



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Diseño y elaboración de prótesis fija en grafeno con
sistema CAD-CAM

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

ANAHI MORALES NEPOMUCENO

TUTOR: Esp. GUADALUPE MARCELA RAMÍREZ MACÍAS

MÉXICO, Cd. Mx.

2021

V. B. O.
[Firma manuscrita]



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVO	5
CAPITULO 1 GENERALIDADES DE LA PRÓTESIS FIJA	6
1.1 Antecedentes	6
1.2 Definición	7
1.3 Principios de tallado	12
1.3.1 Mecánicos	16
1.3.2 Biológicos	17
1.4 Tipos de terminación cervical	18
CAPITULO 2 SISTEMA CAD-CAM	22
2.1 Definición	22
2.2 Antecedentes	23
2.3 Ventajas y desventajas	24
2.4 Fases de procesamiento	25
CAPITULO 3 GRAFENO	30
3.1 Generalidades	30
3.2 Propiedades	34
3.3 Aplicaciones	35
3.4 Usos en odontología	36
3.4.1 Propiedades	37
3.4.2 Preparación de dientes pilares	37
3.4.3 Selección de color	40
CAPITULO 4 DISEÑO Y ELABORACION DE PROTESIS FIJA EN GRAFENO	43
4.1 Escáner	43
4.2 Diseño	46
4.3 Fresado	50
4.4 Terminado	53
CONCLUSIONES	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

Agradezco a:

A **Dios** por permitirme llegar a este punto, por darme la fortaleza y sabiduría para culminar esta etapa de mi vida.

A la **Universidad Nacional Autónoma de México** y la **Facultad de Odontología**, por brindarme los mejores años de mi vida dentro de sus aulas.

A mis padres, **Reyna Nepomuceno** y **Othón Morales**, por darme su apoyo económico y emocional para lograr cumplir este gran sueño, por no dejarme sola cuando más los necesitaba, sin ellos no hubiera llegado tan lejos. También a mis hermanos, **Andrés, Areli** y **Ariadna**, por darme soluciones cuando quería rendirme. Gracias por ser parte de mi vida, este triunfo también es de ustedes.

A la **Esp. Guadalupe Marcela Ramírez Macías**, por ser mi tutora, aconsejarme y darme parte de su tiempo para lograr el término de este trabajo. Gracias doctora por sembrarme el gusto por la prótesis dental, sin usted no lo hubiera logrado.

A todos los **profesores** que me brindaron sus conocimientos, por su tiempo en clases y por ser mi guía en estos 5 años, gracias a ustedes por demostrarme que la odontología es mucho más que solo dientes y boca

A **mis amigos** por estar presentes en todo momento, por ser mi paño de lágrimas y por festejar los triunfos obtenidos, no podría mencionar a todos porque la lista sería interminable. Gracias por su leal amistad.

A **Xavier** quien me ha acompañado por este camino, quien ha estado cuando no encontraba soluciones y él me las brindaba, por escucharme y por no dejarme caer. Te quiero.

Al **Laboratorio Dent-Cam** por permitirme hacer uso de sus instalaciones para poder realizar este trabajo.

Me agradezco a mí por querer ser mejor, por no rendirme y por seguir creciendo cada día. **Anahi** este es un paso más para llegar a tu meta.

INTRODUCCION

En la actualidad, la estética ha adquirido mayor importancia y no se puede negar que también influye en la prótesis dental. La necesidad de reemplazar dientes ausentes se hace obvia para el paciente cuando el espacio edentulo se encuentra en el segmento anterior de la boca.

La odontología ha ido evolucionando ofreciendo una amplia opción al momento de rehabilitar a un paciente protésicamente. Se han hablado de metales, porcelanas y zirconios, pero existe un nuevo material que a pesar de no tener tanto tiempo en el mercado ha mostrado buenos resultados.

A pesar de que el grafeno tiene poco tiempo utilizado en odontología, es un material que, por sus diferentes propiedades, ha sido utilizado en la elaboración de diferentes tipos de prótesis

La elaboración de una corona dental por el método convencional requiere ejecutar una serie de procedimientos. En la actualidad el uso de la tecnología digital ha tenido un gran auge en el campo odontológico, especialmente el uso del sistema CAD/CAM. Es una herramienta empleada para fabricar objetos en 3D a través de un computador. La tecnología digital y el diseño asistido por computadora han revolucionado el campo de la odontología en la última década. Se ha utilizado para la elaboración de prótesis fijas, prótesis sobre implantes y prótesis removible.

Este tipo de tecnología digital ha contribuido al desarrollo de nuevos materiales dentales, al manejo preciso de una simple impresión, a una preparación anatómica para una restauración protésica fija. Así como parámetros necesarios para el escaneo, además de resolver casos clínicos con un grado de complejidad mayor a lo habitual. En este trabajo se hablará del sistema CAD/CAM y el grafeno desde un enfoque de laboratorio. Pues se realizará diseños de casos que llegan al laboratorio, así como su fresado y terminación de dichos trabajos

OBJETIVO GENERAL

- Describir el diseño y elaboración de prótesis fija en grafeno con sistema CAD-CAM

CAPITULO 1 GENERALIDADES DE LA PRÓTESIS FIJA

1.1 Antecedentes

El origen de las prótesis dentales remonta desde siglos atrás. Desde las primeras civilizaciones de la humanidad ya se observan usos de prótesis dentales, prácticamente desde los estrucos en el siglo IV a. C. Este pueblo utilizaba las piezas dentales de los animales colocándolas en los huecos existentes entre dientes mediante bandas de oro. Los estrucos no fueron los únicos que hicieron uso de una técnica basada en lo que hoy son las modernas prótesis dentales

Los fenicios empleaban oro blando o en rollo y alambre de oro para su construcción, también soldadura y cajas de seguridad (Fig. 1)



Fig. 1 Dientes sostenidos con alambre de oro

Año 754 a. C. los estrucos producían puentes muy complejos, empleando es bandas

Año 600 a.C. se tratan las reliquias de Mayer, se describe una prótesis en la que un par de dientes centrales habían sido remplazados por un diente de Boj

Año 300 a. C. se descubre la artesanía romana, esto confirma que las coronas ya se usaban en el primer siglo a. C.

Año 65 a.C. se menciona el uso de madera y marfil para hacer dientes artificiales

En 1728 Pierre Frauchard, considerado el padre de la odontología moderna, escribe el libro “Le chirurgien dentiste” y en el capítulo XIII lo dedica a los dientes artificiales, aportando la descripción de técnicas operatorias en la confección de prótesis dentales

En 1746 Claude Mouten describió una corona de oro y poste para ser retenido en el canal de la raíz. También recomendó el esmaltado blanco para coronas de oro para una apariencia más estética

En 1789 el francés Nicolas Dubois de Chemant obtiene la primera patente para los dientes de porcelana

1.2 Definición

Prótesis: Es el remplazo de una parte ausente del organismo, mediante un componente artificial, como un ojo, una pierna, un puente o una dentadura

Prótesis parcial fija

Rama de la prostodoncia que se encarga del reemplazo y/o restauración de los dientes, mediante sustitutos artificiales, que no pueden ser removidos. ⁽¹⁾

El ámbito de un tratamiento de prótesis fija abarca desde la restauración de un único diente hasta la rehabilitación de toda la oclusión. Es posible restaurar la función completa de los dientes por separado y conseguir la mejora del efecto estético.

Los dientes pueden remplazarse mediante prótesis fija, mejorando la comodidad y la capacidad masticatoria del paciente, conservar la salud y la integridad de las arcadas dentarias y en muchos casos, aumenta la autoestima

del paciente. Por otro lado, con un inadecuado tratamiento de la oclusión, es posible crear desarmonía y dañar el sistema estomatognatico.

