por otro lado, los **escáneres extraorales** se utilizan para obtener modelos digitales de impresiones convencionales o prótesis existentes, asegurando un proceso más detallado y exacto, estos tipos de escáneres se utilizan en los laboratorios dentales.

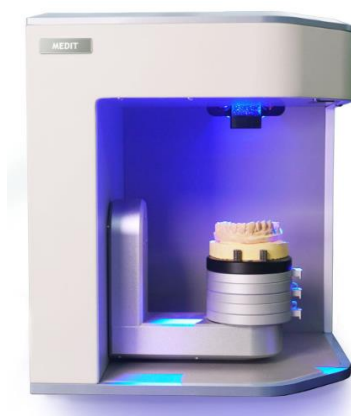


Fig 3. Ejemplo de escáner extraoral (Medit. extraoral Scanner i700 [Internet]. MedicalExpo; [citado 2025 marzo 19]. Disponible en: <https://www.medicaexpo.it/prod/medit/product-73214-825890.html>)

Los **escáneres faciales** (Fig 4.), como por ejemplo **DOF©** (DOF, Inc, Seoul, South Korea) o **MetisSmile ©**(Shining 3D, Hangzhou, China) complementan esta tecnología al registrar la anatomía facial del paciente, lo que permite un diseño de sonrisa personalizado basado en la estructura del rostro, así como integrar otros registros como el CBCT o movimientos mandibulares para funcionalizar las restauraciones.



Fig 4. Ejemplo de escaner facial MetisSmile© (**Bracket360**. Escáner facial MetiSmile Shining 3D [Internet]. Bracket360; [citado 2025 marzo 19]. Disponible en: <https://bracket360.com/escaner-facial-metismile-shining-3d/>)

Los sistemas de **registro de movimientos mandibulares y/o articuladores virtuales** (Fig. 5) como por ejemplo **MODJAW Tech in Motion©** (MODJAW SAS, Lyon, Francia), o **Zebris Jaw Motion Analyser©** (Zebris Medical GmbH, Isny im Allgäu, Germany) registran los movimientos reales del paciente para evaluar la oclusión y mejorar la funcionalidad de la restauración. Algunos escáneres intraorales, poseen también esta capacidad, como Trios © con su función “Patient Specific Motion”, aunque en este caso, se limita a un único movimiento.



Fig. 5 Ejemplo de articulador virtual, MODJAW Tech in Motion™ (Modjaw. Tech in Motion™ Device [Internet]. Modjaw; [citado 2025 marzo 23]. Disponible en: <https://www.modjaw.com/en/tech-in-motion-tm-device.html>)

El diseño de la restauración se realiza mediante software de encerado virtual (Fig. 6), como por ejemplo **NemoStudio**© (Nemotec, Madrid, España) o **exocad DentalCAD** © (exocad GmbH, Darmstadt, Alemania) permitiendo modificaciones precisas antes de la fabricación. Este enfoque digital facilita la planificación de tratamientos mínimamente invasivos y optimiza la estética y funcionalidad de las prótesis. Una vez aprobado el diseño, la restauración se fabrica fresado o impreso con **tecnología CAD-CAM**, asegurando alta precisión y adaptabilidad.

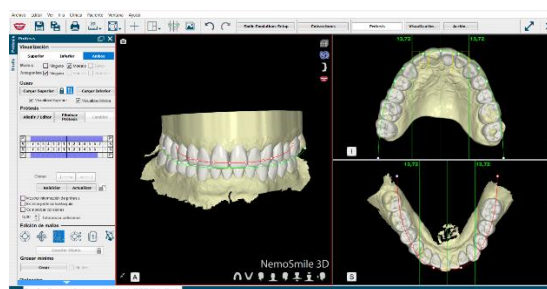


Fig.6 Ejemplo de software de encerado virtual, NemoStudio©.

El flujo digital en prótesis fija ofrece beneficios como mayor precisión, reducción del tiempo clínico y mejor comunicación interdisciplinaria. En caso de aumento de dimensión vertical debido a la complejidad del tratamiento el uso de estas herramientas digitales ayuda a obtener un resultado más predecible (24)

1.5. Etiología de la pérdida de Dimensión Vertical

La etiología de la pérdida de dimensión vertical oclusal (DVO) es multifactorial y puede estar relacionada con una combinación de **factores naturales fisiológicos** y **patológicos** (25).

1.5.1. Factores fisiológicos

Los factores fisiológicos que contribuyen a la pérdida de la dimensión vertical oclusal son aquellos que están relacionados con los cambios naturales que ocurren en el cuerpo humano a medida que envejece. El desgaste dentario fisiológico relacionado con el envejecimiento es un proceso natural que implica la pérdida gradual de la estructura dental debido a factores mecánicos y biológicos(25). A

medida que el individuo envejece, los dientes experimentan una continua exposición a fuerzas masticatorias, lo que resulta en la abrasión progresiva de las superficies oclusales. Este desgaste se manifiesta principalmente en la reducción del esmalte dental y la subsiguiente exposición de la dentina subyacente. El proceso fisiológico de desgaste se clasifica en atrición, que ocurre por el contacto directo entre las superficies dentarias durante la masticación, y que es más prominente en dientes que participan activamente en el acto masticatorio. A medida que los años avanzan, la elasticidad de los tejidos que rodean los dientes, como las encías y los ligamentos periodontales, disminuye, lo que favorece una mayor susceptibilidad al desgaste. Además, la reducida producción de saliva con la edad contribuye a un ambiente bucal más ácido, acelerando el proceso. Esto puede llevar a una disminución de la (DVO), lo que afecta tanto la estética como la funcionalidad de la masticación(25).

1.5.2. Factores patológicos

A diferencia de los factores fisiológicos, los factores patológicos conducen a una pérdida acelerada o significativa de la DV que no depende de la edad del paciente.

1.5.2.1. Bruxismo

El bruxismo es una actividad parafuncional caracterizada por la contracción involuntaria y repetitiva de los músculos masticatorios, lo que genera apretamiento y rechinar dentario. Este hábito puede manifestarse tanto en estado de vigilia como durante el sueño y conlleva una sobrecarga biomecánica en el sistema estomatognático, afectando las estructuras oclusales, articulares y musculares(25). En muchos casos, el bruxismo provoca un desgaste severo de las superficies dentarias, lo que con el tiempo puede derivar en una **disminución de la Dimensión Vertical Oclusal (DVO)** (Fig.7). Esta reducción afecta la funcionalidad masticatoria, la estabilidad de la oclusión y la estética facial, lo que hace necesaria una rehabilitación oclusal adecuada. El desgaste dentario inducido por el bruxismo se diferencia de otras formas de pérdida estructural, como la erosión ácida o la abrasión por cepillado agresivo. En el bruxismo, las facetas de desgaste son bien definidas y afectan especialmente las cúspides y las superficies incisales. Con el tiempo, la reducción

progresiva del esmalte y la dentina disminuye la DVO, alterando la posición mandibular y generando compensaciones neuromusculares(26).



Fig. 7 Ejemplo de paciente con bruxismo severo y pérdida de DVO.

La disminución de la DVO puede provocar alteraciones en la articulación temporomandibular (ATM), como dolor articular, ruidos articulares y limitación de la apertura bucal. Además, al modificar la relación intermaxilar, puede generar desequilibrios oclusales que favorecen la aparición de interferencias y sobrecarga en los músculos masticatorios, perpetuando el ciclo de disfunción. Si bien la rehabilitación protésica permite restaurar la DVO perdida mediante prótesis removibles, fijas o rehabilitaciones sobre implantes, es fundamental tratar el bruxismo de manera paralela para evitar la recidiva del desgaste y la fractura de las restauraciones(25).

El tratamiento del bruxismo es **multidisciplinario e individualizado**, abordando tanto la protección de las estructuras dentarias como la reducción de los factores etiológicos. Entre las estrategias más utilizadas se encuentran (27):

1. **Férulas oclusales estabilizadoras:** Dispositivos acrílicos diseñados para distribuir las fuerzas oclusales y reducir la carga sobre la ATM y los dientes. Se recomienda su uso nocturno para minimizar el impacto del bruxismo del sueño y proteger las restauraciones.
2. **Terapia cognitivo-conductual y manejo del estrés:** Se ha demostrado que el estrés y la ansiedad son factores desencadenantes del bruxismo. Estrategias como la terapia psicológica, técnicas de relajación y la modificación de hábitos pueden contribuir a reducir la actividad parafuncional.

3. **Farmacoterapia:** En casos seleccionados, se pueden emplear relajantes musculares o inyecciones de toxina botulínica en los músculos masticatorios para disminuir la hiperactividad muscular y prevenir el desgaste excesivo.
4. **Fisioterapia y ejercicios mandibulares:** Técnicas de rehabilitación miofuncional ayudan a mejorar la función de los músculos masticatorios y aliviar el dolor asociado al bruxismo.

Dado que el bruxismo es una condición de origen multifactorial, su tratamiento debe ser continuo y adaptado a las necesidades del paciente. Solo con un enfoque integral se puede garantizar el éxito de la rehabilitación que lleva a devolver la correcta DVO y la longevidad de las restauraciones (27).

1.5.2.2. Erosión

La erosión dental es un proceso de pérdida progresiva del esmalte debido a la acción química de ácidos, sin la intervención de bacterias. Se clasifica en erosión **intrínseca** y **extrínseca**, dependiendo del origen de los ácidos que la provocan. La **erosión extrínseca** se relaciona principalmente con la alimentación y el consumo de sustancias ácidas como frutas cítricas, bebidas carbonatadas, vinagre, cerveza y ciertos medicamentos efervescentes. También influyen hábitos como el consumo excesivo de alcohol y drogas. Por otro lado, la **erosión intrínseca** es consecuencia de condiciones médicas como el reflujo gastroesofágico y trastornos alimentarios como la bulimia, en los que los ácidos gástricos afectan el esmalte de manera recurrente(28). La erosión dental se manifiesta con superficies lisas, desgastadas y sin brillo en los dientes. En el esmalte, se observa la ausencia de periquematis y una matriz orgánica desmineralizada. Cuando la erosión alcanza la dentina, los ácidos pueden afectar la estructura peritubular, generando una apertura con forma de embudo. En las primeras fases, los dientes más afectados suelen ser los incisivos en la cara palatina y molares en la cara oclusal, mientras que, en etapas avanzadas, la erosión se extiende a todos los dientes, adquiriendo formas redondeadas o en copa (29). El proceso erosivo se desarrolla en tres etapas. La erosión inicial presenta signos mínimos, pero la exposición constante a los ácidos causa una pérdida irreversible del esmalte, con superficies opacas y planas. No existen herramientas odontológicas

específicas para su detección temprana. La erosión establecida se caracteriza por lesiones más anchas que profundas, con un aspecto brillante y sedoso. Se pueden observar desgastes fuera del margen gingival, asociados a ácidos no bacterianos, junto con sensibilidad y dolor. En la erosión severa, el daño es evidente en todas las caras dentarias, con cúspides invertidas o en forma de copa (Fig.8). La dentina queda expuesta, lo que genera sensibilidad y dolor en algunos pacientes, aunque otros pueden ser asintomáticos. En este punto, la morfología oclusal se pierde por completo (26).



Fig.8 Paciente con erosión severa, cúspides invertidas o en forma de copa.

El pH de los alimentos y bebidas juega un papel crucial en la erosión dental. Bebidas carbonatadas, jugos de frutas y energéticas contienen ácidos que desmineralizan el esmalte. El consumo frecuente y prolongado de estos productos aumenta el riesgo de erosión, especialmente en adolescentes y adultos jóvenes. Ciertos fármacos también pueden contribuir a la erosión dental. Medicamentos inhalados para el asma, como los broncodilatadores, tienen una naturaleza ácida y pueden erosionar el esmalte cuando entran en contacto directo con los dientes. Además, algunos tratamientos reducen la producción de saliva, disminuyendo la capacidad de neutralizar los ácidos y aumentando el riesgo de erosión(28).

Al igual que en el bruxismo, la erosión dental debe considerarse en los tratamientos que requieren el aumento de la DVO. Antes de realizar una rehabilitación protésica, es crucial evaluar el grado de pérdida estructural y determinar la mejor estrategia restauradora para devolver la estabilidad oclusal sin comprometer la salud dentaria

remanente. Además, se deben implementar medidas preventivas para reducir la progresión de la erosión, como la modificación de hábitos dietéticos, el uso de agentes remineralizantes y la educación del paciente sobre la importancia del pH en la salud dental, en el caso que sea debido a erosión intrínseca es fundamental derivar el paciente con el especialista adecuado para tratar la causa del problema primero. En los casos donde se planea un aumento de la DVO, la selección del material restaurador es clave. Restauraciones en disilicato de litio o zirconia pueden ser opciones viables para proteger las superficies dentarias de la exposición continua a los ácidos (30). Asimismo, es fundamental considerar la capacidad salival del paciente, ya que una reducción en la producción de saliva, como ocurre con ciertos fármacos, puede aumentar la vulnerabilidad a la erosión y comprometer la longevidad de las restauraciones. Por tanto, cualquier tratamiento que implique la rehabilitación de la DVO en pacientes con erosión dental debe ir acompañado de un enfoque integral que incluya el manejo de los factores etiológicos, la protección de las estructuras dentarias y la selección adecuada de materiales restauradores para garantizar la durabilidad del tratamiento y la estabilidad funcional del paciente (26).

1.5.2.3. Paciente edéntulo y parcialmente edéntulo

La **pérdida de dientes** es un factor determinante en la reducción de la **dimensión vertical (DV)**, ya que afecta la estabilidad de la oclusión, la función masticatoria y la articulación temporomandibular (ATM). A medida que los dientes se pierden, la altura oclusal disminuye gradualmente, lo que puede provocar alteraciones funcionales y estéticas que impactan en la calidad de vida del paciente(31) .

Impacto en Pacientes Edéntulos

En los **pacientes edéntulos**, la ausencia total de dientes provoca un colapso estructural en el rostro, manifestándose en una disminución de la altura del tercio inferior de la cara, aparición de arrugas marcadas y pérdida del tono muscular alrededor de la boca. Además de las alteraciones estéticas, la disminución de la DV influye negativamente en la **capacidad masticatoria y en la pronunciación de ciertos sonidos**, afectando la comunicación y la digestión. Uno de los efectos más relevantes de la pérdida dentaria total es la **perdida ósea progresiva**, que es más pronunciada

en la mandíbula que en el maxilar superior. Esta diferencia en la reabsorción ósea puede generar desajustes en la relación intermaxilar. Asimismo, la disminución de la DV puede alterar la posición de la lengua, dificultando la fonación y la deglución (32).

Efectos en Pacientes Parcialmente Desdentados

En el caso de los **pacientes con pérdida parcial de dientes**, la falta de soporte oclusal genera un desequilibrio en la distribución de fuerzas masticatorias. Cuando los dientes posteriores se pierden, los anteriores reciben una sobrecarga que puede provocar su desplazamiento y un desgaste prematuro. Además, la reducción de la DV altera la función neuromuscular, ocasionando tensiones musculares y posibles molestias en la ATM.

Otro efecto importante es la **desorganización de la oclusión**, lo que genera contactos inadecuados entre los dientes remanentes, interferencias y prematuridades. Esto puede derivar en una distribución desigual de las fuerzas masticatorias y favorecer la aparición de hábitos como el **bruxismo**. A largo plazo, estas alteraciones pueden desencadenar dolor crónico y problemas en las estructuras articulares y musculares implicadas en la masticación (9).