Una corona es una restauración extra coronaria cementada que recubre la superficie externa de la corona clínica. Debe reproducir la morfología y los contornos de las partes dañadas de la corona de un diente a fin de desempeñar su función. (Fig. 2)



Fig. 2 Corona completa

Si recubre toda la corona clínica, la restauración se denomina corona de recubrimiento completo o total, si solo reviste algunas partes de la corona clínica, dicha restauración se denomina corona de recubrimiento parcial. (Fig. 3)

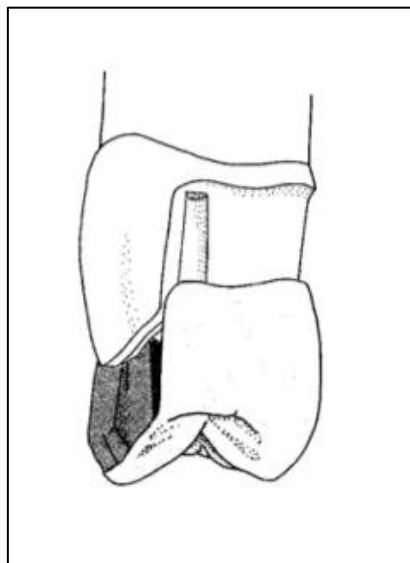


Fig. 3 Corona de recubrimiento parcial

Las restauraciones intracoronarias son aquellas que se adaptan a los contornos anatómicos de la corona clínica de un diente. Se pueden utilizar incrustaciones como restauraciones unitarias para lesiones ocluso-proximales o lesiones gingivales con una destrucción de mínima a moderada (Fig. 4). Cuando se modifican con un recubrimiento oclusal, la restauración intracoronaria se denomina onlay y es útil para reconstruir dientes posteriores que poseen una lesión más extensa y requieren restauraciones mesio-ocluso-distales amplias (Fig. 5).



Fig. 4 Incrustación inlay



Fig. 5 Incrustación onlay

Las carillas vestibulares se emplean en situaciones que precisan una mejora del aspecto estético de un diente anterior que está sano. Consiste en una fina capa de porcelana dental o cerámica colada que se adhiere a la superficie vestibular del diente mediante una resina apropiada (Fig. 6).

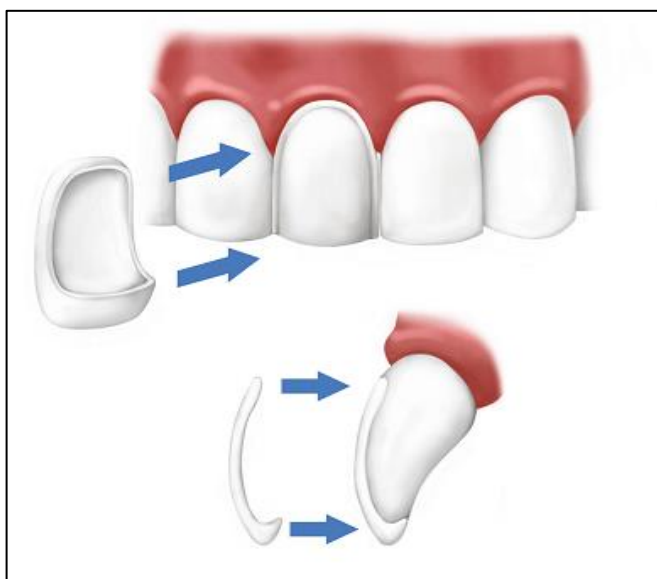


Fig. 6 Carillas dentales

La prótesis parcial fija es un aparato protésico permanentemente unido a los dientes remanentes, que sustituye uno o más dientes ausentes. Los componentes de una prótesis fija son:

Pilar: Es el diente que sirve como elemento de unión para una prótesis parcial fija.

Póntico: Es el diente artificial que se sustenta en los dientes pilares. El póntico está conectado con los retenedores de la prótesis parcial fija.

Retenedores: Se trata de restauraciones extracoronarias que están cementadas a los dientes pilares preparados.

Conectores: se encuentran entre el póntico y el retenedor, estos pueden ser rígidos (es decir juntas soldadas o conectores colados), o no rígidos (es decir, ataches de precisión o rompe fuerzas)⁽³⁾ (Fig. 7).

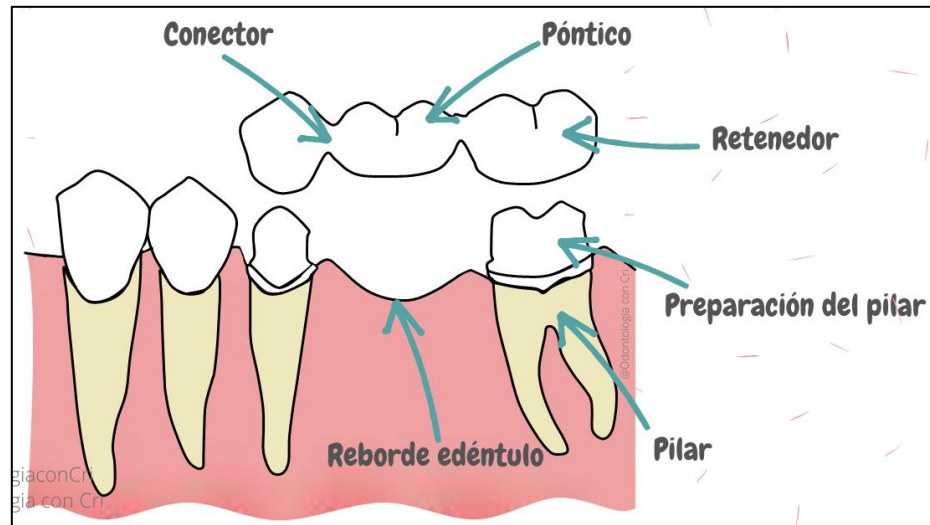


Fig. 7 Componentes de la prótesis fija

Tipos de prótesis

Corona sobre diente natural

Están indicadas en aquellos casos en los que se conserva la raíz del diente, pero falta la corona. Los materiales de las coronas pueden ser: porcelana, resina, metal, zirconio, grafeno. (Fig.8)



Fig. 8 Corona sobre dientes naturales

Prótesis sobre implantes

Con la aparición de los implantes aumento las probabilidades de los tratamientos, estos aportan nuevos pilares para la colocación de prótesis fija en pacientes con ausencia total o parcial de diente. Según la situación, se habla de:

- Prótesis sobre implantes unitarios, cuando la corona es soportada por el implante
- Puente implanto soportado, cuando se restaura más de 3 dientes ausentes, colocando la cantidad de implantes necesarios
- Prótesis completa o total implanto soportada, cuando se restauran los dientes de toda una arcada, estas dentaduras van atornilladas y solo el odontólogo pueden removerlas.
- Sobredentaduras son colocadas sobre implantes, son un tipo de prótesis removible

Prótesis parciales

Se trata de prótesis que restauran una o más piezas dentales. Pueden ser fijas o removibles, y van sujetas a dientes adyacentes mediante ganchos o retenedores cementados

Prótesis completas

Son prótesis removibles completas que sustituyen a los dientes ausentes de una o ambas arcadas. ^(1,3)

1.3 Principios de tallado

Los dientes ausentes se pueden reemplazar con tres tipos de prótesis:

- Prótesis parcial removible
- Prótesis parcial fija dentosoportada
- Prótesis parcial fija implantosoportada

Debemos sopesar diversos factores a la hora de elegir el tipo de prótesis a utilizar en cada situación.

A la hora de sustituir un diente ausente, la mayoría de los pacientes prefiere una prótesis fija. La configuración de este tipo de prótesis utiliza un diente pilar en cada extremo del espacio edentulo para soportarla.

Existen diversos factores que influyen en la decisión de colocar una prótesis parcial fija: que dientes utilizar como pilares y que diseño de retenedores emplear.

Toda restauración debe ser capaz de soportar las constantes fuerzas oclusales a las que esta se someta. Esto adquiere especial importancia a la hora de diseñar y elaborar una prótesis parcial fija, ya que las fuerzas que absorbe el diente ausente se transmiten en dientes pilares a través del pónico, los conectores y los retenedores.

Antes de realizar cualquier prótesis, los tejidos de soporte de los dientes pilares deben estar sanos y libres de inflamación, por lo general los dientes pilares no deben presentar movilidad, puesto que habrán de soportar una carga adicional

Se deben evaluar tres factores de las raíces y tejidos de soporte:

1. Relación corona-raíz
2. Configuración de la raíz
3. Zona del ligamento periodontal

La proporción es una medida de la longitud del diente, desde oclusal hasta la cresta ósea alveolar, en contraposición a la longitud de la raíz dentro del hueso. La proporción óptima corona-raíz para un diente pilar es de 2:3, una proporción de 1:1 es la mínima aceptable (Fig. 9)

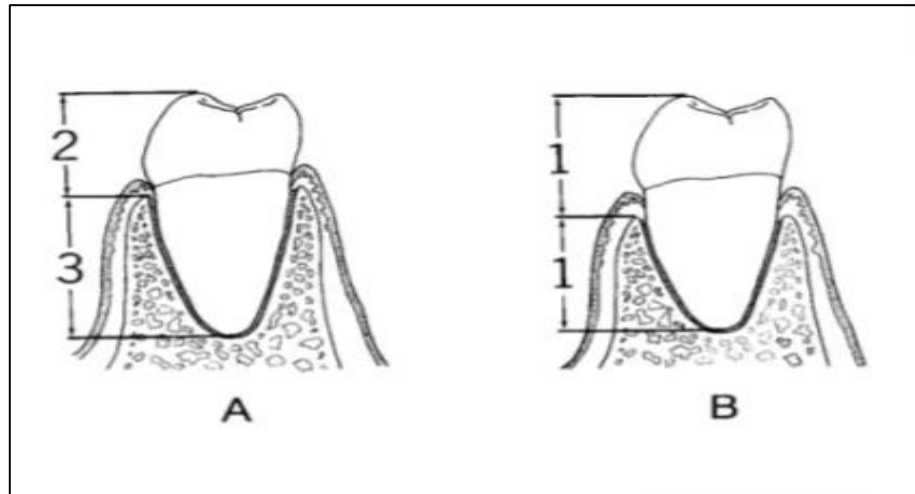


Fig. 9 La proporción óptima corona-raíz para un pilar es de 2:3 (A), la proporción mínima es de 1:1 (B)

Para la selección de un pilar, también es necesario evaluar las raíces. Las raíces más anchas vestibulolingualmente que mesiodistalmente son preferibles a las raíces que tienen una sección redonda. (Fig. 10)

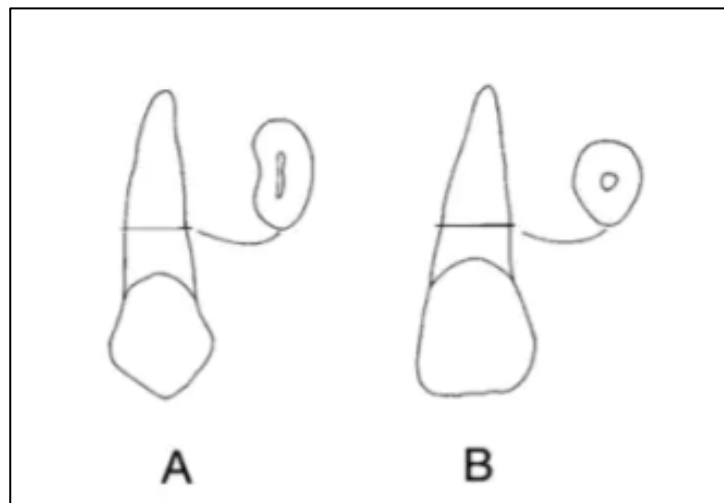


Fig. 10

Los dientes posteriores multirradiculares con raíces separadas ofrecerán mejor soporte periodontal que las raíces muy separadas ofrecerán mejor soporte periodontal que las raíces convergentes. (Fig. 11)

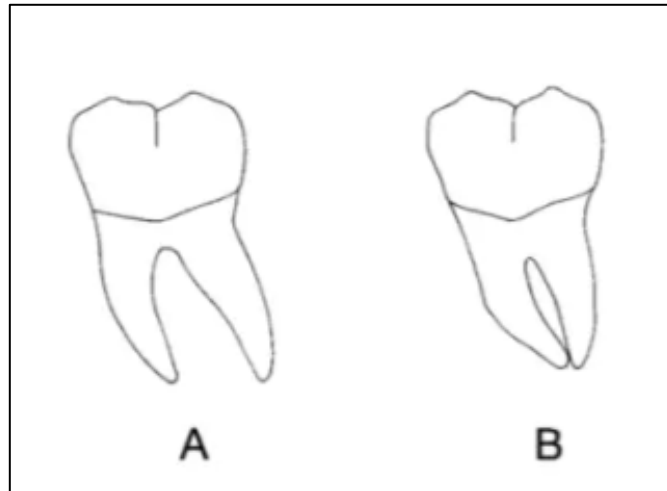


Fig. 11

Otra evaluación de los dientes pilares es la superficie radicular o la zona dentaria de inserción del ligamento periodontal al hueso. Los dientes más grandes disponen de una mayor superficie y son más capaces de soportar tensiones adicionales. ⁽³⁾

Ley de Ante

En 1926, Ante afirmó que era imprudente realizar una prótesis parcial fija cuando el área de la superficie radicular de los pilares fuese menor que el área de la superficie radicular de los dientes que se van a reemplazar.

En 1957, Edwing añadió a lo descrito por Ante, unos requerimientos clínicos necesarios para todas las restauraciones:

- Soporte periodontal
- Morfología radicular satisfactoria
- Relación favorable entre arcadas

1.3.1 Principios mecánicos

La retención se define como la capacidad de la restauración de resistir a ser desalojada de la preparación por fuerzas paralelas al eje de inserción. El tallado debe de presentar ciertas características que impidan el dislocamiento axial de la restauración cuando es sometida a fuerzas de tracción. La retención depende del contacto entre las superficies internas de la restauración y las externas del diente preparado. Cuanto más paralela sean las paredes axiales del diente preparado, mayor será la retención friccional de la restauración. ⁽⁴⁾

La estabilidad impide que la restauración sea desalojada de la preparación por fuerzas que actúan en cualquier dirección.

Los aspectos a considerar son:

- Altura de las paredes laterales de la preparación, a mayor longitud mayor retención y estabilidad.
- Convergencia de las paredes en sentido gingivo oclusal, en caso de coronas, con el propósito de crear expulsividad de la preparación, a mayor paralelismo mayor estabilidad.
- Diámetro de la preparación, en caso de preparaciones para coronas, a mayor diámetro mayor retención. ⁽⁵⁾

Rigidez estructural

El tallado debe de ser ejecutado de tal forma que la restauración presente un espesor suficiente para resistir las fuerzas masticatorias y no comprometer la estética y el tejido periodontal. El desgaste deberá ser realizado selectivamente de acuerdo con las necesidades estéticas y funcionales de la restauración.

Integridad marginal

El objetivo básico de toda restauración cementada es estar bien adaptada y con una línea mínima de cemento, para que la prótesis pueda permanecer en función el mayor tiempo posible. Los márgenes inadecuados facilitan la instalación del proceso patológico del tejido gingival que impedirá la obtención de prótesis bien adaptadas. ⁽⁴⁾

1.3.2 Principios biológicos

Preservación de la pulpa

El potencial de irritación pulpar con ese tipo de tallado depende de varios factores:

- Calor generado durante la técnica de tallado
- Calidad de las fresas
- Cantidad de dentina remanente
- Permeabilidad dentinaria
- Procedimientos de impresión
- Reacción exotérmica de los materiales empleados

El desgaste excesivo está directamente relacionado a la retención y salud pulpar. Al contrario, el desgaste insuficiente está directamente relacionado al sobrecontorno de la prótesis, por consecuencia puede causar problemas en términos de estética y perjudica al periodonto.

Preservación de la salud periodontal

Uno de los principales objetivos de un tratamiento con prótesis fija es la preservación de la salud periodontal. Los factores relacionados a esto son: higiene oral, forma, contorno y localización del margen gingival. La extensión cervical de los dientes preparados puede variar de 2 mm de la encía marginal libre hasta 1 mm en el interior del surco.

Desde el punto de vista periodontal, el termino cervical se debe localizar 2 mm distante del nivel gingival, pues el tejido gingival estaría en permanente contacto con el propio diente, sin la alteración del contorno que ocurre de cualquier forma en una prótesis con forma y contorno correctos, preservando la salud del tejido gingival.

En los dientes tratados periodontalmente, la terminación cervical localizada supragingivalmente puede dejar una cantidad razonable de dentina y cemento expuesto. La extensión subgingival del tallado en dientes largos puede causar compromiso del órgano pulpar y debilitamiento del remanente preparado.

1.4 Tipos de terminación cervical

Una buena preparación debe respetar la anatomía y morfología del diente pilar, por esto la preparación se divide en tres etapas:

- **Reducción**

Es esta etapa se desgasta el diente, esto se realiza con piedras de grano medio, el espesor del desgaste dependerá del tipo de material que se utilizará para la restauración

- **Pulido y acabado**

Se elimina toda la superficie porosa y rugosa. Se eliminan todos los prismas de esmalte sin soporte dentario. Esto se realiza con piedras de grano fino.

- **Terminación periférica**

Cumplirá la función de limitar la restauración del cierre marginal de la misma.

La terminación cervical de los tallados puede presentar diferentes configuraciones de acuerdo al material empleado en la confección de la corona.

Hombro o escalón

Es un tipo de terminación donde la pared axial forma un ángulo de 90° con la pared cervical (Fig. 12). Esta indicado en los tallados para coronas de porcelana con 1 a 1.2 mm de espesor uniforme. Está contraindicado en tallados para coronas con estructura metálica.