1.5.2.4. Impacto de la pérdida de DV en la salud oral

Cuando la dimensión vertical oclusal (DVO) se reduce, los pacientes experimentan diferentes alteraciones tanto en las características faciales como en la función de la articulación temporomandibular (ATM). La reducción de la DVO conlleva una **reducción del tercio inferior de la cara**, lo que resulta en un envejecimiento facial prematuro. La pérdida de la altura dental altera la proporción entre los tercios superior e inferior de la cara, dando lugar a una apariencia más envejecida. Además, se observa una disminución del volumen facial, especialmente en las áreas periorales y malar (33). El perfil facial sufre un aplanamiento, producto del colapso de la altura vertical de los dientes, lo que provoca que la maxila se aproxime a la mandíbula, reduciendo la proyección de la parte inferior del rostro, lo que da como resultado una pérdida de la convexidad facial. Los labios pueden presentar una hipotrofia y arrugas periorales. La comisura labial tiende a descender, lo que provoca una expresión facial triste o envejecida. Además, la reducción de la DVO puede dificultar el cierre labial adecuado,

afectando la funcionalidad estética y funcional de la cavidad oral. El área perioral también muestra una **reducida tonicidad muscular**, dado que la pérdida de la DVO disminuye el soporte de los tejidos blandos circundantes, incluidos los músculos masticatorios y la piel perioral, lo que resulta en un aspecto hundido en las mejillas y los labios(16).La disminución de la DVO puede alterar la relación oclusal entre las arcadas dentales resultando en una posición definida como **pseudoprognatismo** por la protrusión de la mandíbula ,también lo que provoca un desajuste en la función articular y la biomecánica de la ATM. Los cambios en la posición mandibular pueden generar **dolores temporomandibulares (DTM)**, ruidos articulares como clics o dislocación del disco articular y limitación en la apertura bucal, conocidos como trismus. La eficiencia masticatoria se ve comprometida, ya que la pérdida de altura oclusal reduce la capacidad de contactar adecuadamente los dientes durante la masticación, afectando tanto la eficacia como la comodidad en el proceso de triturar los alimentos, especialmente aquellos de consistencia más dura. Los dientes remanentes experimentan una sobrecarga oclusal, que puede inducir dolor dental, sensibilidad y, con el tiempo, un desgaste dental acelerado. La **reabsorción dentaria** y el **desarrollo de desgaste abrasivo** se vuelven más evidentes debido a la modificación en la distribución de las fuerzas masticatorias(34).

1.6. Diagnóstico y aumento tentativo de la dimensión vertical

El Aumento de dimensión vertical oclusal (ADVO) es un procedimiento que se realiza en la práctica clínica de odontología frecuentemente, es favorable en los casos de desgaste dental cuando no ha habido una extrusión dental compensatoria además que permite realizar tratamientos más conservadores porque se aumenta en espacio para materiales restauradores (18). Diversos estudios aseguran la adaptabilidad del aparato estomatognático a aumentos de dimensión vertical no mayores de 5mm(18,35), siempre y cuando se dé una oclusión adecuada. Pero no existe un consenso de cuánto tiempo dura esta adaptación, si está limitada por el tamaño del aumento o si está exenta que aparezca un trastorno temporomandibular temporal o definitivo (35). Algunos autores establecen un tiempo estimado de adaptación de 8 a 12 semanas (18), asociado a la creencia previa de que no se podía invadir el espacio libre interoclusal por ser una medida

fija. En cambio, estudios actuales han demostrado que esta distancia no es fija, sino que es un rango y que éste se vuelve a crear tras el aumento de DVO(36) . Además, se demuestra que este aumento tiene un beneficio directo asociado a la elongación de las fibras musculares. La práctica clínica actual apunta a que estos tiempos pueden reducirse, sin embargo, no existen publicaciones actuales que evidencien esta situación(35). La no adaptación del aparato estomatognático puede generar consecuencias indeseadas como son, TTM, problemas musculares, fracturas de dientes problemas fonéticos entre otros(1). Los trastornos temporomandibulares son la principal manifestación de un problema a nivel del aparato masticatorio, representan un problema de salud pública significativo, que afecta de un 5% a un 12% de la población, en dolor relacionado a la articulación temporomandibular (ATM) puede impactar directamente la calidad de vida de una persona, afectando sus actividades diarias, relaciones interpersonales y hasta llegar a ser un padecimiento incapacitante (35). Si bien la literatura apunta a la adaptación a un aumento de dimensión vertical como un hecho, los autores insisten en que son necesarios más estudios, especialmente ensayos clínicos, ya que la literatura que existe hasta el momento es escasa y muy heterogénea.

1.6.1. Métodos y materiales

El **registro fotográfico extraoral** constituye una herramienta clave en la planificación y documentación(37), ya que permite analizar de forma precisa la relación entre las estructuras dentales y faciales, se considera una herramienta fundamental en la planificación de un caso de aumento de DVO. Se realiza a través de una serie de imágenes estandarizadas, es posible evaluar tanto la estética facial en reposo como en movimiento, identificando asimetrías, proporciones inadecuadas o características particulares que influirán en el diseño del tratamiento. Las fotografías frontales, tanto en reposo como con sonrisa natural o forzada, permiten observar la exposición dental, la línea y curvatura de la sonrisa, así como la simetría facial y la relación entre labios, dientes, nariz y mentón. En particular, la sonrisa forzada es útil para valorar la exposición gingival y determinar si existe una sonrisa gingival excesiva o una escasa visibilidad dentaria. Por otro lado, las imágenes de perfil son fundamentales para analizar la proyección del mentón, la inclinación del maxilar y la posición relativa de los labios, lo

cual es especialmente relevante en pacientes con alteraciones esqueléticas o cuando se evalúan cambios por aumento de la dimensión vertical. La fotografía de perfil con sonrisa complementa este análisis al mostrar el comportamiento de los tejidos blandos durante la función. También se emplean tomas en ángulo de 45°, conocidas como fotos de tres cuartos, que ofrecen una perspectiva intermedia muy útil para evaluar la armonía facial desde un punto de vista más estético. Finalmente, la fotografía frontal con separadores y sin oclusión permite observar las arcadas dentales y las relaciones interdentales sin interferencia labial, facilitando el análisis clínico integral con los parámetros asociados a la cara del paciente como la línea bipupillar. Se considera muy útil también grabar video mientras que el paciente reproduzca sonidos y movimientos para evaluar todos los parámetros dinámicos. El protocolo fotográfico proporciona información valiosa para el diagnóstico estético y funcional, ayudando al profesional a diseñar tratamientos personalizados y predecibles (37). Antes de iniciar un tratamiento irreversible, es fundamental realizar pruebas clínicas para evaluar la nueva dimensión vertical de oclusión (DVO), ya que su selección es arbitraria(18). Un método clásico y completamente reversible implica el uso de una **férula oclusal**, aunque su aceptación por parte del paciente puede ser limitada, ya que llevarla las 24 horas del día durante el tiempo considerado necesario pero no resulta práctico para la mayoría de las personas(38). Otra opción para evaluar clínicamente la viabilidad del aumento de la DVO es el uso de **restauraciones directas** con composite. No obstante, la aplicación de composites directos puede demandar una inversión considerable de tiempo, especialmente si el odontólogo busca replicar con precisión el esquema oclusal definido en el encerado diagnóstico. Es importante considerar que, en el tratamiento para incrementar la DVO, no solo los dientes posteriores deben intervenir, sino también los anteriores, con el fin de establecer una guía anterior adecuada. Intentar posicionar la mandíbula en relación céntrica (RC) y, al mismo tiempo, generar contactos oclusales idénticos a los seleccionados en el encerado diagnóstico (39). Por ello, dentro de la técnica de los tres pasos de Vailati propone un método más simple y reversible para proporcionar soporte posterior y evaluar la adaptación del paciente a la nueva DVO. Combinado con las ventajas de las técnicas previamente mencionadas, este enfoque permite la confección de una férula oclusal fija, constituida por incrustaciones de

composite fabricados directamente en la boca, facilitando así la transición hacia una oclusión definitiva(39)

1.6.1.1. Parámetros estéticos guía y determinación del aumento de dimensión vertical.

Como descrito en el libro del Dr. Fradeani (40) los parámetros estético guía propuesto para la rehabilitación estética dental se basa en una planificación precisa, donde se integran consideraciones biomecánicas y estéticas para lograr resultados naturales y funcionales. Este enfoque tiene en cuenta la interacción de los dientes con los tejidos blandos y duros, lo que permite una restauración que optimiza tanto la estética como la función masticatoria. Se hace especial énfasis en el análisis tridimensional del rostro, comenzando con la relación de los tercios faciales. El análisis de la sonrisa se centra en la proporción de los dientes con respecto al labio superior. En reposo, los incisivos superiores deben estar ligeramente cubiertos por el labio superior, mientras que al sonreír deben ser completamente visibles sin mostrar encía. La relación entre los dientes anteriores debe seguir una curva que se alinee con el labio inferior, lo que da lugar a una sonrisa que parece natural y armónica con la cara del paciente. En términos de proporciones dentarias, se utiliza la proporción áurea para establecer la relación ideal entre los dientes anteriores. En este contexto, los incisivos centrales deben ser más largos que los laterales, mientras que los caninos deben mantener una proporción adecuada en relación con los incisivos, lo que contribuye a la armonía estética del conjunto. Este enfoque también toma en cuenta las variaciones en función del género, la edad y la morfología del paciente, lo que permite una personalización del diseño dental. La relación entre el plano oclusal y las estructuras faciales también es fundamental en la planificación de la rehabilitación. Se resalta que el plano oclusal debe ser paralelo a las líneas bipupilares, garantizando una alineación adecuada entre las arcadas dentarias y el resto de la anatomía facial. La línea media dental debe coincidir con la línea media facial para evitar asimetrías y mejorar la estética del rostro. La oclusión y el soporte dental también juegan un papel importante en la

rehabilitación. Es necesario restaurar tanto los dientes anteriores como los posteriores para mantener la funcionalidad de la mordida y evitar alteraciones en la ATM. La restauración de los dientes anteriores debe trabajar en armonía con los dientes posteriores para mantener una guía anterior adecuada, favoreciendo una correcta relación con la ATM. El soporte de los tejidos blandos, como los labios y las encías, debe ser considerado al restaurar los dientes, ya que una adecuada restauración proporcionará soporte para evitar la sobreexposición gingival o el hundimiento facial. Las restauraciones deben tener una proporción estética adecuada que respete las características faciales del paciente. El enfoque estético en la rehabilitación total con prótesis está basado en la integración de las proporciones faciales, la oclusión funcional y la estética dental.

En un caso del aumento de la Dimensión Vertical Oclusal (DVO) se realiza un primer aumento tentativo a través de la elongación del incisivo central superior que se basa en criterios estéticos y funcionales (Fig.9). Según Giannuzzi y Motlagh (41), este proceso comienza con la evaluación de la posición ideal del borde incisal en relación con el labio superior y la línea de la sonrisa como descrito anteriormente(40). Una vez establecida la posición óptima del borde incisal, se determina la proporción ancho-largo ideal del incisivo central, que generalmente sigue el principio de la proporción áurea (aproximadamente 80%). Esta referencia es crucial ya que los incisivos superiores actúan como primer paso para la alineación y restauración de los dientes anteriores y posteriores.

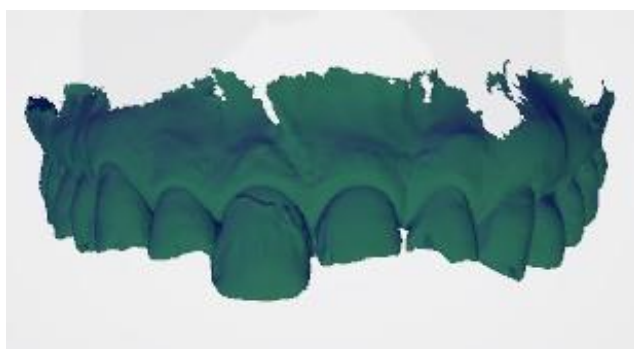


Fig 9. Aumento de DVO tentativo determinado por parámetros estéticos del incisivo central superior (41)

1.7. Impacto de la tecnología en el manejo de la Dimensión Vertical.

La odontología digital avanza rápidamente gracias a la tecnología de diseño asistido por computadora (CAD) y fabricación asistida por computadora (CAM)(42). El uso de los protocolos totalmente digitales en caso de rehabilitación total en prótesis permite un control y una realización más precisas comparadas a la convencional. En cada paso del tratamiento que tiene como fin el aumento de dimensión vertical se puede aplicar un protocolo digital.

1.7.1. Historia del cad-cam

La tecnología CAD/CAM, creada en la década de 1950, facilita el modelado, diseño y creación de objetos. Desde la década de 1980, dentistas y técnicos han estado utilizando esta tecnología para crear incrustaciones, coronas, carillas, prótesis dentales fijas (FDP) e implantes. El primer sistema CAD/CAM utilizado en las clínicas dentales se denominó "CEREC" y fue lanzado al mercado en 1987. En sus inicios, se utilizaba principalmente para la preparación de restauraciones cerámicas. A lo largo del tiempo, el sistema ha evolucionado hasta su cuarta iteración de hardware, permitiendo la producción de coronas, carillas, FDP y rellenos inlay y onlay (43). El proceso para crear una prótesis se divide en cuatro pasos: en primer lugar, se recopila información utilizando un escáner para generar una malla (MESH) o una reproducción superficial del modelo escaneado; luego, se calcula la malla con un software CAD para diseñar la prótesis; a continuación, se crea la prótesis con software CAM mediante fresado o impresión 3D. La eficacia de cada uno de estos pasos es crucial para el resultado terapéutico. En las etapas iniciales, el uso del CAD/CAM en odontología no era preciso, ya que las restauraciones se creaban a partir de tomas fotográficas directas, por lo que el proceso convencional seguía siendo la opción elegida para obtener prótesis más precisas. Con el tiempo, se desarrolló una nueva tecnología más avanzada que utilizaba impresiones ópticas para escanear y obtener el modelo de trabajo. Con el establecimiento de la tecnología CAD/CAM, el proceso de fabricación de restauraciones experimentó una mejora significativa tanto en la calidad del producto como en la precisión(44).

1.7.2. Escáneres intraorales (IOS)

En la primera fase del proceso CAD-CAM hay la adquisición del modelo de trabajo digital mediante una impresión óptica, un IOS como por ejemplo Primescan® o Trios 3Shape® debe medir ópticamente y ofrecer datos del modelo en 3D, como información sobre la superficie del diente o scan body en caso de impresión sobre implantes, el tejido blando, la arcada antagonista o la oclusión dental. Toda la información tomada se convierte en datos digitales con el lenguaje de teselado estándar (STL), que luego se utilizan para ingresar al equipo de producción y se aplican para el diseño en el software CAD y la fabricación en el software CAM (42). Además de entender cómo funciona un escáner intraoral (IOS) y cuáles son los componentes del sistema CAD/CAM, también es necesario destacar las ventajas y desventajas del uso de IOS. Una de las ventajas de las impresiones digitales (DI) es la reproducción de los modelos 3D, a diferencia de las impresiones convencionales que necesitan la positivación. Además, las impresiones convencionales con las cubetas suelen causar incomodidad al paciente, especialmente aquellos con reflejos nauseosos severos. Para estos pacientes, el uso del escáner digital en lugar de los materiales de impresión tradicionales tiene ventajas. El escáner intraoral es eficiente en términos de tiempo y pasos debido a la eliminación de la selección de cubetas, consumo de materiales, preparación de los materiales, esterilización de los materiales (45). Además, muchos procesos de laboratorio ya no son necesarios, como el vaciado en escayola, el corte de modelos y el uso del escáner extraoral. A pesar de los recientes avances tecnológicos en IOS, que permiten realizar un escaneo de un arco completo, no hay diferencias evidentes al tomar las impresiones con técnicas digitales y convencionales, ya que los tiempos utilizados son más o menos los mismos. Sin embargo, especialmente en los pasos siguientes, hay un gran ahorro de tiempo. De hecho, las impresiones ópticas permiten que el laboratorio dental reciba modelos virtuales 3D específicos del paciente (STL) por correo electrónico, en lugar de tener que enviar algo por un medio de transporte. Como resultado, es posible un ahorro significativo de tiempo y dinero a lo largo del año laboral(46).

Otro punto positivo es que clínicamente, el uso de IOS, si el dentista no está satisfecho con algunas partes del modelo virtual, puede eliminarlas y volver a tomar la impresión sin tener que repetir todo el proceso, solo esa área, lo cual también es una característica

que ahorra tiempo(47). También es más eficaz el intercambio de información con el técnico dental: el técnico y el dentista pueden comprobar la calidad de las impresiones al mismo tiempo, ya que se envían rápida y fácilmente, lo que permite al técnico analizarlas en tiempo real, sin perder tiempo llamando al paciente para una cita posterior y luego solicitando tomar las impresiones en ese momento(46). El riesgo de infección en el proceso digital también se reduce. En clínica y en laboratorio se pueden producir infecciones cruzadas al usar materiales de impresión que hayan sido contaminados por bacterias orales. La punta de escaneo de un IOS puede ser esterilizada por autoclave. Otro beneficio importante es la archivación y gestión de los archivos. Las impresiones realizadas con dispositivos IOS pueden ser gestionadas con los medios adecuados, a diferencia de los modelos tradicionales, que requieren espacio y se degradan con el tiempo. Los archivos digitales facilitan el almacenamiento de datos a largo plazo, y los usuarios pueden acceder a los archivos en cualquier momento para recuperarlos fácilmente(45).