Proporciona un espesor suficiente a la porcelana para resistir los esfuerzos masticatorios, reduciendo la posibilidad de fractura. Exige un mayor desgaste dentario y resulta un tipo de unión en escalón entre las paredes axiales y cervical, dificultando el escurrimiento del cemento y acentuando el desgaste oclusal y cervical con mayor espesor de cemento expuesto en medio oral. ⁽⁴⁾

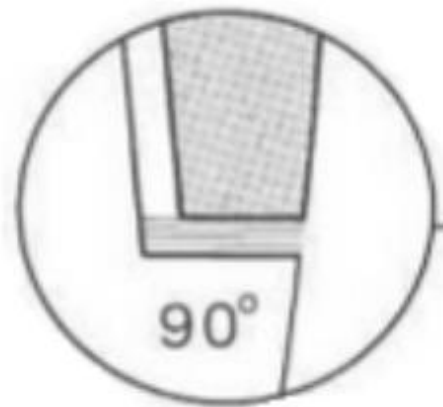


Fig. 12 Terminación cervical en hombro

Hombro o escalón biselado

Es un tipo de terminación en la que ocurre la formación de un ángulo de aproximadamente 90° entre las paredes axial y cervical, con biselado de la arista cavo-superficial (Fig. 13). El bisel deberá presentar una inclinación mínima de 45° , lo que permite un mejor sellado marginal y un escurrimiento del cemento.

Está indicada para las coronas metal-porcelana con aleaciones áureas, en su cara vestibular y mitad de las vestibulo-proximales. ⁽⁴⁾

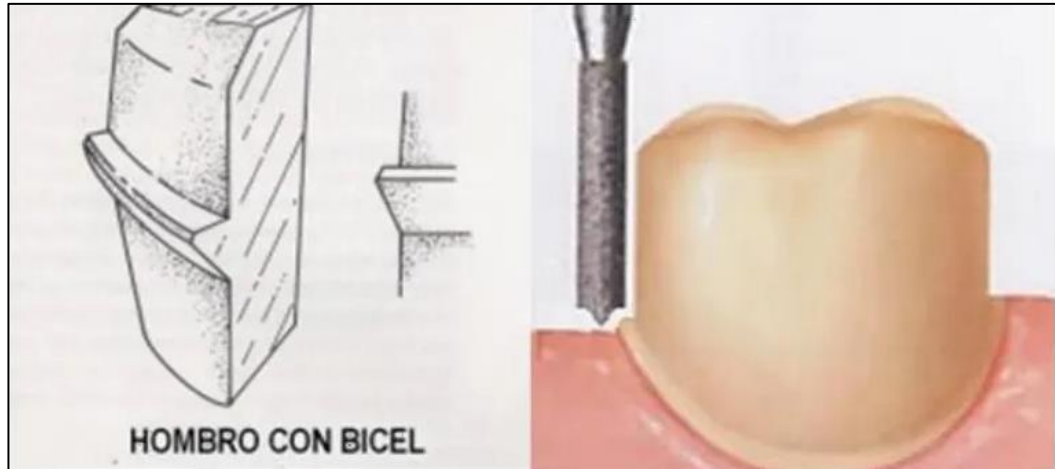


Fig. 13 Hombro o escalón biselado

Chaflán

Es un tipo de terminación donde la unión entre la pared axial y la gingival es hecha por un segmento de círculo, que presenta un espesor suficiente para acomodar el metal y la carilla estética. Está indicado para la confección de coronas de metal porcelana con aleaciones básicas. La terminación en chaflán deberá ser realizada apenas en las caras involucradas estéticamente, pues no se justifica mayor desgaste exclusivamente para colocación de metal.

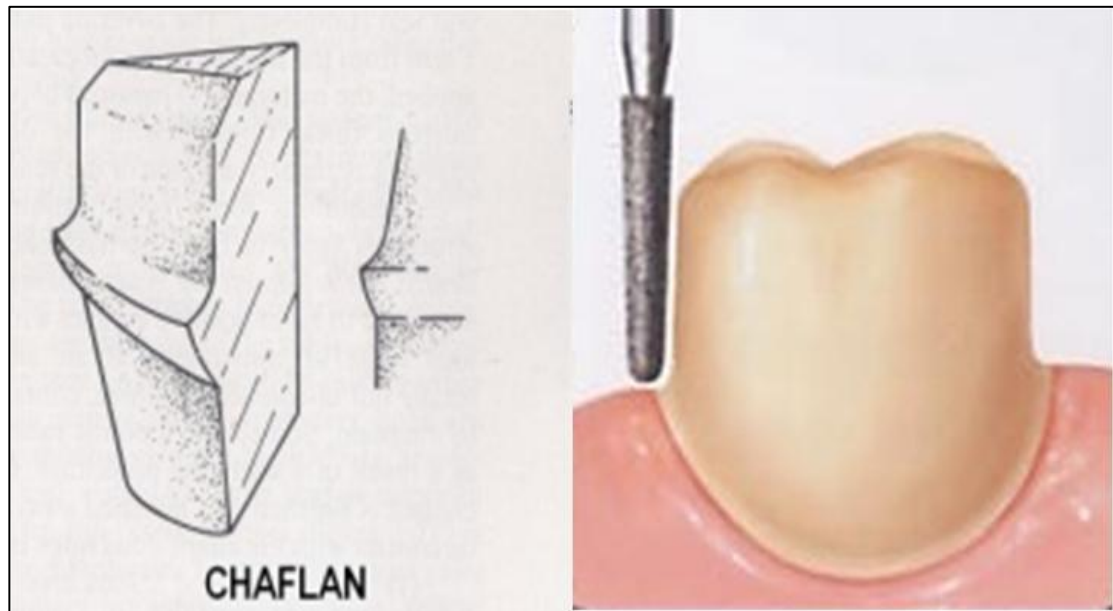


Fig. 14 Terminación en chaflán

Chanferete

Es un tipo de terminación en que la unión entre la pared axial y la gingival son hechas por un segmento de círculo de pequeña dimensión presentando un espesor suficiente para acomodar el metal.

CAPITULO 2 SISTEMA CAD-CAM

2.1 Definición

Los métodos CAD/CAM son métodos de procesamiento asistidos por computadora. La palabra CAD/CAM es el acrónimo de Computer Aided Desing/Computer Aided Manufacturing (Diseño Asistido por Computadora/Fabricación Asistido por Computadora) (Fig. 15). Es una disciplina que estudia el uso de sistemas informáticos como herramienta de soporte en todos los procesos involucrados en el diseño y la fabricación de cualquier tipo de productos. ⁽⁶⁾

El sistema CAD fue desarrollado para el diseño de una estructura o un producto a computadora, con el fin de tener mejor precisión. Este software permite a los usuarios mayor exactitud en el producto que se realiza para su manipulación. El software CAM procesa y produce el elemento realizado en físico. ⁽⁶⁾

Actualmente este tipo de sistema permite realizar tratamientos estéticos como carillas dentales, coronas unitarias, puentes de tres o más unidades, incrustaciones estéticas, rehabilitaciones sobre implantes dentales, guardas, férulas de relajación muscular, entre otros. ⁽⁷⁾



Fig. 15 Sistema CAD-CAM

2.2 Antecedentes

La tecnología CAD/CAM se creó en los años 50's originalmente para sistemas de ingeniería. Durante los primeros años de esta década apareció al mercado una pantalla grafica capaz de crear dibujos simples, pero no de forma interactiva.

El Dr. Patrick Hanrati (Fig. 16), en el año de 1957, dio a conocer el primer software al cual llamo CAD, razón por la cual se le considera el padre de esta tecnología. Desde su creación, el sistema CAD/CAM ha disminuido los tiempos de producción de un material o servicio y ha mejorado la precisión de un material, ya que un diseño realizado en computadora permite visualizar con claridad los puntos de unión, ensamble, ángulos y la superficie de un objeto para su desarrollo. ⁽⁷⁾

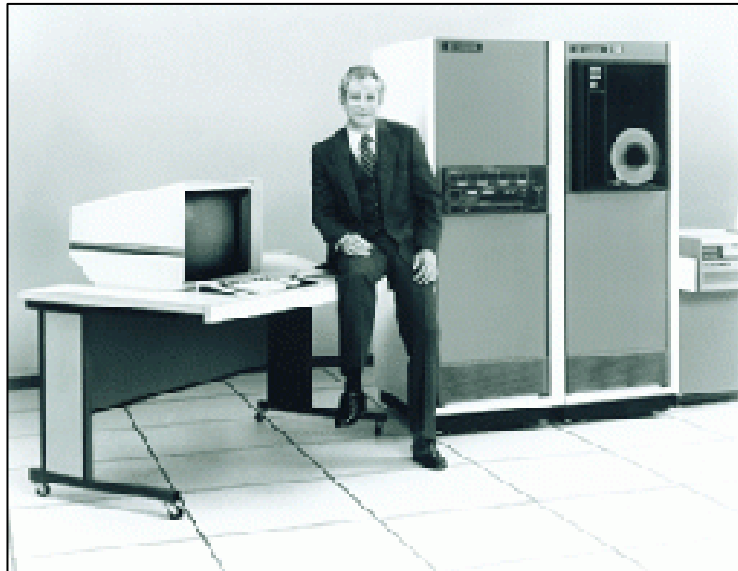


Fig. 16 Dr. Patrick Hanrati, se le considera el padre de la tecnología CAD-CAM

Estos sistemas fueron introducidos en el campo odontológico en 1971 de forma experimental y teórica, en la década de los 80 cuando WH Mormann y

M. Brandestini Brains Inc (Suiza), aplicaron estos sistemas a la clínica desarrollando el sistema Cerec.

La primera incrustación producida por CAD/CAM en un consultorio se realizó en 1985 utilizando un bloque de cerámica que comprende cerámica feldespática de grano fino. ⁽⁶⁾

2.3 Ventajas y desventajas

La tecnología CAD/CAM ofrece múltiples ventajas en el área odontológica, así como muchos beneficios para el paciente.

Las principales son:

- Uso de materiales de alta calidad en restauraciones
- El tiempo se acorta por la simplicidad del diseño y la manufactura al momento
- Del lado clínico, una de las ventajas es la precisión de las restauraciones
- Permite restauraciones con mejor sellado marginal que se encuentren dentro del rango aceptable que son (<120 µm)
- Es aplicable en diversos tipos de prótesis como la total o la parcial fija, rehabilitaciones sobre implantes, entre otros
- El sistema permite el manejo de diferentes tipos de material como: resinas compuestas, cromo cobalto, zirconias y cerámicas.

Entre los inconvenientes de la tecnología digital destacan:

- El alto costo de inversión inicial para la adquisición del sistema CAD/CAM
- También lleva la necesidad de actualizarse y capacitarse constantemente para el desarrollo completo de este sistema.
- El CAD no registra lo que no ve, precisa de preparaciones nítidas. ^(6, 7)

2.4 Fases de procesamiento

Para la realización de cualquiera de los múltiples tratamientos permitidos mediante los sistemas CAD/CAM, constan de las siguientes fases:

1. **Digitalización** del sustrato sobre el cual se va a diseñar la restauración
2. **Diseño por ordenador**, se realiza mediante el software CAD específico de cada sistema, se diseña la copia de la estructura protésica o bien la restauración final
3. **Fabricación física**, una vez obtenido el diseño de la estructura a confeccionar mediante la fase CAM. ⁽⁸⁾

Digitalización

Es el método por el cual se logra el registro tridimensional de la preparación dentaria a través de un escáner. El escáner es una herramienta del sistema que se encarga de obtener una imagen tridimensional de las preparaciones, de los dientes adyacentes y registros oclusales. ^(8,9)

En cuanto a los métodos de digitalización, los medios ópticos permiten el escaneado del objeto sin contactar con el mismo, por lo que presenta una ventaja cuando los tejidos son blandos o frágiles. Pearson y cols compararon la eficacia de la digitalización óptica con la mecánica una similar exactitud de ambos métodos. ⁽⁶⁾

El registro puede obtenerse de forma intraoral sin necesidad de tomar impresiones o de manera extraoral obtenida de una impresión de la preparación dental.

Existen dos tipos de escáner:

- a. Escáner óptico: de este escáner se obtiene las estructuras tridimensionales a partir de un proceso llamado triangulación activa, procedimiento por el cual el sensor del escáner capta la información. Se genera una luz sobre la preparación que es proyectada, el sensor del

escáner capta la información dependiendo del Angulo de proyección y del patrón de sombras que genera. La escala de profundidad en este procedimiento depende del Angulo de triangulación. Las fuentes de iluminación pueden ser de luz blanca o cono laser, dependiendo del sistema. (Fig. 17)



Fig. 17 Escáner óptico o intraoral

- b. Escáner mecánico: para obtener los datos de digitalización, se requiere de una impresión convencional de las preparaciones dentarias. El registro del yeso con este método puede ser afectado por la geometría del objeto, las irregularidades y el tamaño del sensor. La información se trasmite al programa hasta conformar una imagen tridimensional. ⁽⁹⁾ (Fig. 18)



Fig. 18 Escáner mecánico

Una vez obtenida la imagen tridimensional de la preparación dental, se introduce en un programa especial para su diseño. Debe destacarse que la precisión y fiabilidad de los datos que se obtengan en el escaneado del modelo, radica gran parte del éxito del resultado final.

Diseño por ordenador

Una vez obtenida la imagen tridimensional, mediante un software se diseña la cofia de la estructura protésica deseada. Se detecta la línea de terminación cervical y la configuración de los pilares, es posible determinar la anatomía dental, las dimensiones de los pilares, los conectores de la restauración. Es posible diseñar desde restauraciones parciales y carillas hasta coronas individuales, estructuras de varias unidades y sobreestructuras.

El diseño de las restauraciones es almacenado en un archivo y enviado al centro de producción para que maquine la estructura. ⁽⁹⁾ (Fig. 20)

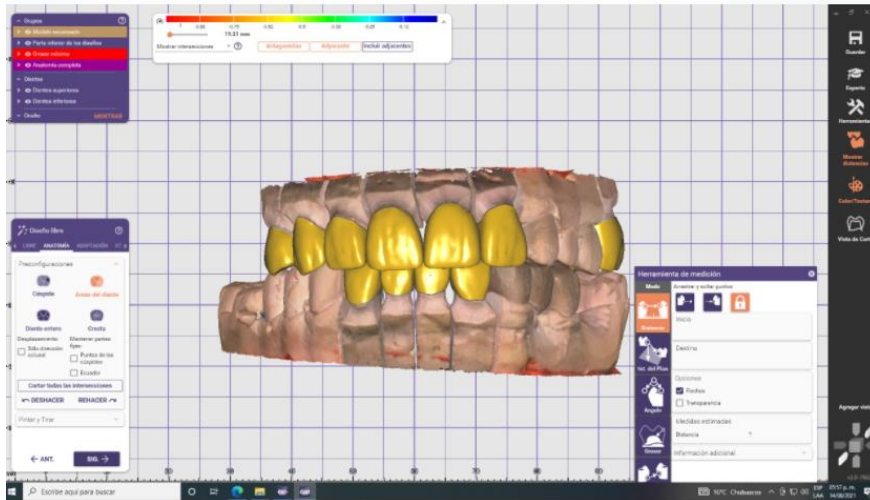


Fig. 20 Digitalización y diseño por computadora

Fabricación física

Una máquina, mediante un software, es la encargada de procesar los datos digitalizados y de transformar la información del diseño en la estructura protésica. Se logra mediante el tallado de bloques cerámicos de diferentes materiales.

Estos equipos de procesamiento se distinguen por el número de ejes de maquinado, entre más ejes, mayor complejidad del maquinado. La calidad de la restauración no depende del número de ejes de la máquina, sino de la digitalización, proceso de la información y la producción. ⁽⁹⁾ (Fig.21)



Fig. 21 Fresadora dental ZENOTEC mini

Equipos de 3 ejes: tienen movimientos en las tres direcciones espaciales (X, Y, Z). Cada eje es un valor que genera los movimientos necesarios para obtener la restauración diseñada. Estos equipos usan toda el área dental y pueden girar el patrón de maquinado 180° en el transcurso del proceso. Tiene como ventaja el menor desgaste del equipo y menor equipo de procesamiento.

Equipos de 4 ejes: adicional a los ejes X, Y y Z, estos equipos pueden girar el puente de tensión de manera infinita (eje A), es decir sobre el cual está apoyado el material que se necesita. Esto logra un desplazamiento vertical mayor y es posible ahorrar material y tiempo del procesamiento.

Equipo de 5 ejes: adicionalmente a los tres ejes espaciales X, Y, Z y la rotación del puente de tensión (A), existen equipos con los cuales es posible que el huso de maquinado también rote, generando otro eje de rotación (eje B). permite maquinar geometrías complejas como subsecciones como estructuras de puentes fijos con varios pódicos, pilares y estructuras anatómicas. (9,10)

Tipo de fresado

Fresado en húmedo

Las fresadoras en húmedo utilizan agua (normal o destilada) la cual se utiliza para fresar el cubo o el material. Es muy importante la limpieza del tanque y el filtro. Usualmente el fresado en húmedo se utiliza para cerámicas como disilicato de litio, resinas feldespáticas y titanio.