1.7.3. T-scan: Hardware y Software de análisis oclusal

El análisis oclusal permite en los casos de aumento de dimensión vertical de evaluar distribución de fuerzas en la oclusión con mayor precisión que los métodos tradicionales. A diferencia del papel de articular, que solo señala los puntos de contacto, este sistema proporciona datos cuantificables sobre la intensidad, el tiempo y la secuencia de los contactos oclusales, facilitando el diagnóstico y la planificación del tratamiento. Un ejemplo es el **T-Scan Novus ©** (Tekscan Inc., Norwood, Massachusetts, EE. UU.), como descrito en el artículo de Sakthivel (48) este sistema está compuesto por hardware y software especializados. El hardware incluye un sensor en forma de "U" que se coloca en la boca del paciente para registrar la presión y distribución de fuerzas, un mango con conexión USB que transfiere los datos al ordenador y una computadora compatible con el software de análisis. El software del T-Scan Novus©(Fig.10) representa los datos en mapas de calor tridimensionales con códigos de color que indican las áreas de mayor y menor presión. Además, registra parámetros como la intensidad de la fuerza, la distribución de la carga y la secuencia de contactos en milisegundos, lo que permite comparar registros a lo largo del tiempo y evaluar cambios en la oclusión después de tratamientos prostodónticos, ortodónticos o implantológicos.



Fig 10. T-Scan Novus© (**Tekscan.** T-Scan™ Novus System [Internet]. Tekscan; [citado 2025 marzo. Disponible en: <https://www.tekscan.com/products-solutions/systems/t-scan-novus>)

El uso del T-Scan© en odontología ha mejorado significativamente el análisis oclusal en diversas especialidades. En la rehabilitación oral, ayuda a equilibrar las fuerzas en restauraciones como coronas, puentes y prótesis completas, evitando sobrecargas que podrían fracturar los materiales. En implantología, previene la aplicación excesiva de carga sobre los implantes, reduciendo el riesgo de pérdida ósea o fallo en la osteointegración. También se ha demostrado su utilidad en la detección de contactos prematuros y desequilibrios que pueden contribuir a trastornos temporomandibulares, proporcionando información clave para el ajuste oclusal en estos pacientes. Gracias a la precisión de sus mediciones, el T-Scan© ha optimizado la planificación y ajuste de tratamientos odontológicos, permitiendo un diagnóstico más fiable y reduciendo la necesidad de múltiples citas de ajuste. Su capacidad para registrar datos objetivos y cuantificables lo convierte en una herramienta fundamental en la práctica odontológica moderna, mejorando la estabilidad a largo plazo de las restauraciones y aumentando la predictibilidad de los tratamientos oclusales como en casos de rehabilitación total con aumento de dimensión vertical donde es útil realizar un análisis oclusal(48).

1.7.4. Articuladores virtuales

Juntos con el análisis oclusal digital otra herramienta fundamental en la diagnosis y la planificación de una rehabilitación son los **articuladores virtuales** que han surgido como una herramienta clave en la odontología digital, permitiendo una representación más precisa y realista de la oclusión del paciente en comparación con los articuladores mecánicos tradicionales. A diferencia de estos últimos, que dependen de modelos de escayola y ajustes manuales, los articuladores virtuales funcionan a través de software que digitaliza los movimientos mandibulares y la relación intermaxilar, optimizando luego de consecuencia el diseño y ajuste de restauraciones protésicas y ortodónticas(49).

La incorporación de estos dispositivos en la odontología moderna permite superar las limitaciones de los articuladores mecánicos, como los errores en el montaje de modelos o la falta de precisión en la reproducción de movimientos mandibulares reales. A través de escáneres intraorales y registros de movimiento, el software de los articuladores virtuales analiza la dinámica masticatoria en tiempo real y genera modelos tridimensionales que simulan con alta fidelidad la función oclusal del paciente. Esta capacidad facilita la planificación, mejorando la predictibilidad y reduciendo la necesidad de ajustes postoperatorios.

Existen diferentes tipos de articuladores virtuales en el mercado, entre los cuales destacan el **3D Virtual Articulation System (3D-VAS) © (Zebris Medical GmbH, Isny, Alemania)**, desarrollado en colaboración con la Universidad de Greifswald, y el **DentCAM © (KaVo Dental GmbH, Biberach an der Riß, Alemania)** un software que permite visualizar y modificar los puntos de contacto oclusales en modelos tridimensionales otro ejemplo es MOD JAW © previamente explicado. Estos sistemas han demostrado ser especialmente útiles en la fabricación de restauraciones CAD/CAM, donde la precisión en la oclusión es crucial para la durabilidad y funcionalidad de las prótesis.

Los articuladores virtuales representan un avance significativo en la odontología digital, proporcionando mayor precisión en el diagnóstico y tratamiento de alteraciones oclusales. Su integración con tecnologías de escaneo y diseño de la sonrisa digital ha

revolucionado la forma en que se planifican y ejecutan tratamientos restauradores sobre todo en caso en el que se va a realizar una rehabilitación total, garantizando una mejor adaptación y funcionalidad de las prótesis dentales(49).

1.7.5. CBCT

La Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT, por sus siglas en inglés) es una técnica de imagen médica utilizada en odontología, cirugía maxilofacial y otras especialidades médicas. Proporciona imágenes tridimensionales detalladas de las estructuras óseas, dientes, senos paranasales y tejidos circundantes con una dosis de radiación menor en comparación con la tomografía computarizada convencional (50).

El archivo CBCT se almacenan generalmente en formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), que es el estándar internacional para el almacenamiento y transmisión de imágenes médicas. Este formato permite la integración con diversos softwares de planificación y diagnóstico.

Integración con Software de Planificación Los archivos DICOM del CBCT pueden ser importados en software especializados para analizar las estructuras óseas y planificar tratamientos. Algunas de sus aplicaciones incluyen:

Implantología: Evaluación del volumen óseo y planificación de implantes dentales. La planificación de implantes es un proceso clave para garantizar el éxito de una rehabilitación protésica funcional y estética. Antes de colocar un implante, es fundamental realizar un análisis detallado del volumen óseo disponible, considerando no solo la cantidad sino también la calidad del hueso. Este aspecto determinará la estabilidad primaria del implante y su capacidad para soportar cargas funcionales a largo plazo.

Uno de los principios más importantes en la planificación es la relación entre la posición del implante y la futura prótesis.

En definitiva, la planificación no se limita a la colocación del implante, sino que integra un enfoque global que considera la biomecánica, la estética y la salud periodontal. Una planificación cuidadosa permite que el implante se convierta en un soporte sólido para

una prótesis que se integre armónicamente con la dentición natural, brindando al paciente un resultado duradero y de alta calidad (51).

1.7.6. Software de diseño para encerado virtual y mock up

El **Diseño Digital de Sonrisa (DSD)** es una herramienta innovadora en odontología estética que permite evaluar la relación entre los dientes, las encías, la sonrisa y la cara, optimizando la planificación de los tratamientos(52). Este proceso puede realizarse en dos dimensiones (2D) o en tres dimensiones (3D), dependiendo del software y la tecnología utilizada. En el caso del **DSD 2D**, se trabaja sobre fotografías faciales e intraorales del paciente, donde se trazan líneas y dibujos digitales que sirven como referencia para diseñar una sonrisa armónica. Por otro lado, el **DSD 3D** se basa en modelos digitales de estudio en formato STL, los cuales pueden integrarse con imágenes 2D o archivos tridimensionales obtenidos mediante escáneres faciales o tomografías CBCT. Esta combinación de tecnologías permite obtener una visión más completa y precisa del caso clínico, facilitando la comunicación entre el odontólogo, el técnico y el paciente(53).

Para llevar a cabo el DSD, se utilizan distintos **softwares de diseño**, los cuales permiten la planificación y simulación del resultado final antes de realizar cualquier procedimiento irreversible. Un ejemplo es **Nemostudio ©**, un software que permite trabajar tanto en 2D como en 3D, ofreciendo herramientas de análisis facial, dental. Otro ejemplo incluye **Exocad ©**. El uso de software de diseño digital no solo facilita el diagnóstico y la planificación, sino que también mejora la predictibilidad del tratamiento. Aunque el **DSD** ofrece múltiples ventajas en comparación con los métodos tradicionales de planificación, su implementación requiere conocimientos específicos en el manejo de software de diseño y equipos digitales. Su integración con escáneres intraorales, impresoras 3D y otros dispositivos digitales continuará optimizando la calidad y eficiencia de los tratamientos (52).

Tras el DSD se realiza un **mock-up** que es una herramienta clave en la planificación de los casos de aumento de dimensión vertical, ya que permite visualizar los resultados del tratamiento antes de su ejecución. Su uso en odontología ha evolucionado con la tecnología **CAD/CAM**, facilitando la previsualización y mejorando la precisión en la comunicación entre el paciente, el odontólogo y el técnico dental(54).

Una vez diseñado el encerado digital obtenido con el DSD, se exporta a una **impresora 3D**, donde se crean modelos físicos en resina biocompatible. Este prototipo, que se define mock up digital, puede probarse en la boca del paciente para evaluar la estética y funcionalidad del diseño. En esta fase, se pueden realizar ajustes, generando nuevas versiones rápidamente sin aumentar costos ni tiempo de producción (54).

El **mock-up digital** mejora la predictibilidad del tratamiento, ya que permite simular distintas opciones estéticas y funcionales. Además, al ser una técnica mínimamente invasiva, su implementación ha reducido los errores asociados a los métodos manuales, aumentando la eficiencia y satisfacción del paciente (55).

En conclusión, el uso de mock-ups digitales representa un avance significativo en la odontología estética, optimizando la planificación y facilitando la comunicación para lograr resultados predecibles y personalizados(23) .

Por otro lado, se define un **mock-up convencional y analógico** comienza con la toma de impresiones de la boca del paciente, utilizando materiales como alginato o silicona de adicción, estas impresiones se vacían en escayola para obtener modelos de estudio y se realiza el montaje en articulador semiajustable. Sobre los cuales se realiza un **encerado diagnóstico** en cera. En esta fase, se define la morfología dental ideal, considerando parámetros como la alineación, proporción(56).

Una vez finalizado el encerado, se fabrica una **llave de silicona** que servirá para transferir el diseño a la boca del paciente. Para ello, se llena la llave con resina bisacrílica o acrílica y se coloca en los dientes, permitiendo que el

material se adapte a la estructura dental antes de su fraguado. Luego, se retira la llave y se realizan ajustes para mejorar la adaptación y el acabado superficial (55).

1.7.7. Aplicación de CAD/CAM en tratamientos restauradores

Una vez finalizado el diseño digital de la restauración mediante software CAD, el archivo generado en formato STL se destina a la etapa de fabricación asistida por computadora, o proceso CAM (Computer-Aided Manufacturing). Esta fase convierte el diseño virtual en una estructura física, utilizando para ello tecnologías de manufactura **sustractiva** o **aditiva**, ambas ampliamente implementadas en odontología digital moderna.(57)

En el caso de los **métodos sustractivos**, el procedimiento se basa en tallar o fresar un bloque sólido de material preformado (como cerámica, zirconio, cera o resina), eliminando progresivamente el exceso de material hasta obtener la forma deseada. Este proceso es llevado a cabo por fresadoras controladas por sistemas CNC (control numérico computarizado), que traducen los datos digitales en trayectorias de corte precisas. Existen dos modalidades principales: las **fresadoras labside**, ubicadas en laboratorios dentales, y las **fresadoras chairside** como **CEREC Primemill®** (Dentsply Sirona Inc., Bensheim, Alemania)(Fig.11), integradas en la clínica (58).



Fig 11. CEREC Primemill® (Dentsply Sirona. CEREC Primemill [Internet]. Dentsply Sirona; [citado 2025 mayo 19]. Disponible en: <https://www.dentsplysirona.com/es-es/descubrir/descubrir-por-marca/cerec-primemill.html>)

Las fresadoras labside suelen ser más robustas, con sistemas de cinco ejes que permiten una libertad de fresado superior, capaces de producir restauraciones complejas como puentes de gran extensión, pilares personalizados, estructuras implantosoportadas y subestructuras metálicas. Por su parte, las fresadoras chairside están orientadas a la inmediatez clínica, permitiendo al profesional realizar restauraciones unitarias como coronas, carillas o incrustaciones en una sola cita, reduciendo significativamente el tiempo de tratamiento. Sin embargo, estos sistemas más compactos suelen estar limitados a ciertos materiales y geometrías menos complejas. En ambos casos, la precisión de fresado es elevada, especialmente en márgenes y superficies oclusales, lo que contribuye a una mejor adaptación clínica. A pesar de estas ventajas, uno de los inconvenientes más notorios del fresado sustractivo es el desperdicio de material, ya que gran parte del bloque original se elimina y no puede reutilizarse(24).

En contraste, los **métodos aditivos**, también conocidos como impresión 3D, implican la fabricación del objeto mediante la deposición progresiva de material capa por capa, siguiendo con exactitud la geometría del diseño digital. Algunos ejemplos son **FormLabs Form 4©** (Formlabs, Somerville, Massachusetts, USA) o **SprintRay Pro 95 o Pro2©** (SprintRay, Los Angeles, California, USA). Esta tecnología ha ganado terreno de forma notable en los últimos años debido a su capacidad de producir piezas con geometrías extremadamente complejas. En odontología se utilizan principalmente impresoras basadas en tecnologías como SLA (estereolitografía), DLP (digital light processing) y LCD, todas ellas con resinas fotopolimerizables que se curan mediante luz. Este método es ideal para la fabricación de modelos de trabajo, guías quirúrgicas, prótesis provisionales y, en algunos casos, restauraciones definitivas siempre que los materiales estén certificados para uso intraoral(59). El proceso aditivo presenta ventajas evidentes: reduce considerablemente el desperdicio de material. Además, su integración en flujos de trabajo completamente digitales ha facilitado la planificación interdisciplinaria en áreas como la implantología, ortodoncia y rehabilitación estética. Sin embargo, no está exento de limitaciones: el proceso de impresión requiere postprocesado (lavado con alcohol isopropílico, curado en cámara UV, remoción de soportes) y en muchos casos, la

resistencia y estabilidad de las restauraciones no igualan aún a las obtenidas por fresado, especialmente en situaciones de carga oclusal elevada(57).

En resumen, el proceso CAD/CAM ha transformado la odontología al proporcionar una alternativa más precisa, eficiente y rápida en la fabricación de restauraciones dentales. La digitalización, el diseño asistido por computadora y la fabricación controlada por robots permiten crear restauraciones personalizadas con un alto grado de precisión, mejorando tanto la calidad del tratamiento como la experiencia del paciente. Además, la flexibilidad de los sistemas CAD/CAM permite que los procedimientos se realicen en el consultorio, en un laboratorio o en un centro de producción, adaptándose a las necesidades de los profesionales y pacientes. Teniendo en cuenta los casos de aumento de dimensión vertical como rehabilitaciones totales y complejas el empleo del sistema CAD/CAM permite de facilitar la ejecución y obtener la máxima precisión.

2. Justificación y objetivos

El aumento de la Dimensión Vertical de Oclusión (VDO) es un procedimiento complejo en odontología restauradora que requiere precisión en su planificación y ejecución para evitar efectos adversos en la función masticatoria, la fonación y la estabilidad oclusal. Tradicionalmente, este proceso ha sido abordado mediante métodos analógicos, como el encerado diagnóstico y la fabricación manual de restauraciones provisionales, lo que puede generar variabilidad en los resultados.

La incorporación de la tecnología **CAD/CAM** en la rehabilitación oral ha permitido una mayor precisión y predictibilidad en los tratamientos que requieren aumento de DVO. Los sistemas digitales ofrecen ventajas como el diseño asistido por computadora, la fabricación rápida de restauraciones provisionales y definitivas, y la posibilidad de realizar ajustes virtuales antes de la intervención clínica. Sin embargo, a pesar de los avances tecnológicos, no existe un protocolo clínico estandarizado basado en la evidencia para la aplicación de **CAD/CAM** en tratamientos de aumento de DVO.

Este trabajo busca revisar la literatura científica sobre el uso de CAD/CAM en rehabilitaciones con aumento de VDO y proponer un **protocolo clínico estructurado** que optimice la predictibilidad y eficacia de estos procedimientos.

2.1. Objetivos

1. Desarrollar un **protocolo clínico aplicable en la Clínica Universitaria Odontológica (CUO) de la Universidad Europea basado en la literatura científica** para tratamientos que requieren aumento de la Dimensión Vertical de Oclusión (DVO) integrando recursos y flujo digitales.
2. **Analizar la literatura científica** sobre la aplicación de tecnología **CAD/CAM** en rehabilitaciones orales que involucran el aumento de la VDO, identificando sus ventajas y limitaciones en comparación con los métodos convencionales.
3. Definir las ventajas del uso de un **mock up digital**.

4. Analizar y describir el paso a paso de la aplicación del **software Nemotec®** en la planificación de casos de aumento de dimensión vertical.

3. Materiales y métodos

Este estudio se basa en una **revisión de la literatura** para desarrollar un protocolo clínico sobre la aplicación de la tecnología **CAD/CAM** en tratamientos que requieren aumento de la **Dimensión Vertical de Oclusión (DVO)**, evaluar su precisión y predictibilidad en comparación con los métodos convencionales, y definir las ventajas del **mock-up digital** en odontología restauradora y estética y el uso del software Nemotec.

3.1. Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda bibliográfica en la base de datos **PubMed**. Se emplearán estrategias de búsqueda estructuradas utilizando operadores booleanos (AND, OR, NOT) y términos controlados (MeSH terms) en bases de datos biomédicas. La estrategia de búsqueda incluirá combinaciones de los siguientes términos:

MeSH Terms y Palabras Clave

- “Increase Vertical Dimensión” AND “digital” AND “software”= 27 RESULTADOS
- “Vertical Dimension of Occlusion” AND “Computer-Aided Design” AND “Digital Workflow”= 8 RESULTADOS
- “Intraoral Scanners” AND “Vertical Dimension” AND “Digital Workflow”=5 RESULTADOS
- “Mock-up” OR “Digital Mock-up” OR “Diagnostic Wax-up” = 4 RESULTADOS

Criterios de inclusión y exclusión

Para garantizar la calidad y aplicabilidad de los estudios analizados, se establecieron los siguientes **criterios de inclusión**:

- Artículos publicados entre **2014 y 2024** en inglés y español.
- Estudios clínicos, ensayos controlados aleatorizados y revisiones sistemáticas sobre la aplicación de **CAD/CAM en rehabilitaciones con aumento de DVO o que describen pasos del procedimiento**.

- Investigaciones que compararan **mock-up digital y convencional**, analizando precisión, tiempo de procedimiento y satisfacción del paciente.
- Publicaciones que describieran protocolos clínicos o flujos de trabajo en el diseño de **mock-ups digitales y encerados diagnósticos**.

Los **criterios de exclusión** fueron:

- Estudios sin acceso a **texto completo** o sin metodología clara.
- Investigaciones enfocadas exclusivamente en **CAD/CAM en ortodoncia o implantología** sin relación con la rehabilitación de VDO.
- Artículos que no aportaran información cuantificable sobre precisión, predictibilidad o ventajas del **mock-up digital**.

Además, se incluyeron algunos artículos que fueron localizados por aparecer en las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados.

3.2. Metodología de Análisis

El análisis de la literatura incluirá la identificación de:

1. Ventajas y limitaciones del uso de CAD/CAM en el aumento de la VDO en comparación con métodos convencionales.
2. Análisis y comparación del protocolo clínico mediante flujo convencional versus flujo digital en casos que requieren aumento de dimensión vertical.
3. Beneficios del uso de un mock-up digital en la planificación de rehabilitaciones orales.
4. Protocolo paso a paso para la aplicación del software Nemotec® en la planificación de casos clínicos.

3.3. Desarrollo del Protocolo Clínico

Se diseñará un protocolo clínico para la aplicación de tecnología CAD/CAM en el aumento de la VDO. Este protocolo incluirá:

- Toma de registros, diagnóstico y planificación.
- Fase de preparación dentaria, provisional y toma de registros para la restauración definitiva
- Evaluación clínica de la precisión y ajuste oclusal.
- Aplicación del software Nemotec® en la planificación y seguimiento del tratamiento.

4. Análisis y evaluación de resultados

4.1. Evaluación Inicial y Planificación

Los casos de aumento de dimensión vertical pueden abordarse eficazmente mediante un flujo digital o analógico. Cada enfoque presenta ventajas e inconvenientes en distintas fases del tratamiento, desde la fase diagnóstica hasta la rehabilitación definitiva, influyendo en la precisión, predictibilidad, tiempo clínico y experiencia del paciente según el método empleado.

La fase inicial de evaluación y planificación es fundamental para garantizar un resultado exitoso en el aumento de la dimensión vertical. Durante esta etapa, se deben seguir una serie de pasos para analizar la condición actual del paciente y establecer una estrategia de tratamiento adecuada (1).

- **Historia Clínica Detallada**

La recopilación de la historia clínica es esencial para comprender el estado de salud general y oral del paciente.

Se debe indagar sobre antecedentes médicos, enfermedades sistémicas, hábitos parafuncionales como bruxismo, historial de tratamientos dentales previos. El análisis de las condiciones médicas del paciente permite analizar y entender la causa que ha llevado a la pérdida de dimensión vertical o los factores que han influido, se considera un aspecto importante ya que se considera fundamental entender la causa para tratarla y elegir la opción de tratamiento más adecuada dependiendo el tipo de problema (26). Además, es importante conocer las expectativas del paciente en cuanto a estética y función, ya que esto influirá en la planificación del tratamiento.

- **Exploración intraoral y extraoral, evaluación de la ATM y Músculos Masticatorios**

La evaluación clínica de la articulación temporomandibular y los músculos masticatorios es crucial para descartar la presencia de disfunción temporomandibular (DTM) antes de realizar un aumento en la dimensión vertical.

Los pasos recomendados incluyen: Palpación de los músculos masticatorios (masetero, temporal, pterigoideos) para detectar puntos de dolor o hipertrofia. Exploración de la ATM mediante palpación y auscultación para identificar ruidos articulares (clics o crepitaciones). Pruebas de movilidad mandibular para medir la apertura máxima, desviaciones o restricciones en los movimientos excéntricos. En caso de detectar signos de DTM, es recomendable tratar previamente estos problemas antes de proceder con la rehabilitación protésica(35).

De fundamental importancia realizar serie de radiografías periapicales, ortopantomografía y el caso que se necesita planificar implantes o evaluar de manera más detallada se tiene que realizar un cbct, además se tiene que evaluar el estado periodontal del paciente ya que la fase rehabilitadora empieza solo en el caso que la enfermedad periodontal sea estable y controlada

- **Registro Fotográfico**

La documentación visual es una herramienta fundamental en la planificación del tratamiento. Se realizan fotografías intraorales de ambas arcadas: visión oclusal y lateral en oclusión. Las fotografías extraorales son una herramienta fundamental en el análisis facial y la planificación estética de tratamientos odontológicos y prostodóncicos. Estas imágenes permiten evaluar la armonía facial, la proporción entre los dientes y las estructuras faciales, y la dinámica de la sonrisa en diferentes expresiones. A continuación, se describen los tipos de fotografías extraorales más utilizadas y su función en el análisis clínico.

- **Fotografía Frontal en Reposo**

- El paciente debe estar de pie o sentado, con la cabeza en posición natural y la mirada al frente (Fig 12).
- Se capturan imágenes con los labios en reposo para evaluar la exposición dental pasiva.
- Permite analizar la simetría facial, la alineación de los labios y la proporción entre la nariz, el mentón y los dientes.



Fig 12. Fotografía Frontal en Reposo.

○ **Fotografía Frontal con Sonrisa Natural**

- Se le pide al paciente que sonría de forma espontánea y relajada (Fig.13).
- Se evalúa la exposición dental, la línea de la sonrisa, la curvatura del labio superior y la relación con los incisivos superiores.
- Útil para determinar si se requieren cambios en la longitud de los dientes o si hay asimetrías.



Fig.13 Fotografía Frontal con Sonrisa Natural.

- **Fotografía Frontal con Sonrisa Forzada o Máxima (Fig.14).**



Fig.14 Fotografía Frontal con Sonrisa Forzada o Máxima

- **Fotografía de Perfil en Reposo**
 - Se toma con el paciente en posición natural, sin forzar la postura (Fig.15).
 - Permite analizar la relación del perfil facial, la posición del mentón, la inclinación del maxilar y la proyección de los labios.
 - Ayuda en el diagnóstico de discrepancias esqueléticas

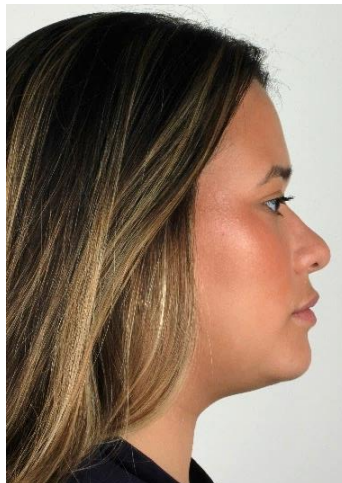


Fig.15 Fotografía de Perfil en Reposo

- **Fotografía frontal con separadores y arcadas ligeramente separadas, sin oclusión (Fig 16).**



Fig.16 Foto con separadores.

- **Fotografía de Perfil con Sonrisa (Fig.17)**

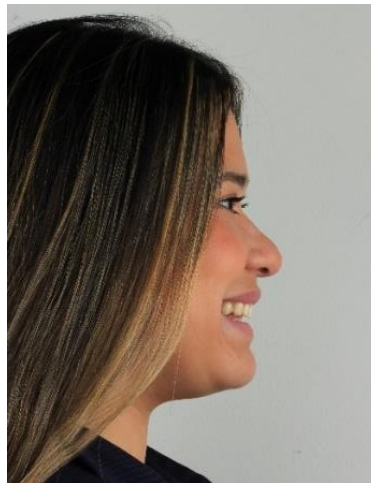


Fig.17 Fotografía de Perfil con Sonrisa

- Se captura el perfil del paciente mientras sonríe de manera natural.
- Se observa la armonía entre labios, dientes y tejidos blandos en movimiento.
- Útil para evaluar si el soporte labial es adecuado.

- **Fotografía a 45° (Tres Cuartos)**

- Se realiza con el paciente girado 45 grados con respecto a la cámara (Fig.18).

- Permite evaluar la proyección de los labios y la relación entre las estructuras faciales desde una perspectiva intermedia.



Fig. 18 Fotografía a 45°

- Obtención de modelo de estudio: escaneo Digital intraoral o impresión convencional

En el caso que se desarrolla un flujo digital el modelo de estudio se obtiene mediante el escaneo digital intraoral es una herramienta fundamental en el protocolo de aumento de dimensión vertical (ADV), ya que permite obtener registros precisos de la relación oclusal y la estructura dental sin recurrir a las impresiones tradicionales (43). En este contexto, el registro de mordida se realiza en **relación céntrica (RC)** para garantizar estabilidad y funcionalidad en la nueva dimensión vertical propuesta(18).

Antes de realizar cualquier modificación en la dimensión vertical, se obtiene un escaneo completo de la arcada superior e inferior en su estado original, siguiendo siempre las recomendaciones del fabricante en cuanto a las condiciones y patrón de escaneo recomendados. Posteriormente, se registra la mordida en **relación céntrica**, ya que esta posición condilarmente estable es el punto de referencia ideal para aumentar la dimensión vertical sin comprometer la función de la articulación temporomandibular (ATM)(8).

Para lograr esto:

- Se utiliza una técnica de desprogramación muscular con un jig de Lucia, placas de mordida o férulas de desprogramación previas.
- Una vez que el paciente ha sido desprogramado, se guía suavemente la mandíbula hasta la posición de **relación céntrica**.
- Se registra la mordida en RC mediante un escaneo dinámico o mediante registros adicionales con materiales como silicona de mordida o cera, que luego se digitalizan.

En el caso que se realice una impresión convencional para obtener el modelo de estudio, se utilizan como materiales de impresión alginato o silicona de adición. Una vez obtenido el modelo de escayola, se monta en un articulador semiajustable utilizando un arco facial para transferir la relación craneomaxilar. La relación céntrica se registra como explicado anteriormente y se introduce en el articulador mediante registros en cera o silicona. Este montaje en articulador permite realizar un análisis oclusal y también un encerado diagnóstico manual para evaluar el aumento de dimensión vertical (60).

Desde el punto de vista clínico, el flujo digital ofrece numerosas ventajas(43). La obtención del modelo de estudio mediante escaneo intraoral permite una mayor precisión en los registros, eliminando errores comunes de distorsión o expansión que suelen presentarse en modelos de escayola. Asimismo, la integración directa con los softwares de diseño y planificación facilita una conexión fluida entre diagnóstico, diseño del tratamiento y comunicación con el laboratorio. Esta digitalización progresiva del proceso clínico también se traduce en un ahorro considerable de tiempo tanto en clínica como en laboratorio, permitiendo una mayor eficiencia operativa(46). Sin embargo, este enfoque implica una curva de aprendizaje técnica y requiere una inversión inicial significativa en equipos y programas informáticos, lo cual puede representar una barrera de entrada para algunas clínicas o profesionales(43). Por su parte, el enfoque convencional continúa siendo una metodología válida y confiable, especialmente en contextos donde no se dispone de tecnología digital avanzada. Esta técnica, ampliamente documentada en la literatura, permite una manipulación manual directa del modelo físico, lo que puede ser ventajoso para algunos clínicos con gran experiencia en flujos analógicos. No

obstante, el flujo convencional presenta una mayor susceptibilidad a errores acumulativos, derivados de la expansión de la escayola, la distorsión del material de impresión o un montaje incorrecto en el articulador. Además, suele implicar procesos más largos y una mayor dependencia del técnico de laboratorio, lo que puede afectar la eficiencia general del tratamiento(60).

- **Determinación de la Dimensión Vertical Perdida y su Posible Aumento**

Una vez obtenidos los registros iniciales, se debe determinar la cantidad de dimensión vertical que se ha perdido y evaluar cuánto puede ser restaurado sin generar incomodidad o disfunción. Existen varios métodos clínicos y digitales para esta evaluación.

En una rehabilitación oral completa, es esencial definir primero la posición de los dientes anteriores y luego restaurar los posteriores para garantizar una función adecuada(41). La guía anterior con desoclusión posterior en los movimientos laterales es clave para evitar fallos tempranos en las restauraciones.

Para ello, se utilizan los principios del diseño de sonrisa para ubicar correctamente el borde incisal de los incisivos centrales. Esto se puede hacer directamente en la boca con una prueba en resina compuesta, mediante un análisis digital con fotos y una regla calibrada, o midiendo directamente al paciente. Una vez definido el borde incisal, se establece la proporción ideal de los incisivos centrales, con una relación ancho-largo cercana al 80%.

Siguiendo la Proporción Áurea, se encera con software de diseño digital el resto de los dientes anteriores. Se realiza tras un escaneado del paciente con una mordida en relación céntrica, obtenida con manipulación bimanual. Si se aumenta de 3 mm la longitud de los incisivos centrales y abrir la dimensión vertical posterior en aproximadamente 1 mm (41).

Existen diversos métodos para registrarla en pacientes dentados, que se agrupan en dos categorías: fisiológicos (subjetivos) y mecánicos (objetivos) (9). Los métodos fisiológicos incluyen la posición de reposo mandibular, la deglución y la fonética.

Estos se basan en la observación del comportamiento natural de la mandíbula y los músculos durante actividades como hablar o tragar, aunque pueden ser afectados por factores individuales como el estrés o la postura. En cambio, los métodos mecánicos se basan en mediciones objetivas. Destacan el uso del método de tercios faciales de Willis, el análisis fotográfico y las radiografías cefalométricas. También se menciona el método pre-extracción, aplicable cuando la dentición aún está presente y funcional. Dado que no existe un método único universalmente aceptado, se recomienda combinar varias técnicas para mejorar la precisión del diagnóstico, considerando siempre las características individuales del paciente (5).