Fresado en seco

Las fresadoras en seco necesitan un compresor de aire y un extractor para remover los residuos de material que quedan del fresado. Los materiales más usados para el fresado en seco son la zirconia, PMMA y cera. (11)

CAPITULO 3: GRAFENO

3.1 Generalidades

El grafeno y sus derivados son muy utilizados en ciencia y tecnología por los beneficios que otorgan sus propiedades fisicoquímicas. En el área de la salud, se destacan sus propiedades biológicas debido a su elevada biocompatibilidad, interacción celular y su actividad antibacteriana.

El grafeno es un derivado del grafito. Puede definirse como un material bidimensional caracterizada por presentar una estructura hexagonal cristalina basada en átomos de carbono que se unen mediante enlaces sp^2 ⁽¹⁵⁾, posee una estructura semejante a un panal de abeja y al ser comparado con otras nanoestructuras de carbono presenta un mejor grado de biocompatibilidad debido a sus características superficiales. ⁽¹²⁾ (Fig. 22)

Es un material ligero, pues una lámina de 1 metro pesa 0,77 miligramos. Debido a estas medidas se le puede considerar un material de dos dimensiones.

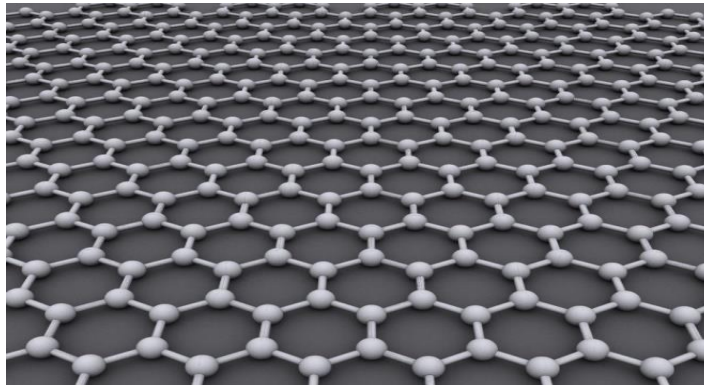


Fig. 22 El grafeno se caracteriza por su estructura hexagonal

Esa forma, le otorga diferentes características:

- Alta conductibilidad térmica y eléctrica
- Alta flexibilidad y dureza, el grafeno es 200 veces más duro que el acero e incluso que el diamante
- Resistencia
- Es tan ligero como la fibra de carbono, pero más flexible
- Es transparente

El grafeno fue descubierto en 2004 por André Geim y Konstantin Novoselov, de origen ruso, y en el año 2010 recibieron el Premio Nobel de Física. ⁽¹³⁾ Lograron aislar el grafeno a temperatura ambiente, logrando las primeras mediciones electrónicas, lo obtuvieron a partir del grafito, material de las minas de lápices y lograron una lámina de un grosor de un solo átomo (Fig. 23).

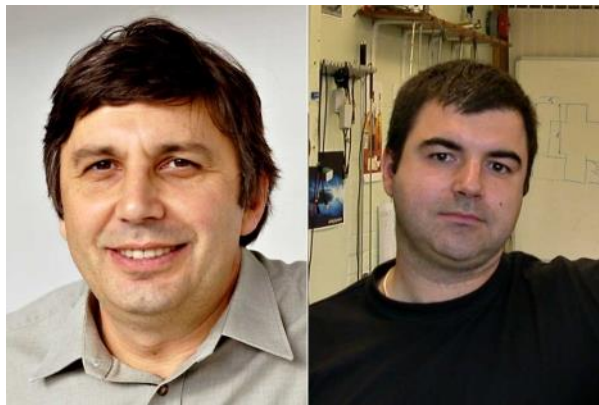


Fig. 23 André Geim y Konstantin Novoselov, Premio Nobel de física. 2010

El carbono tiene varias formas alotrópicas (Fig.), esto se refiere a la existencia, especialmente en el estado sólido de dos o más formas estructurales moleculares o cristalinas de un elemento. Los alotropos del carbono pueden ser: ⁽¹⁴⁾ (Fig. 24)

- Tridimensionales: diamante, grafito
- Bidimensionales: grafeno
- Monodimensionales: nanotubos
- Cero dimensionales: fullerenos

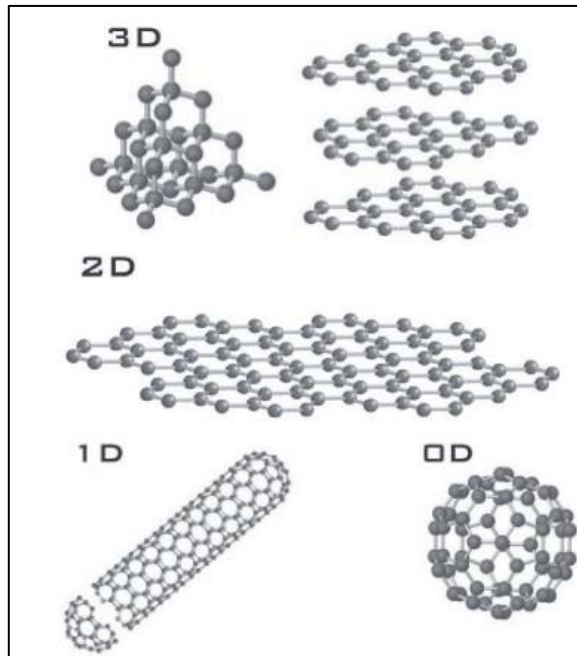


Fig.24 Formas alotrópicas del carbono. Diamante, grafito (3D); grafeno (2D); nanotubos (1D); fullerenos (0D)

El grafeno es una sustancia formada por carbón puro, con átomos dispuestos en un patrón regular hexagonal similar al grafito, pero comprimido en una hoja de un átomo de espesor.

Es un material delgado y resistente, como conductor de electricidad se comporta como el cobre y como conductor de calor, supera a cualquier otro material conocido. Es casi completamente tan denso que ni siquiera el helio, el átomo de gas más pequeño, puede atravesarlo.

El grafeno puede ser clasificado en tres tipos:

- Monocapaca

- Bicapa
- Aquel que se encuentra entre el rango de tres a diez capas

A pesar de ello las propiedades presentes en este material son muy comunes.

La obtención del grafeno se realiza mediante el proceso de exfoliación micro mecánica (micromechanical cleavage), en la que se lleva a cabo mediante una separación de la capa más externa en la superficie de un grafito. ⁽¹⁴⁾ La técnica de exfoliación micro mecánica consiste en que, en la superficie limpia, nueva, tersa de un cristal de grafito, se le somete a un raspado fino de arriba abajo, mediante el empleo de un objeto de superficie sólida o al descaramiento repetido utilizando cinta adhesiva con el propósito de extraer hojuelas extremadamente delgadas unidas a estos objetos.

La mayoría de estas hojuelas son tridimensionales, es decir, son grafito. El grafito está constituido por un gran número de placas superpuestas de cristales de grafeno, el descaramiento se puede llevar mediante la utilización de cinta adhesiva para así poder extraer las hojas muy delgadas. ⁽¹⁴⁾

Los primeros intentos por aislar el grafeno se concentraron en la aplicación de la técnica de exfoliación química, que consiste en insertar, intercalándolos, moléculas o átomos en la masa de grafito, de tal manera que los planos de grafeno pueden ser separados en capas unidos a las moléculas o átomos en la masa de grafito, de tal manera que los planos de grafeno puedan ser separados en capas unidos a las moléculas o átomos insertados.

Después, mediante una reacción química, se separan los átomos o moléculas que se insertaron obteniendo un sedimento consiste de residuos y hojas de grafeno enrolladas.

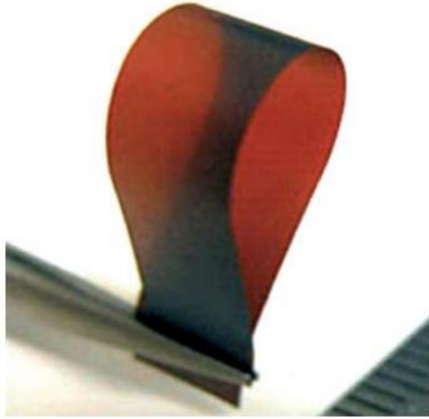


Fig. 25 Hoja de óxido de grafeno

3.2 Propiedades

El grafeno es una sustancia con interesantes propiedades. Estas propiedades, junto a la abundancia del carbono es la naturaleza, han hecho que sea un material muy estudiado y con grandes posibilidades.