En el enfoque analógico descrito por Mallat(21,22) , este proceso se inicia igualmente con la determinación del borde incisal ideal, evaluando la exposición dentaria en reposo. Esta información se traslada a un modelo de escayola montado en articulador semiajustable anteriormente obtenido como explicado. Se utilizan registros en RC obtenidos con jig de Lucia para montar los modelos, y se establece el aumento de la dimensión vertical elevando el pin incisal del articulador. Sobre este montaje se realiza un encerado diagnóstico en cera que respeta la guía anterior y la desoclusión posterior.

El flujo digital ofrece la posibilidad de planificar con alta precisión los cambios necesarios, permitiendo simular digitalmente los resultados y reduciendo el número de ajustes clínicos. Además, permite integrar parámetros estéticos, funcionales y anatómicos en un mismo entorno de diseño como la integración de fotografías, escaneados faciales y cbct para realizar un posible aumento de dimensión vertical más personalizado y predecible(52). Por el contrario, aunque el método convencional implica un mayor número de pasos manuales y una mayor dependencia de la habilidad del operador, permite un control directo del proceso y continúa siendo ampliamente utilizado y validado por la experiencia clínica. No obstante, presenta mayores riesgos de error acumulativo y puede resultar más laborioso y lento en comparación con el entorno digital (23).

4.2. Pruebas Diagnósticas y Funcionales

En el marco de una rehabilitación oral compleja con aumento de la dimensión vertical oclusal (DVO), la etapa diagnóstica no solo se basa en métodos tradicionales explicados anteriormente, sino que incorpora herramientas digitales avanzadas que permiten una mayor precisión en la planificación, evaluación funcional y comunicación con el paciente(24).

- Registro digital de la mordida: el sistema T-Scan®

Una de las tecnologías más relevantes para el análisis de la oclusión dinámica es el sistema T-Scan®, una herramienta computarizada que registra en tiempo real la intensidad, duración y distribución de las fuerzas oclusales durante los contactos dentales. A diferencia del papel de articular, el T-Scan® proporciona datos cuantificables y gráficos tridimensionales, permitiendo detectar contactos prematuros, áreas de sobrecarga y desequilibrios oclusales que podrían afectar la longevidad de las restauraciones o generar disfunciones musculares o articulares(48). Para evaluar la oclusión inicial y detectar posibles interferencias, para validar la estabilidad y simetría de la oclusión en mock-ups o restauraciones provisionales, al final se puede usar también para ajustar la oclusión después de la colocación definitiva de las restauraciones.

- Evaluación previa mediante Diseño de Sonrisa Digital (DSD)

El Digital Smile Design (DSD) es una metodología innovadora que permite analizar, planificar y previsualizar estéticamente el resultado final de una rehabilitación mediante el uso de fotografías extraorales, intraorales y escaneos digitales. Esta herramienta proporciona una evaluación integral del rostro, la sonrisa, los tejidos y las proporciones dentales, y facilita una comunicación visual clara entre el clínico, el paciente y el laboratorio(53).

El protocolo DSD permite: Trazar líneas de referencia horizontales y verticales en base a estructuras faciales (línea bipupilar, nariz, mentón). Evaluar la simetría de la sonrisa y la proporción dental ideal respecto a las líneas faciales. Integrar el diseño con softwares CAD/CAM para producir encerados diagnósticos y mock-ups(52). Además de guiar el tratamiento, involucra activamente al paciente en el proceso de toma de decisiones, aumentando su satisfacción y su comprensión del tratamiento propuesto(23).

- Mock-up y evaluación funcional

El mock-up digital es una herramienta clave para la validación funcional y estética en el aumento propuesto de la DVO. Consiste en una reproducción intraoral del diseño final mediante la impresión del diseño digital realizado previamente con softwares como Nemotec®. Según Fabbri et al.(55), el mock-up de toda la boca permite simular dinámicamente el resultado final, evaluar la fonética, las guías oclusales y la adaptación neuromuscular antes de realizar cualquier intervención irreversible. Esta técnica es completamente reversible y puede mantenerse en boca durante varias semanas, permitiendo al clínico:

- Observar la tolerancia muscular y articular a la nueva posición mandibular.

- Ajustar detalles estéticos y funcionales antes de empezar con las restauraciones definitivas.

- Validar el espacio restaurador disponible sin tallado invasivo.

Por otro lado, estudios como el de Cattoni et al(54). demostraron que el uso de mock-ups digitales fabricados por sistemas CAD-CAM mejora la precisión del resultado final, reduce los errores operatorios y optimiza la comunicación con el paciente. Estos mock-ups se imprimen a partir de archivos STL generados por software de diseño 3D (3D-DSP), y luego se prueban intraoralmente como guía visual y funcional.

La combinación de tecnologías como el T-Scan®, el DSD y los mock-ups digitales ofrece una forma innovadora, predecible y mínimamente invasiva de planificar y validar rehabilitaciones orales complejas. Estas herramientas permiten una evaluación objetiva de la oclusión, una visualización previa realista del resultado final, y una mayor participación del paciente en la toma de decisiones, aspectos que hoy en día son esenciales para el éxito clínico y la satisfacción del paciente(24).

En el enfoque convencional, el encerado diagnóstico se realiza sobre modelos de escayola obtenidos a partir de impresiones con alginato o siliconas de adición, montados en articuladores semiajustables con transferencia mediante arco facial como anteriormente explicado. Una vez realizados los registros en relación céntrica, se modela en cera la nueva morfología dental, iniciando por los incisivos centrales superiores, con base en criterios estéticos previamente definidos en

clínica(55). Este encerado permite evaluar visual y funcionalmente la nueva dimensión vertical propuesta, así como establecer la guía anterior y la trayectoria oclusal de los movimientos mandibulares.

Posteriormente, se elabora una llave de silicona a partir del encerado diagnóstico. Esta llave se llena con resina bisacrílica o acrílica de automezcla, y se transfiere a la boca del paciente para crear el mock-up clínico. Este procedimiento permite evaluar directamente en el entorno oral la estética, la fonética y la tolerancia neuromuscular del paciente, replicando fielmente el diseño del encerado diagnóstico igualmente sin necesidad de preparación dental previa(23).

Ambos métodos digital y convencional comparten el objetivo de prever el resultado estético y funcional antes de proceder con el tratamiento definitivo, sin embargo, difieren significativamente en su ejecución, considerando el método convencional más complejo.

Se define motivacional el mock up que se enseña al paciente y permite de previsualizar en la mayoría de los casos el resultado estético final. El método digital, mediante DSD y mock-ups CAD/CAM impresos en 3D, destaca por su capacidad de previsualización virtual, rapidez en la producción de pruebas clínicas y facilidad para realizar modificaciones en tiempo real. Esta precisión digital favorece una planificación más integrada con otras herramientas tecnológicas como el T-Scan® o el CBCT, y mejora notablemente la comunicación con el laboratorio y el propio paciente(53).

Por su parte, el método convencional conserva ventajas en términos de sensibilidad táctil y control manual del proceso, especialmente valorado por profesionales con gran experiencia en flujo analógico. No obstante, requiere más tiempo de ejecución, múltiples pasos interdependientes y una elevada habilidad técnica en laboratorio, factores que aumentan el riesgo acumulativo de error(23). Además, los ajustes en el mock-up requieren rehacer parcial o totalmente la llave o el encerado, lo que limita su versatilidad respecto al mock-up digital. Mientras el flujo digital aporta eficiencia, reproducibilidad y comunicación optimizada, el flujo convencional sigue siendo una alternativa válida y eficaz cuando se ejecuta

con precisión, especialmente en contextos donde el acceso a tecnología digital es limitado (54).

Tanto en el flujo de trabajo digital como el convencional tras la fase diagnóstica y del mock up resulta imprescindible una fase diagnóstica funcional previa al tratamiento definitivo. En este contexto, el uso de restauraciones provisionales realizadas con resinas compuestas, aplicadas mediante técnicas de inyección o compactación, ha demostrado ser una herramienta valiosa, mínimamente invasiva y completamente reversible. Estas técnicas permiten simular el aumento de la DVO y evaluar, durante un período determinado, la adaptación neuromuscular, articular, funcional y estética del paciente a su nueva posición mandibular. La técnica de composite inyectado, también conocida como injection molding technique, ha sido ampliamente estudiada y documentada en la literatura reciente. Esta técnica se basa en el uso de una matriz de silicona transparente, obtenida a partir de un encerado diagnóstico (analógico o digital), que se posiciona sobre los dientes del paciente. Luego, se inyecta una resina compuesta fluida, que se fotopolimeriza en boca, reproduciendo con alta fidelidad el diseño protésico propuesto(61). Otra opción, la técnica de composite compactado sigue un enfoque más manual. Consiste en aplicar composite híbrido directamente dentro una guía de silicona derivada de un mock-up previo. Aunque demanda mayor destreza clínica y tiempo operatorio, permite ajustes individualizados y un control detallado de la anatomía y la oclusión. En ambos casos, las restauraciones pueden mantenerse en boca durante varias semanas, con el objetivo de monitorear la tolerancia del paciente a la nueva dimensión vertical y realizar los ajustes necesarios antes de pasar a una rehabilitación definitiva (18). Según los artículos de Abduo(18) y Moreno(35), el tiempo recomendado para mantener el aumento tentativo antes de iniciar el tratamiento definitivo varía y depende de la adaptación individual del paciente. Abduo (18) sugiere un periodo mínimo de prueba de 2 a 6 semanas, suficiente para evaluar la comodidad y adaptación sin síntomas adversos persistentes. Por su parte, Moreno (35) refieren que el sistema estomatognático presenta una alta capacidad de adaptación a cambios moderados en la DVO (aumentos menores a 5 mm), y que síntomas transitorios como molestias musculares suelen

resolverse en pocos días. Ambos autores coinciden en que las restauraciones definitivas deben iniciarse solo después de observar una adaptación clínica estable.

Lo más frecuente en la práctica clínica es realizar este procedimiento mediante una técnica directa-indirecta, que integra las ventajas del flujo digital con los métodos convencionales, como explicado anteriormente. Esta combinación ofrece un equilibrio entre precisión digital, economía de recursos y adaptabilidad clínica.

Sin embargo, gracias al avance de la tecnología digital, también es posible realizar este proceso de forma completamente digital, mediante la impresión directa de restauraciones provisionales diseñadas virtualmente. Esta opción, aunque menos común por ahora, representa una alternativa innovadora que podría ganar popularidad en el futuro a medida que los materiales y las impresoras 3D sigan evolucionando, permitiendo mayor precisión, rapidez y una reproducción fiel del diseño original sin pasos intermedios(54).

Este enfoque integral, que combina diagnóstico funcional, herramientas digitales y técnicas restauradoras reversibles, se ha consolidado como un estándar en odontología restauradora contemporánea. No solo mejora la calidad del tratamiento, sino que también refuerza la comunicación entre el equipo clínico, el laboratorio y el paciente, contribuyendo al éxito global de la rehabilitación oral. Como descrito por Fabbri et al.(55) desarrollan la técnica del full-mouth mock-up, esta técnica se puede mantener activa durante periodos prolongados para observar la estabilidad funcional del nuevo esquema oclusal, validando así la viabilidad clínica del aumento de DVO. Asimismo, durante este tiempo de observación, herramientas como el sistema T-Scan pueden ser empleadas para monitorear la distribución de fuerzas oclusales y detectar interferencias o desequilibrios que puedan comprometer la adaptación del paciente. Este tipo de análisis dinámico en tiempo real proporciona datos precisos sobre el comportamiento funcional de las restauraciones temporales, permitiendo optimizar ajustes y mejorar la predictibilidad del tratamiento final.

En conjunto, el uso de resinas compuestas provisionales, tanto inyectadas como compactadas, representa una herramienta indispensable para validar clínicamente un aumento de la dimensión vertical. Su carácter reversible, su capacidad de ajuste y su bajo nivel de invasividad permiten que el tratamiento restaurador definitivo se realice con un alto grado de seguridad, funcionalidad y aceptación por parte del paciente.

4.3.Rehabilitación Definitiva

Una vez que el paciente ha superado la fase diagnóstica y de adaptación a la nueva Dimensión Vertical Oclusal (DVO), mediante restauraciones provisionales como mock-ups o resinas compuestas inyectadas— y se ha validado la tolerancia neuromuscular, articular y funcional, se procede a la etapa definitiva del tratamiento restaurador. Esta última fase comprende el escaneo final, que se realiza con las restauraciones directas que el paciente ha llevado durante el periodo de prueba, para pedir los provisionales de laboratorio. El laboratorio diseñara los provisionales teniendo en cuenta las restauraciones directas y funcionalmente adaptadas durante el periodo de prueba.

El diseño digital de las restauraciones y la cementación definitivas está profundamente ligado a la elección criteriosa del material restaurador. Esta decisión debe basarse en parámetros como el grado de desgaste dental previo, la cantidad de estructura dentaria remanente, la presencia de hábitos parafuncionales como el bruxismo, la necesidad de estética o translucidez, y los objetivos funcionales del tratamiento. En este punto, el consenso internacional de Ioannidis et al. (63) proporciona recomendaciones claras y actualizadas basadas, tanto las restauraciones directas como las indirectas son clínicamente viables para la rehabilitación de denticiones desgastadas con aumento de DVO. La elección del enfoque debe estar guiada por la cantidad de estructura dental perdida y las metas clínicas específicas:

- En casos de **desgaste moderado**, las **restauraciones directas con composites microhíbridos o nanohíbridos** son altamente recomendadas por su carácter mínimamente invasivo, su reversibilidad y su capacidad para ser ajustadas de forma

progresiva. Esto las convierte en una excelente herramienta diagnóstica y funcional en fases provisionales prolongadas o en pacientes con limitaciones económicas.

- Cuando el tratamiento es definitivo y la **pérdida de estructura dentaria es extensa hay que elegir una restauración de recubrimiento total**. El disilicato de litio, en particular, su uso en sectores anteriores es preferido por su estética superior, aunque también puede aplicarse en regiones posteriores, siempre que se respete un espesor mínimo de 1 mm en la superficie oclusal. En situaciones donde se busca un equilibrio entre resistencia funcional y mínima invasividad, el artículo también destaca los materiales híbridos como los composites CAD/CAM y las redes cerámicas infiltradas en polímero (PICN). Estos ofrecen buena absorción de las cargas masticatorias y requieren menor reducción estructural, siendo especialmente útiles en pacientes con riesgo de fractura o bruxismo.

Durante esta fase, la técnica de **cementación adhesiva** cobra una importancia decisiva. En el caso de restauraciones en disilicato de litio, se recomienda realizar una cementación adhesiva completa tras grabado con ácido fluorhídrico y silanización interna (64). En el sustrato dentario, se aplica grabado selectivo y un sistema adhesivo compatible. En restauraciones de zirconia monolítica, el protocolo debe incluir arenado con óxido de aluminio y la aplicación de primers con MDP, aunque también puede optarse por cementación convencional según el diseño del tallado(65).

Finalmente, el ajuste oclusal dinámico debe realizarse con precisión, garantizando una guía anterior eficaz y desoclusión posterior en movimientos excéntricos. Para ello, es ideal contar con herramientas digitales como el sistema T-Scan© (48), que permite visualizar y equilibrar la distribución de las fuerzas oclusales.

En el caso que el tratamiento sea realizado con un flujo de trabajo convencional se tendría que realizar una impresión en alginato , un montaje en articulador y

un registro oclusal en relación céntrica para pedir el provisional al laboratorio. Una vez recibido el provisional se realiza el tallado y impresión con silicona de adición para pedir las pruebas y la restauración definitiva en misma manera descrita anteriormente.

4.4.Seguimiento y Control

La fase de seguimiento tras una rehabilitación con aumento de la Dimensión Vertical Oclusal (DVO) es determinante para consolidar los resultados funcionales, estéticos y estructurales obtenidos durante el tratamiento. Dado que el sistema estomatognático necesita tiempo para adaptarse a una nueva posición mandibular, es fundamental establecer un protocolo de control clínico que permita intervenir precozmente ante cualquier signo de disfunción o mala adaptación. Dentro de esta fase, la férula de descarga tipo Michigan ocupa un rol central como herramienta de protección, estabilización oclusal y control neuromuscular. Esta férula rígida, generalmente confeccionada en resina acrílica transparente, se diseña para cubrir la arcada superior, adaptándose de forma íntima a las superficies oclusales, con contactos uniformes en MI y desoclusión completa en movimientos excursivos(66). Su objetivo es doble: por un lado, proteger las restauraciones frente a las fuerzas parafuncionales y por otro, favorecer la relajación muscular y estabilizar las articulaciones temporomandibulares. El uso nocturno de la férula Michigan es especialmente recomendable, ya que durante el sueño se produce la mayor parte de la actividad parafuncional involuntaria. Su uso continuo permite reducir la hiperactividad muscular, prevenir el desgaste prematuro de las restauraciones y evitar recaídas en la posición mandibular anterior. Además, en pacientes con antecedentes de trastornos temporomandibulares, actúa como un elemento de diagnóstico diferencial, ayudando a determinar si los síntomas están relacionados con el nuevo esquema oclusal o con un cuadro funcional preexistente(66).

4.5.Propuesta de protocolo clínico para Aumento de Dimensión Vertical

A continuación, se presenta una propuesta de protocolo clínico para los tratamientos con de aumento de dimensión vertical mediante flujo de trabajo totalmente digital, aplicable en el marco del Máster de Prótesis, Implantoprótesis y Estética Dental de la Clínica Universitaria Odontológica (CUO) de la Universidad Europea de Madrid, apoyado en la documentación de un caso clínico realizado en dicha clínica universitaria.

4.5.1. Historia Clínica Detallada

- **Objetivo:** Conocer el estado de salud general y oral del paciente para comprender las causas y factores que han llevado a la pérdida de la dimensión vertical.
- **Pasos:**
 1. Recopilar antecedentes médicos del paciente.
 2. Indagar sobre enfermedades sistémicas, hábitos parafuncionales (como bruxismo), y tratamientos dentales previos.
 3. Preguntar sobre las expectativas del paciente en cuanto a estética y función, ya que esto influirá en la planificación del tratamiento.

4.5.2. Exploración Intraoral y Extraoral

- **Objetivo:** Evaluar la articulación temporomandibular (ATM) y los músculos masticatorios para asegurarse de que no haya disfunción temporomandibular (DTM).
- **Pasos:**
 1. Palpación de los músculos masticatorios (masetero, temporal, pterigoideos) para detectar puntos de dolor o hipertrofia.
 2. Evaluación de la ATM mediante palpación y auscultación para identificar ruidos articulares (clics o crepitaciones).
 3. Realización de pruebas de movilidad mandibular (apertura máxima, desviaciones o restricciones en movimientos excéntricos).

4. Si se detectan signos de DTM, tratarlos antes de proceder con el tratamiento protésico.
5. Radiografías periapicales (Fig.19)

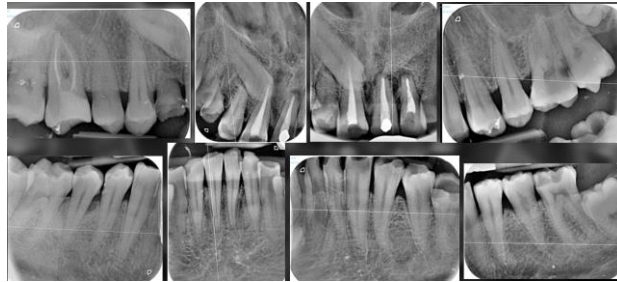


Fig.19 Radiografías periapicales.

6. Ortopantomografía (Fig.20)



Fig.20 Ortopantomografía

7. Si es necesario, una tomografía computarizada (CBCT) (Fig.21)

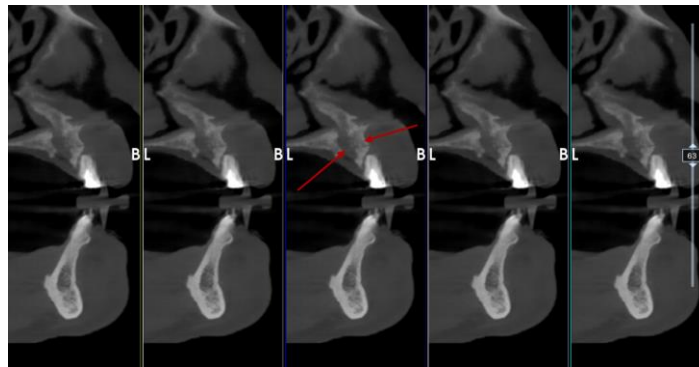


Fig.21 CBCT

4.5.3. Registro Fotográfico

- **Objetivo:** Utilizar fotografías extraorales, intraorales y grabar videos para analizar la armonía facial y la proporción entre los dientes y las estructuras faciales.
- **Pasos:**
 1. **Fotografía Frontal en Reposo:** Capturar imágenes con los labios en reposo para evaluar la exposición dental pasiva y simetría facial (Fig.22).

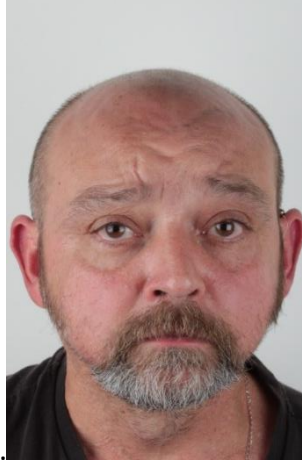


Fig. 22 Fotografía Frontal en Reposo.

2. **Fotografía Frontal con Sonrisa Natural:** Evaluar la exposición dental, la línea de la sonrisa y la relación con los incisivos superiores (Fig 23).



Fig.23 Fotografía Frontal con Sonrisa Natural.

3. **Fotografía Frontal con Sonrisa Forzada:** Evaluar la altura gingival visible y la relación entre dientes y marco labial (Fig 24).



Fig.24 Fotografía Frontal con Sonrisa Forzada

4. **Fotografía de Perfil en Reposo:** Analizar la relación del perfil facial y la posición del mentón y maxilar (Fig.25).



Fig.25 Fotografía de Perfil en Reposo

5. **Fotografía de Perfil con Sonrisa:** Evaluar la armonía entre labios, dientes y tejidos blandos en movimiento (Fig. 26).



Fig.26 Fotografía de Perfil con Sonrisa.

6. Fotografía a 45°: Evaluar la proyección de los labios y la relación facial desde una perspectiva intermedia (Fig.27).



Fig.27 Fotografía a 45°

7. Fotografías intraorales:

-Visión frontal (Fig. 28)



-Visión lateral derecha (Fig.29)



-Visión lateral izquierda (Fig.30)



-Visión oclusal superior (Fig. 31)



-Visión Oclusal inferior (Fig.32)



4.5.6. Escaneo Digital Intraoral

- **Objetivo:** Obtener modelo de estudio mediante escáner intraoral. Actualmente la CUO dispone de varios Trios 3® (3Shape), una PrimeScan®(Dentsply) y un Itero® (Align).

- **Pasos:**

1. Realizar un escaneo de la arcada superior e inferior en su estado original usando el protocolo de escaneo según el tipo de escáner utilizado.

-Protocolo escaneo Trios 3shape© (Fig.33)



Fig.33 Protocolo de escaneo según Trios 3Shape©

2. Registrar la mordida en máxima intercuspación.

4.5.6. Determinación de la Dimensión Vertical Perdida y su Posible Aumento

- **Objetivo:** Evaluar la cantidad de dimensión vertical que se ha perdido y cuánto puede ser restaurado sin causar incomodidad según los parámetros estéticos (Fig.34).

- **Pasos:**

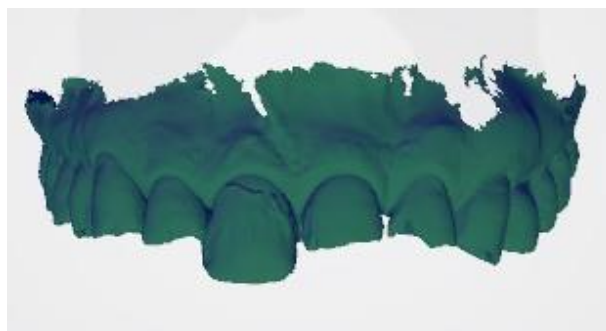


Fig.34 Aumento determinado por parámetro estético del incisivo central.

1. Determinar la posición de los bordes incisales de los dientes anteriores y restaurar los posteriores para garantizar una función adecuada.
2. Utilizar los principios del diseño de sonrisa para ubicar correctamente el borde incisal de los incisivos centrales.

3. Definir la proporción ideal de los incisivos centrales con una relación ancho-largo cercana al 80%.
4. Registrar la oclusión de las arcadas con un aumento tentativo de de la DVO según el tamaño del incisivo superior. Para ello, será necesario abrir un nuevo caso en el escáner (Trios 3©, Itero©) o añadir otro catálogo (Primescan©). Podemos registrar dicho aumento mediante el contacto de las arcadas en oclusión con el incisivo una vez restauradas con composite sus dimensiones ideales, o bien utilizar un jig de lucía y/o ceras o siliconas de mordida (Fig. 35).

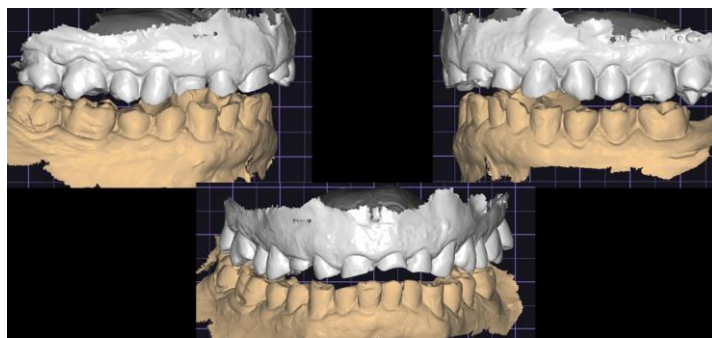


Fig.35 Modelo digital del paciente con aumento de DVO en RC.

4.5.7. Pruebas Diagnósticas

- **Objetivo:** Incorporar herramientas digitales avanzadas para planificar y evaluar la rehabilitación oral de manera precisa.
- **Pasos:**
 1. **Sistema T-Scan©:** Analizar la intensidad, duración y distribución de las fuerzas oclusales durante los contactos dentales en tiempo real.
 2. **Diseño de Sonrisa Digital (DSD) y encerado virtual:** Usar fotografías y escaneos digitales para analizar la simetría de la sonrisa y la proporción dental ideal. A continuación, la creación de un encerado digital mediante Nemostudio©.

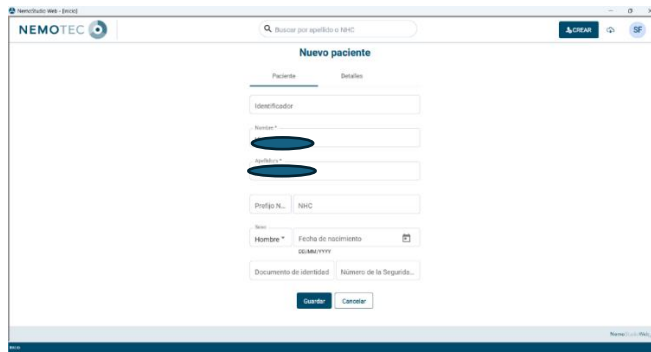


Fig.36 Registro de los datos del paciente

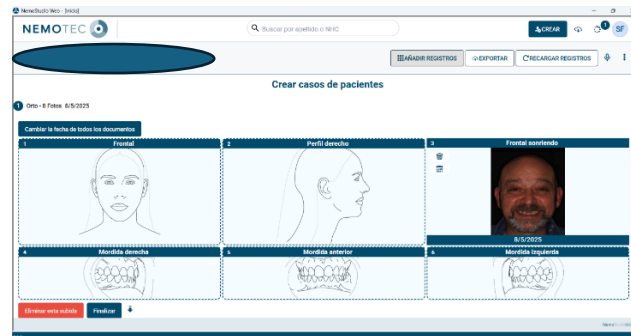


Fig.37 Integración con fotos extraorales del paciente

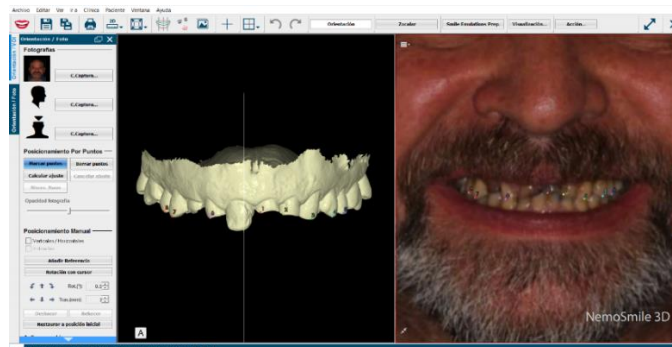


Fig.38 Alineación del modelo con puntos faciales.

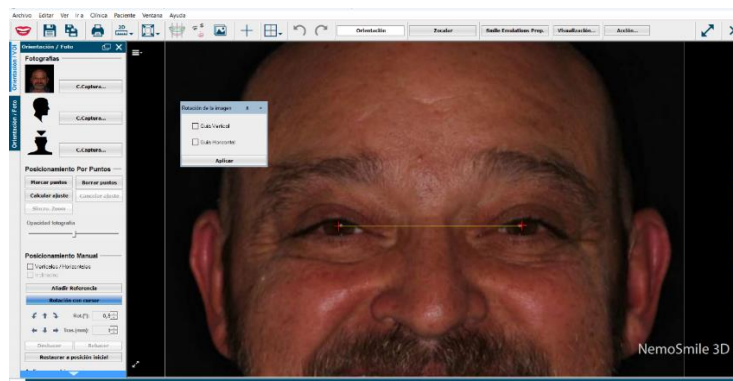


Fig. 39 Alineación del plano oclusal paralelo con el plano bipupilar.

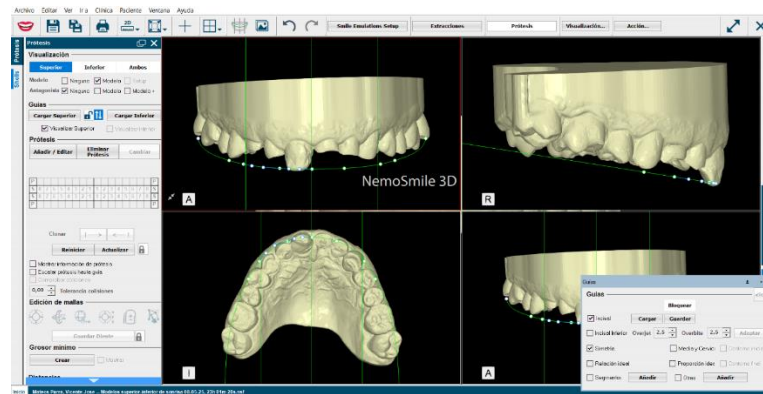


Fig.40 Elección de la longitud del tamaño de los nuevos dientes.

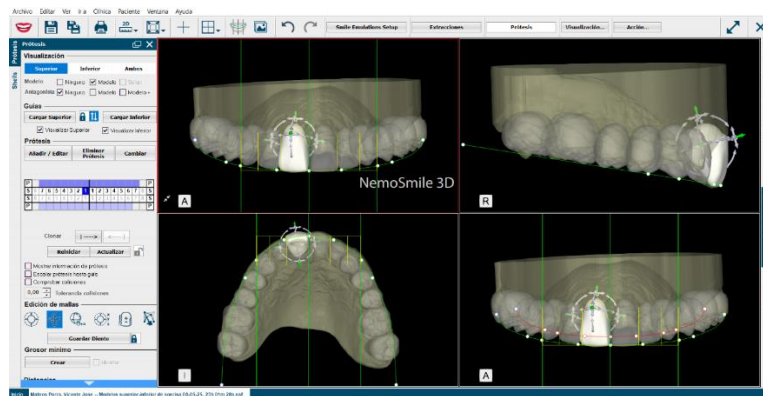


Fig.41 Alineación de los dientes en el plano.