Las propiedades más destacadas del grafeno son ⁽¹⁶⁾:

- Alta conductibilidad térmica y gran conductibilidad eléctrica
- Material transparente
- Alta elasticidad y flexibilidad
- Alta dureza
- No le afecta la radiación ionizante
- Alta resistencia, el grafeno es aproximadamente 200 veces más resistente que el acero, similar a la resistencia del diamante, pero mucho más ligero
- Químicamente el grafeno reacciona con otras sustancias para formar compuestos con diversas propiedades, transformándolo en un gran material de gran potencial electro tecnológico
- Elevada densidad, no deja pasar los átomos de Helio

- Presenta alta resistencia a la ionización.

3.3 Aplicaciones del grafeno

El grafeno tiene varios campos de aplicación como la ingeniería, electrónica, área biomédica, entre otros. Se han realizado investigaciones para su uso en textiles y calzado, por ejemplo, chalecos antibalas, cascos y ropa inteligente con fines médicos. ⁽¹⁷⁾

En el área biomédica, se han estudiado los nanomateriales a base de grafeno, especialmente de GO, se han usado como andamios para la regeneración cardíaca, nerviosa, piel, cartílago y tejido óseo. Se puede usar para el suministro de fármacos, contribuir en la secuenciación de ADN, en biosensores, terapia contra el cáncer, entre otros. Los biosensores a base de grafeno se usan para la detección de pequeñas moléculas como la dopamina y glucosa, mejorando la respuesta de estos. ⁽¹⁸⁾

Por sus propiedades antimicrobianas, científicos chinos desarrollaron una forma de grafeno en forma de hoja de papel, en donde sus aplicaciones en el ámbito sanitario pueden ser utilizados como recubrimiento de vendajes y apósitos, esto facilita la cura de heridas disminuyendo la posibilidad de infecciones.

La alta reactividad del grafeno con otros elementos químicos distintos del carbono es una de las características que más atrae la atención en el campo de la investigación. Se han descubierto algunos derivados de grafeno, como el grafano, mediante la adición del hidrogeno en su estructura molecular da un material aislante. Debido a las propiedades en este material se ha utilizado en diversos campos. ⁽¹⁹⁾

Las propiedades del grafeno lo hacen un candidato ideal para la creación de implantes, ser un reemplazo para circuitos nerviosos lesionado o creando

implantes de retina. Su uso no solo se limita a la regeneración nerviosa, sino que cabe la posibilidad de crear implantes musculares y de hueso. ⁽²⁰⁾

3.3 Aplicación del grafeno en odontología

Las propiedades que posee el grafeno hacen de él un material con un gran potencial para la fabricación de otros materiales compuestos.

La incorporación del grafeno en las resinas acrílicas constituye una estrategia novedosa para mejorar sus propiedades mecánicas, aumentando el módulo elástico como la tenacidad, reduciendo la aparición de grietas y la propagación de las mismas, así como disminuyendo el grado de contracción durante la polimerización. ⁽²¹⁾

Dado que es un buen conductor térmico y que el proceso de polimerización de la resina acrílica necesita un aporte de calor para completarse, la adición de grafeno permite una mayor conversión de polimerización.

El grafeno es el candidato ideal para mejorar las presentaciones de las resinas acrílicas autopolimerizables para uso dental, no solo por su elevada resistencia a la tracción, sino que también por su gran relación resistencia-peso. ⁽²²⁾

Actualmente la distribución de grafeno en el área dental se hace mediante empresas del Grupo Grafeno. En México el distribuidor oficial de G-CAM discos estabilizados con grafeno CAD-CAM se hace mediante GF Dentallab S.A de C.V. (Fig. 26)

Fig. 26 Discos de grafeno



Preparación del diente

Las preparaciones para restauraciones en grafeno, deben de tener una línea de terminación en chanfero o en hombro. Esta línea de preparación, permitirá que al cementar la corona el material fluya y el excedente pueda ser eliminado. Se debe de tener un espesor mínimo de 0.4 mm en las preparaciones, esto permite obtener mejores propiedades del material.

Para un diente pilar en dientes anteriores y posteriores se recomienda que el desgaste mínimo necesario a nivel cervical sea de 0.4 mm, en caras axiales de 0.6 mm y en incisal/oclusal de 0.6 mm. ⁽²³⁾ (Fig. 27)

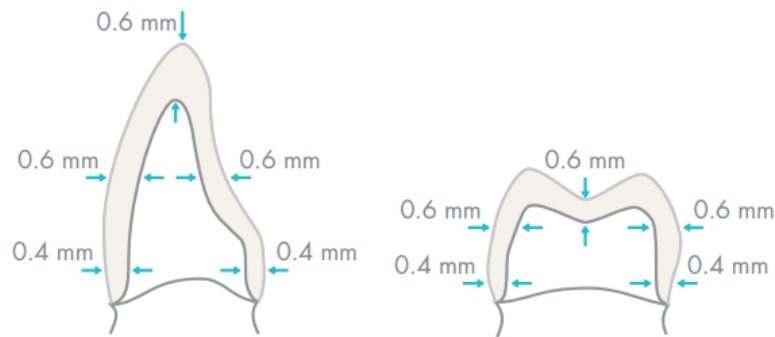


Fig. 27 Espesor de pared en restauraciones en dientes anteriores y posteriores

3.4.1 Propiedades

Las propiedades que posee el grafeno hacen de él un material con un gran potencial para la fabricación de otros materiales compuestos.

Entre sus principales propiedades se encuentran conductividad térmica y eléctrica, su alta resistencia a la tracción, su baja densidad y su bajo coeficiente de expansión térmica. Además, al ser carbono, el grafeno es completamente ecológico y reciclable.

Los discos con dopajes de grafeno aportan innumerables propiedades a las estructuras dentales, cumplen con todos los requisitos para convertirse en el material idóneo para trabajos protésicos con la tecnología CAD/CAM.

Modulo elástico	>3200 MPa
Resistencia a la torsión	>134 MPa
Dureza superficial	236 Shores
Absorción de agua	15 µg/mm ³
Monómero residual	<0.1 %

Tabla 1 Propiedades del material

Propiedades físicas

- ✓ Apariencia similar a la de los tejidos del medio oral, esto lo hace ideal para las zonas que sean más estéticas.
- ✓ Tiene una amplia gama cromática, incluso en una misma pieza, resultando extremadamente natural.
- ✓ Temperatura de transición vítrea (Tg) alta. Esto evita su ablandamiento y distorsión durante su uso y limpieza.
- ✓ La densidad del material es baja lo que hace a la prótesis ligera
- ✓ Elevada conductividad eléctrica manteniendo una mucosa oral saludable y responde de forma normal a estímulos de calor o frío.
- ✓ Es un material translucido lo que brinda una alta transparencia imitando la estética natural del diente.
- ✓ Es un material estanco y estable lo que no permite la acumulación de sarro.

Propiedades mecánicas

- Elevado modulo y limite elástico asegurando que las tensiones generadas durante la mordida y la masticación no generen deformaciones.

- Elevada resistencia a la deformación y límite de fatiga evitando la formación de grietas y fracturas.
- Elevada resistencia al impacto, útil en el caso de las prótesis removibles.
- Presenta una gran resistencia a la abrasión lo que evita el excesivo desgaste debido a la limpieza de las prótesis o la ingesta de alimentos.
- Dureza del material evitando desgastes por la abrasión de ciertos alimentos, productos limpiadores, entre otros.
- La capacidad de flexión y de adición de materiales fotopolimerizables ayudando a la durabilidad de los tratamientos.

Propiedades químicas

- Es químicamente inerte.
- Es insoluble en fluidos orales.
- No absorbe agua ni saliva, por lo que las propiedades mecánicas no se ven alteradas y es totalmente higiénico.
- No permite el fenómeno de bimetalismo.

Propiedades biológicas

- No es irritable ni tóxico para el paciente.
- Ha superado las pruebas de citotoxicidad y genética realizadas por la Universidad de Alcalá y por el Instituto Valenciano de Microbiología (IVAMI).
- Prueba de citotoxicidad in vitro. Norma ISO 10993-5: 2009.
- Prueba de revisión de mutaciones bacterianas. Normas ISO 10993-3:2014 y OECD 471:1997.
- No permite el crecimiento de bacterias u hongos.
- Es antialérgico.
- Incorpora, mediante un proceso de plasma, productos desinfectantes de liberación prolongada en el tiempo.

3.4.2 Selección de color

La selección del color de las prótesis fijas o removibles es uno de los procedimientos más difíciles con el cual se enfrenta la odontología restauradora. ⁽²³⁾

Esto es uno de los factores más importantes para la estética de la prótesis fija y en general de toda la prótesis.