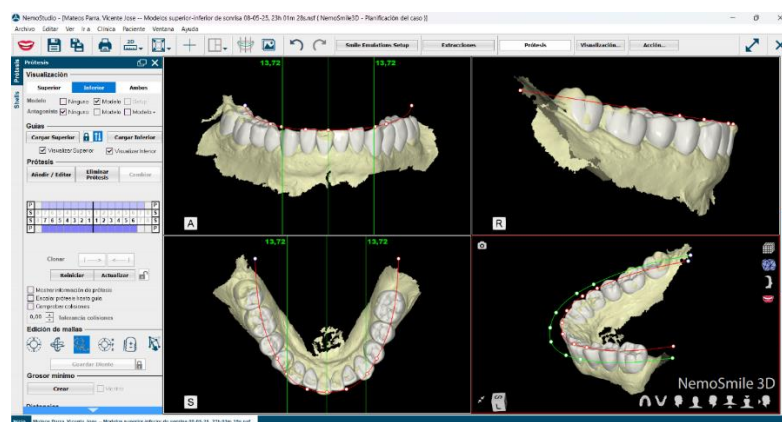


Fig.42 Alineación de los dientes en el plano.

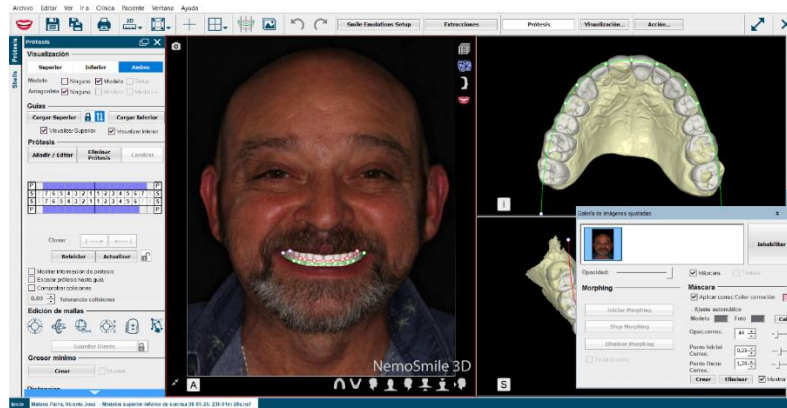


Fig.43 Comprobación del encerado integrando la foto extraoral, evaluación de los parámetros estéticos según los parámetros faciales.

4.5.8. Mock-up y evaluación funcional

Validar la estética y funcionalidad de la DVO a través de un diseño digital reproducido intraoralmente. Se puede obtener en diferentes maneras:

- **Mock digital**

Se imprime el mock up y se comprueba directamente (Fig.44).



Fig.44 Mock up digital impreso

- **Mock-up convencional**

Se imprime el modelo digital obtenido tras el encerado, se realiza la llave de silicona de adición y bisacrílico(Fig.45).

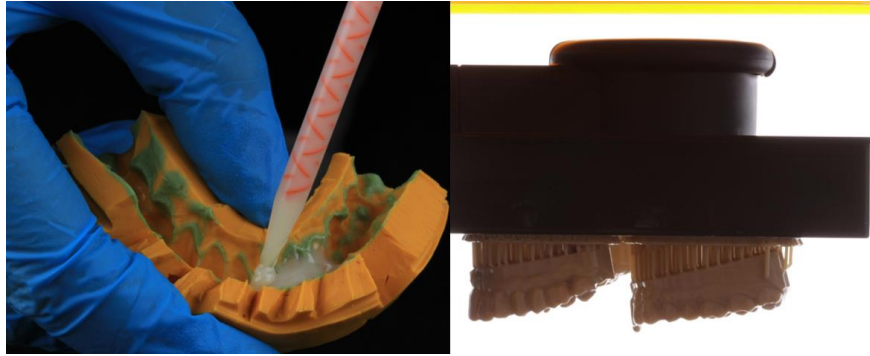


Fig.45 Modelo impreso con el encerado, colocación de resina bisacrílica dentro de la llave.



Fig.46 Mock up obtenido mediante llave de silicona y resina bisacrílica.

4.5.9. Fase Provisional

- **Objetivo:** Validar la tolerancia del paciente a la nueva dimensión vertical antes de proceder con el tratamiento definitivo.
- **Pasos:** En este caso, se ha realizado la compactación de composite híbrido en los sectores posteriores mediante el uso de llave transparente de silicona.
 - Realizar llaves de siliconas transparentes obtenidas mediante modelos impresos donde solo se deben encerar los sectores posteriores para obtener un correcto asentamiento de la llave durante el proceso (Fig.47)

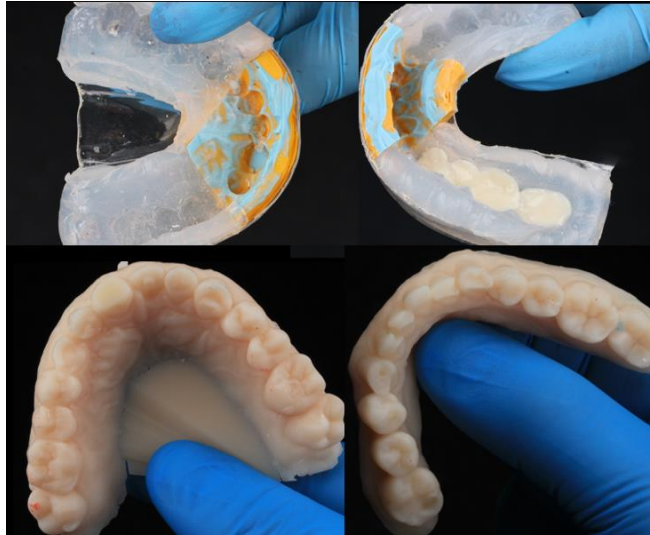


Fig.47 Llaves de silicona transparente con composite hibrido obtenidas con los modelos impresos donde se realiza un encerado solo del sector posterior.

Colocación de las resinas compuestas aplicadas mediante técnicas de inyección o compactación (Fig.48). Se debe realizar una adhesión parcial de las caras oclusales de los dientes para facilitar la remoción en la segunda fase del tratamiento.



Fig.48 Compactación del composite mediante llave de silicona transparente a la nueva DVO.

4.5.10. Rehabilitación Definitiva

- **Objetivo:** Proceder a la etapa definitiva del tratamiento utilizando herramientas digitales para realizar un tallado lo más conservador posible y mantener la dimensión vertical establecida durante la primera fase del tratamiento.
- **Pasos:**
 - Tras el período diagnóstico (2-4 semanas) dependiendo de la cantidad de aumento de DVO, cuanto más milímetro se aumenta más tiempo hay que esperar para comprobar la adaptación del paciente.

Se realiza un escaneo del aumento de dimensión realizado en boca, para registrar los posibles desgastes que se hayan producido por la funcionalización de estos durante dicho período.

- Elegir el material adecuado para las restauraciones, considerando la estética, la funcionalidad y el desgaste dental previo.
- Tallado mediante el uso de guías de tallados digitales y/o la herramienta “patient monitoring” presente en el escaner Trios© (Fig.49), permite de visualizar mediante un corte sagital la superposición del escaneado del mock up funcionalizado junto con el diente para guiar a la hora de preparar los dientes.

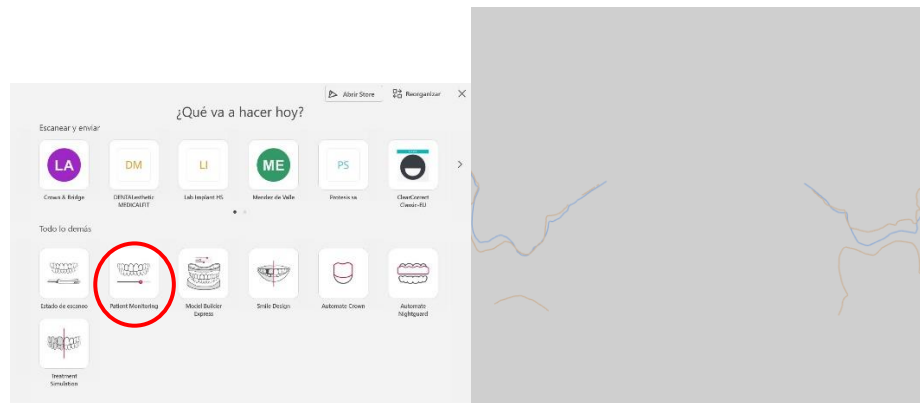


Fig.49 Patient monitoring del escáner Trios©, permite de obtener un corte sagital de los dientes en color azul el mock-up y en amarillo el escaneado inicial.

- Las guías de tallado realizada con el software de diseño Nemotec ©(Fig.51, Fig.56) e impresas son fundamentales para realizar un tallado conservador posible teniendo en cuenta el tipo de material restaurador que se va a utilizar. El tallado se realiza en sectores para no perder la dimensión vertical establecida. A continuación, los pasos para realizar una guía de tallado digital con el software de diseño Nemotec©.

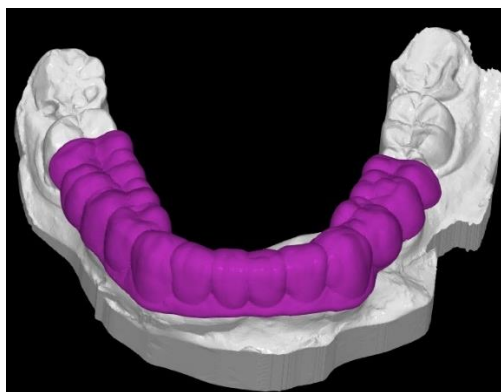


Fig.50 Se recubren los dientes anteriores encerados y los posteriores donde apoya la guía.

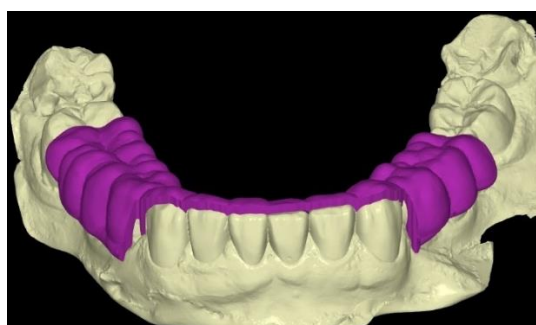


Fig.51 Se elimina la cara vestibular, y se obtiene una guía para comprobar espesor mínimo por incisal.

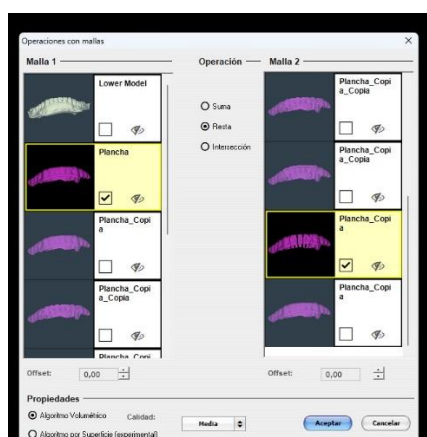


Fig.52 Tramite algoritmo volumétrico se modifica la malla inicial restando algunas zonas donde se va a realizar el tallado.

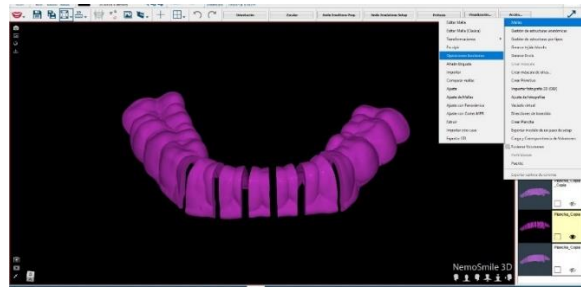


Fig.53 Se obtiene esta plancha.



Fig.54 Tramite algoritmo volumétrico se obtiene parte de la guía para comprobar espesor mínimo de la cara vestibular.

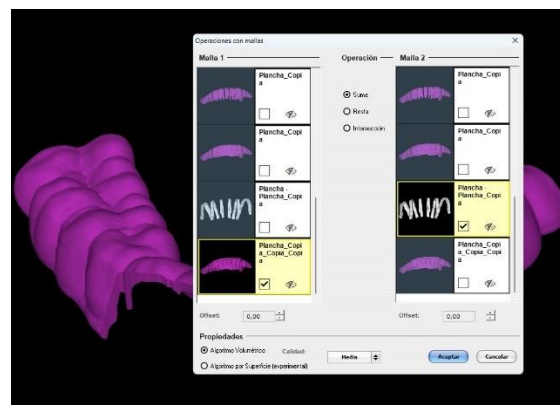


Fig.55 Se suma con el algoritmo dos mallas: la inicial con la obtenida para comprobar por vestibular.

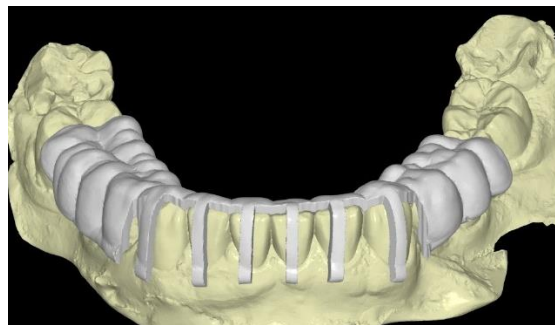


Fig 56. Se obtiene guía de tallado para comprobar espesor mínimo de la cara vestibular.

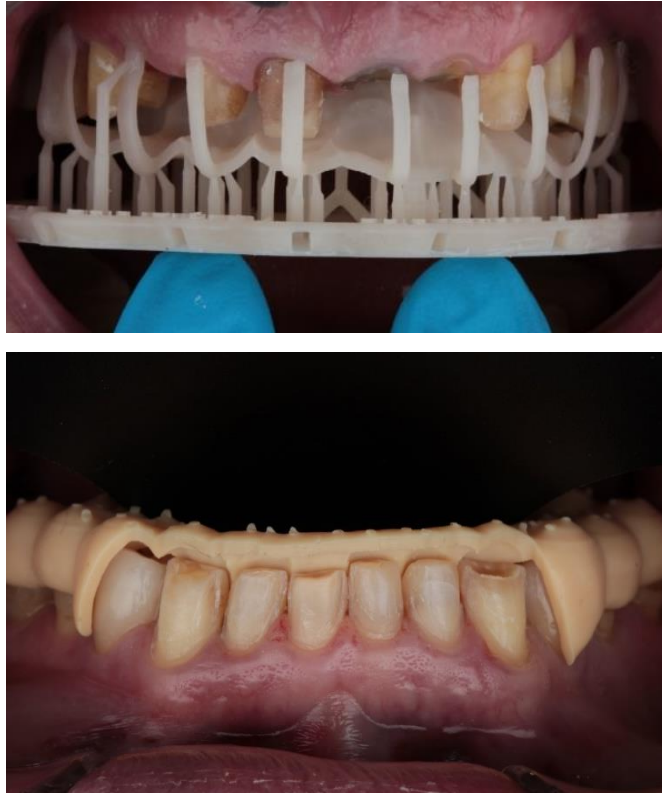


Fig.57 Guías de tallado impresas.

- Una vez realizado el tallado se realiza impresión digital para pedir prueba de plástico de las restauraciones (Fig.58). Es fundamental registrar la oclusión con la dimensión vertical definitiva, que habremos determinado tras la fase diagnóstica, para ello, podemos estabilizar ambas arcadas con ceras, siliconas de mordida o con los propios provisionales funcionalizados colocados por sectores en el momento de registrar las diferentes mordidas en el escáner, se envia a laboratorio y se piden las pruebas necesarias según el tipo de material elegido.
- En este caso se realiza la prueba de plástico donde se comprueba ajuste marginal, estética y oclusión de las restauraciones.



Fig.58 Prueba de plástico.

- Una vez realizadas las pruebas se pide a laboratorio las restauraciones definitivas.
- Cementar las restauraciones utilizando técnicas de cementación adhesiva de resina o convencional, según el material, diseño de preparación y restauración elegidos (Fig.59).



Fig.59 Cementado de las restauraciones definitivas.

- Realizar ajustes oclusales dinámicos para equilibrar las fuerzas oclusales, procurando una oclusión mutuamente protegida y prestando especial atención a la “envolvente de función” descrita por Mallat.

4.5.11. Seguimiento y Control

- **Objetivo:** Asegurar que los resultados funcionales y estéticos se mantengan en el tiempo, explicar al paciente la importancia de realizar revisiones periódicas y dar técnica de higiene individualizadas.
- **Pasos:**
 1. Utilizar una férula de descarga tipo Michigan (Fig.60) para proteger las restauraciones y estabilizar la articulación temporomandibular.
 2. Para obtener una férula de descarga funcional y correcta se realiza escaneado de la mordida con un jig de Lucia anterior llevando el paciente en relación céntrica.
 3. A la hora de realizar la entrega se comprueba que la férula tiene el máximo número de contactos en máxima intercuspidacion y guía canina y anterior.



Fig.60 Férula de descarga superior tipo Michigan.

4. Realizar un seguimiento clínico regular para detectar signos de disfunción o mala adaptación.

Este protocolo detallado permite realizar un aumento de la dimensión vertical mediante un flujo de trabajo digital de manera sistemática y controlada, asegurando el éxito tanto funcional como estético del tratamiento.

5. Conclusiones

1. Se desarrolló un protocolo clínico aplicable en la CUO que integra tecnologías digitales (CAD/CAM, escáneres, mock-up digital) permitiendo mayor precisión, funcionalidad y predictibilidad en rehabilitaciones con aumento de DVO.
2. Ventajas y limitaciones del CAD/CAM: El sistema CAD/CAM mejora la precisión, reduce tiempos clínicos y optimiza la comunicación con el laboratorio, aunque requiere curva de aprendizaje y equipamiento específico.
3. Ventajas del mock-up digital: rapidez en la producción de pruebas clínicas y facilidad para realizar modificaciones en tiempo real. Esta precisión digital favorece una planificación más integrada con otras herramientas tecnológicas como el T-Scan© o el CBCT.
4. La aplicación del software Nemotec® permite planificar aumentos de DVO mediante análisis facial y dental tridimensional, integrando parámetros estéticos y funcionales de forma precisa y personalizada.

6. Bibliografía

1. Calamita M, Coachman C, Sesma N, Kois J. Dimensión vertical de la oclusión: decisiones en la planificación del tratamiento y consideraciones terapéuticas. *Int J Esthet Dent*. 2019;12(2):138–154.
2. Kamboj E, Garg S, Kalra NM. Facial measurements and their correlation with vertical dimension of occlusion in dentate subjects: an anthropometric analysis. *J Clin Diagn Res*. 2023;17(11):ZC06–ZC09.
3. Arne G. L. Atlas of occlusal analysis. 1.^a ed. Vol. 1. United States: HAH Publications; 1974. 235 p.
4. Dawson PE. Functional occlusion: from TMJ to smile design. 1.^a ed. Florida: Mosby; 2006. 648 p.
5. Alatorre-Castorena O, Velasco-Neri J, Manteca-López V, Llamas-Haro D, Valdivia ADCM. Métodos de Registro de Dimensión Vertical Oclusal en Pacientes Dentados: Revisión Sistemática. *Int J Odontostomatol*. junio de 2021;15(2):397-402.
6. Quiroga-del Pozo R, Sierra-Fuentes M, Del Pozo-Bassi J, Quiroga-Aravena R. Dimensión vertical oclusal: comparación de 2 métodos cefalométricos. *Rev Clínica Periodoncia Implantol Rehabil Oral*. diciembre de 2016;9(3):264-70.
7. Espinosa-Valarezo JC, Iribarra-Mengarelli R, González-Bustamante H. Métodos de evaluación de la Dimensión Vertical Oclusal. *Rev Clínica Periodoncia Implantol Rehabil Oral*. agosto de 2018;11(2):116-20.
8. Alhajj MN, Khalifa N, Abduo J, Amran AG, Ismail IA. Determination of occlusal vertical dimension for complete dentures patients: an updated review. *J Oral Rehabil*. noviembre de 2017;44(11):896-907.
9. Alatorre-Castorena O, Velasco-Neri J, Manteca-López V, Llamas-Haro D, Valdivia ADCM. Métodos de Registro de Dimensión Vertical Oclusal en Pacientes Dentados: Revisión Sistemática. *Int J Odontostomatol*. junio de 2021;15(2):397-402.
10. Mosier M, Barmak B, Gómez-Polo M, Zandinejad A, Revilla-León M. Digital and Analog Vertical Dimension Measurements: A Clinical Observational Study. *Int J Prosthodont*. julio de 2021;34(4):419-27.
11. Makzoumé JE. A procedure for directly measuring the physiologic rest position and occlusal vertical dimension. *J Prosthet Dent*. mayo de 2017;117(5):697-8.
12. MacAvoy SK, Jack HC, Kieser J, Farella M. Effect of occlusal vertical dimension on swallowing patterns and perioral electromyographic activity. *J Oral Rehabil*. julio de 2016;43(7):481-7.

13. Bhat V, Gopinathan M. Reliability of determining vertical dimension of occlusion in complete dentures: A clinical study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2006;6(1):38.
14. Majeed MI, Haralur SB, Khan MF, Al Ahmari MA, Al Shahrani NF, Shaik S. An Anthropometric Study of Cranio-Facial Measurements and Their Correlation with Vertical Dimension of Occlusion among Saudi Arabian Subpopulations. *Open Access Maced J Med Sci.* 28 de marzo de 2018;6(4):680-6.
15. Kalra D, Kalra A, Goel S. A cephalometric approach to establish the vertical facial dimension: An in vivo study. *Int J Enhanc Res Med Dent Care.* 2014;1(8):12–15.
16. Rebibo M, Darmouni L, Jouvin J, Orthlieb JD. Vertical dimension of occlusion: the keys to decision: We may play with the VDO if we know some game's rules. *Int J Stomatol Occlusion Med.* septiembre de 2009;2(3):147-59.
17. Fayad MI. A literature review of vertical dimension in prosthodontics theory and practice – Part 1: theoretical foundations. *Cureus.* 2024;16(6):e61903.
18. Abduo J, Lyons K. Clinical considerations for increasing occlusal vertical dimension: a review. *Aust Dent J.* marzo de 2012;57(1):2-10.
19. Ladda R, Kasat V, Bhandari Aj. A new technique to determine vertical dimension of occlusion from anthropometric measurement of interpupillary distance. *J Clin Exp Dent.* 2014;e395-9.
20. Wassell RW, Steele JG, Welsh G. Considerations when planning occlusal rehabilitation: A review of the literature. *Int Dent J.* diciembre de 1998;48(6):571-81.
21. Mallat Callís E. Los 20 pasos en los aumentos de la dimensión vertical de oclusión (I) [Internet]. *PROSTHODONTICSMCM.* 2016. Disponible en: <http://prosthodonticsmcm.com/?p=89>
22. Mallat Callís E. Los 20 pasos en los aumentos de la dimensión vertical de oclusión (II) [Internet]. 2018. Disponible en: <http://prosthodonticsmcm.com/?p=113>
23. Chisnoiu AM, Staicu AC, Kui A, Chisnoiu RM, Iacob S, Fluerașu M, et al. Smile Design and Treatment Planning—Conventional versus Digital—A Pilot Study. *J Pers Med.* 21 de junio de 2023;13(7):1028.
24. Stanley M, Paz AG, Miguel I, Coachman C. Fully digital workflow, integrating dental scan, smile design and CAD-CAM: case report. *BMC Oral Health.* diciembre de 2018;18(1):134.
25. Wetselaar P, Lobbezoo F. The tooth wear evaluation system: a modular clinical guideline for the diagnosis and management planning of worn dentitions. *J Oral Rehabil.* enero de 2016;43(1):69-80.

26. Khan F, Young WG, Daley TJ. Dental erosion and bruxism. A tooth wear analysis from South East Queensland. *Aust Dent J.* abril de 1998;43(2):117-27.
27. Guaita M, Högl B. Current Treatments of Bruxism. *Curr Treat Options Neurol.* febrero de 2016;18(2):10.
28. Binaljadm TM, Aljuaid AO, Rummani GM, Almaghrabi HA, Halabi SA, Deeban YAM, et al. Assessment knowledge of dental erosion, signs and symptoms, and causes among adult in Saudi Arabia: A cross-sectional survey. *Saudi J Oral Sci.* septiembre de 2023;10(3):157-63.
29. Trujillo-Hernández M, Acosta-Acosta AA, Burgos Anaya MP, Hoyos-Hoyos V, Orozco-Páez J. Erosión del esmalte dental en dientes expuestos a bebidas de origen industrial. Estudio piloto in vitro. *Int J Interdiscip Dent.* diciembre de 2021;14(3):237-41.
30. Kulkarni A, Rothrock J, Thompson J. Impact of Gastric Acid Induced Surface Changes on Mechanical Behavior and Optical Characteristics of Dental Ceramics. *J Prosthodont.* marzo de 2020;29(3):207-18.
31. Quiroga-del Pozo R, Sierra-Fuentes M, Del Pozo-Bassi J, Quiroga-Aravena R. Dimensión vertical oclusal: comparación de 2 métodos cefalométricos. *Rev Clínica Periodoncia Implantol Rehabil Oral.* diciembre de 2016;9(3):264-70.
32. Barragan Paredes MA, Viveros CA, Garzón H. ALTERACIÓN DE LA DIMENSIÓN VERTICAL: REVISIÓN DE LA LITERATURA. *Rev Estomatol.* 3 de abril de 2020;27(2):27-37.
34. Nina Delgado IV. IMPORTANCIA DE LA DIMENSIÓN VERTICAL INFERIOR EN LA PRÁCTICA CLÍNICA DIARIA. *Orb Tert - UPAL.* 11 de diciembre de 2017;1(2):9-18.
35. Moreno-Hay I, Okeson JP. Does altering the occlusal vertical dimension produce temporomandibular disorders? A literature review. *J Oral Rehabil.* noviembre de 2015;42(11):875-82.
36. Goldstein G, Goodacre C, MacGregor K. Occlusal Vertical Dimension: Best Evidence Consensus Statement. *J Prosthodont.* abril de 2021;30(S1):12-9.
37. Casaglia A, De Dominicis P, Arcuri L, Gargari M, Ottria L. Dental photography today. Part 1: basic concepts. *Oral & Implantology.* 2015;8(4):122–129.
38. Saavedra J, Balarezo J, Castillo D. Férulas oclusales. *Rev Estomatol Herediana.* 2012;22(4):242–6.
39. Vailati F, Belser UC. Rehabilitación adhesiva oral completa de una dentición gravemente erosionada: la técnica de los tres pasos. 2a parte. *Eur J Esthet Dent.* 2008;1(2):88–106.
40. Fradeani, Mauro. Rehabilitación Estética en Prótesis Fija. Vol. 1. Quintessence Books; 2006. 352 p.

41. Giannuzzi NJ, Motlagh SD. Full Mouth Rehabilitation Determined by Anterior Tooth Position. *Dent Clin North Am.* julio de 2015;59(3):609-21.
42. Suese K. Progress in digital dentistry: The practical use of intraoral scanners. *Dent Mater J.* 30 de enero de 2020;39(1):52-6.
43. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. *J Prosthodont.* enero de 2018;27(1):35-41.
44. Mangano F, Lerner H, Margiani B, Solop I, Latuta N, Admakin O. Congruence between Meshes and Library Files of Implant Scanbodies: An In Vitro Study Comparing Five Intraoral Scanners. *J Clin Med.* 9 de julio de 2020;9(7):2174.
45. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health.* diciembre de 2017;17(1):149.
46. Ting-shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *J Prosthodont.* junio de 2015;24(4):313-21.
47. Albánchez-González MI, Brinkmann JCB, Peláez-Rico J, López-Suárez C, Rodríguez-Alonso V, Suárez-García MJ. Accuracy of Digital Dental Implants Impression Taking with Intraoral Scanners Compared with Conventional Impression Techniques: A Systematic Review of In Vitro Studies. *Int J Environ Res Public Health.* 11 de febrero de 2022;19(4):2026.
48. Sakthivel R, Mohammed Y, Ranjani T, Abraham PA. A review on role of T-Scan in occlusion analysis. *Int J Res Publ Rev.* 2024;5(12):2326–30.
49. Kordass B. Articulador y oclusión virtuales. Quintessence (ed. esp.). 2008;21(6):380–9.
50. Barba L, Ruiz V, Hidalgo A. Impact of dental Cone-Beam computed tomography on diagnostic evaluation and treatment plan for the maxillary sinus in dental implant planning. *J Oral Res.* 2022;11(1):1–13. doi:10.17126/joralres.2022.003.
51. Hussaini S, Glogauer M, Sheikh Z, Al-Waeli H. CBCT in Dental Implantology: A Key Tool for Preventing Peri-Implantitis and Enhancing Patient Outcomes. *Dent J.* 26 de junio de 2024;12(7):196.
52. Meereis C, De Souza G, Albino L, Ogliari F, Piva E, Lima G. Digital Smile Design for Computer-assisted Esthetic Rehabilitation: Two-year Follow-up. *Oper Dent.* 1 de enero de 2016;41(1):E13-22.
53. Garcia P, Da Costa R, Calgaro M, Ritter A, Correr G, Da Cunha L, et al. Digital smile design and mock-up technique for esthetic treatment planning with porcelain laminate veneers. *J Conserv Dent.* 2018;21(4):455.

54. Cattoni F, Mastrangelo F, Gherlone EF, Gastaldi G. A New Total Digital Smile Planning Technique (3D-DSP) to Fabricate CAD-CAM Mockups for Esthetic Crowns and Veneers. *Int J Dent*. 2016;2016:1-5.
55. Fabbri G, Cannistraro G, Pulcini C, Sorrentino R. The full-mouth mock-up: a dynamic diagnostic approach (DDA) to test function and esthetics in complex rehabilitations with increased vertical dimension of occlusion. *Int J Esthet Dent*. 2018;13:460–74.;
56. Lefrançois E, Aubault L, Provost S. Use of Wax and Resin Patterns in Global Fixed Prosthetic Rehabilitation. *Clin Case Rep*. febrero de 2025;13(2):e70215.
57. Earar K, Iliescu AA, Popa G, Iliescu A, Rudnic I, Feier R, et al. Additive vs. Subtractive CAD/CAM Procedures in Manufacturing of the PMMA Interim Dental Crowns. A Comparative in vitro Study of Internal Fit. *Rev Chim*. 7 de febrero de 2020;71(1):405-10.
58. Mühlemann S, Hjerpe J, Hämmerle CHF, Thoma DS. Production time, effectiveness and costs of additive and subtractive computer-aided manufacturing (CAM) of implant prostheses: A systematic review. *Clin Oral Implants Res*. octubre de 2021;32(S21):289-302.
59. Jeong M, Radomski K, Lopez D, Liu JT, Lee JD, Lee SJ. Materials and Applications of 3D Printing Technology in Dentistry: An Overview. *Dent J*. 19 de diciembre de 2023;12(1):1.
60. Jain A, Nallaswamy D, Ariga P, Philip J. Full mouth rehabilitation of a patient with reduced vertical dimension using multiple metal ce ramic restorations. *Contemp Clin Dent*. 2013;4(4):531.
61. The injectable composite resin technique: minimally invasive reconstruction of esthetics and function. Clinical case report with 2-year follow-up. *Quintessence Int*. 9 de septiembre de 2019;50(9):712-9.
62. Bzeu A, Campbell SJ, Foxton RM, Watkins S. How long does it take for the occlusion to re-establish following the placement of restorations at an increased occlusal vertical dimension? A literature review. *J Prosthodont Res*. 2023;67(1):4-11.
63. Ioannidis A, Pitta J, Agustín Panadero R, Chantler JGM, Fernández Villar S, Fonseca M, et al. Rehabilitation strategies and occlusal vertical dimension considerations in the management of worn dentitions: consensus statement from SSRD, SEPES, and PROSEC conference on minimally invasive restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2025;0:1–5.
64. Andrade M, Carrión I. Cementación adhesiva de restauraciones cerámicas. *Rev Cient Espec Odontol UG*. 2020;3(1):[número especial].

65. Cruz H. A, Ampuero Ramírez N. Revisión Sistemática de Protocolos de Cementación en Zirconio. J Am Health. 4 de octubre de 2020;3(3):70-7.
66. Ferencz JL. Occlusion and its role in the long-term success of tooth- and implant-supported restorations. J Esthet Restor Dent. 2021;33(5):707–15.