En el color es preciso distinguir varios factores:

- Valor: se refiere a la luminosidad, la cantidad de luz o de oscuridad que presenta. Va del valor más alto, blanco, al más bajo, negro.
- Hue (naturaleza): es la naturaleza del color, tono o matiz, lo que distingue un color de otro. Depende de la longitud de la onda de luz
- Chroma (saturación): este factor es la saturación, la intensidad

La luz influye sobre el color de forma importante. Cuando no hay luz, no hay color. A más luz más valor, a menos luz menos valor. ⁽²⁴⁾

La selección de color en prótesis puede ser influenciada por diferentes factores, entre los cuales se destacan:

- Ambiente
- Observador
- Objeto
- Fuente de luz
- Escalas de colores
- Comunicación C.D. y técnico dental.

Las escalas de colores presentan una serie de limitaciones, como el número reducido de matices cuando se compara con las variaciones dentina. ⁽²³⁾

Actualmente se ofrece un amplio catálogo de cromática que garantiza soluciones integrales. La colorimetría de G-CAM, basada en la guía VITA

Classical, no se limita a colores intermedios, esto permite obtener colores mediante maquillajes de superficie fotopolimerizables en laboratorio.

El disco con dopajes de grafeno G-CAM, indicado especialmente para estructuras dentales permanentes, está disponible en distintas capas cromáticas que aporta un aspecto estético extremadamente natural.

Los discos G-CAM puede encontrarse en tres formatos diferentes:

- G-CAM Monochroma, de un color puro
- G-CAM Multichroma, que posee una gama única basada en colores naturales con alta traslucidez.
- G-CAM Therapeutical, indicado en restauraciones temporales (en desarrollo)

G-CAM está disponible en colores dentales: BL2, A1, A2, A3, A3.5, B2 Y C2. ⁽²²⁾ (Fig. 28)



Fig. 28 Presentación de discos de diferentes grosores y colores dentales

La guía VITA Classical presenta 16 lengüetas y se encuentran ordenadas por tonos de cuatro grupos que presentan cuatro tonos distintos:

- A, rojizo marranaceo
- B, rojizo- amarillo
- C, es amarillo con un menor valor, es un subgrupo del B con menor valor, grisáceo

- D, es rojo-gris



Fig. 29 Colorímetro VITA Classical

Este material da la transparencia necesaria para imitar la estética natural del diente, también permite obtener colores opacos para evitar transparencias de muñones con cambio o pernos metálicos. (Fig. 30)



Fig. 30 Corona de grafeno mostrando la naturalidad que puede presentar

CAPITULO 4 DISEÑO Y ELABORACION DE PROTESIS FIJA EN GRAFENO

4.1 Escáner

Los escáneres de laboratorio trabajan como los escáneres 3D tradicionales y por ende son usados para escanear objetos fuera de boca. La diferencia está en la precisión y velocidad.

Estos usan cámaras, luz y plataformas rotativas, estos equipos pueden ser usados para escanear una gran variedad de diseños dentales, como modelos para restauraciones, articuladores, implantes, etc.

CADstar es un fabricante australiano que ha desarrollado una gama de escáneres 3D para el sector dental, está diseñado para profesionales y proporciona un escaneo completo de una prótesis dental en solo 12 segundos. El escáner 3D dental ofrece una precisión de 5 micrones y la capacidad de escanear a todo el color. Basado en el proceso de luz estructurada, ofrece tres formatos de exportación: STL, OBJ y PLY. ⁽²⁶⁾ (Fig. 31)

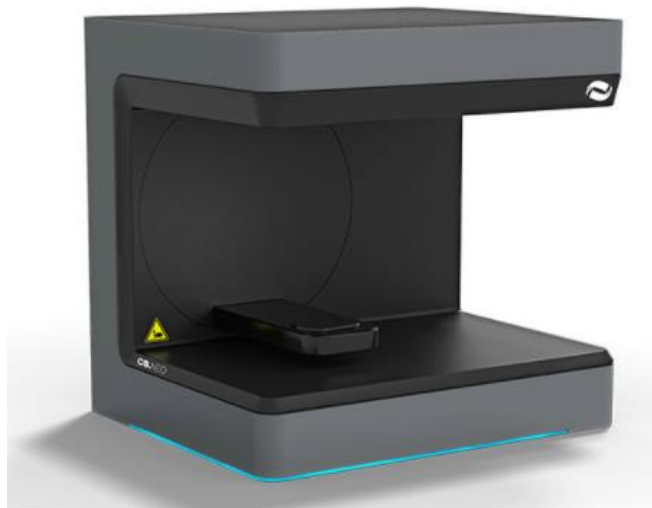


Fig. 31 CS.Neo Pro

Para la digitalización de un modelo dental, es necesario meter una orden de trabajo en el sistema, siendo este el primer paso para obtener un trabajo adecuado. En esta orden se selecciona el tipo de trabajo, material y dientes en que se van a trabajar. Teniendo la orden se da la opción de escanear para digitalizar el modelo de yeso (fig. 32)

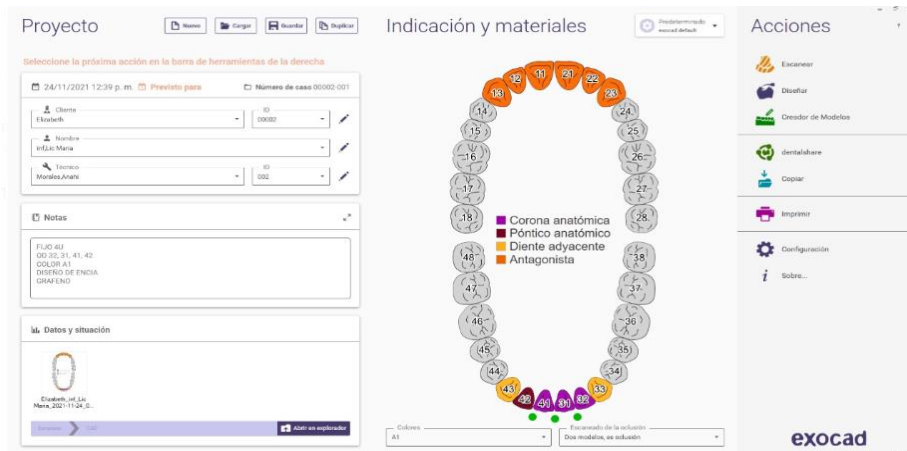


Fig. 32 Orden dental en el sistema CAD

Se ubica el modelo de yeso en la base del escáner, siempre teniendo en cuenta que las caras vestibulares van direccionadas a los lentes ópticos. (Fig. 33)



Fig. 33 Posición y digitalización del modelo en el escáner mecánico

Teniendo abierta la ventana del escáner se procede a digitalizar. (Fig. 34) Se escanea el modelo en oclusión, mandíbula, maxilar y muñones, teniendo el apoyo de los soportes. Terminando el escaneo se genera el fichero mesh dando oportunidad de cerrar las mallas abierta y tener un buen archivo para el diseño

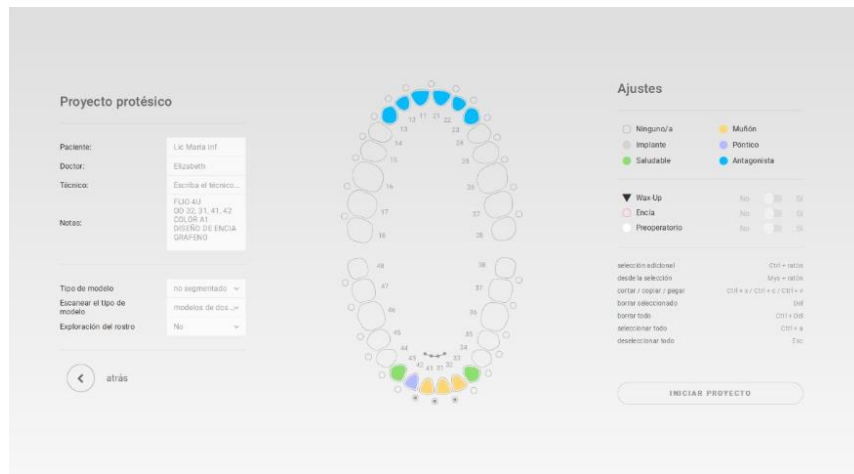


Fig. 34 Ventana de escáner

El archivo mesh es un nombre de extensión para los archivos que contienen datos de malla 3D. estos archivos son utilizados por muchos programas de diseño asistido por computadora, visualización de datos y motores de juegos. (27) (Fig. 35)

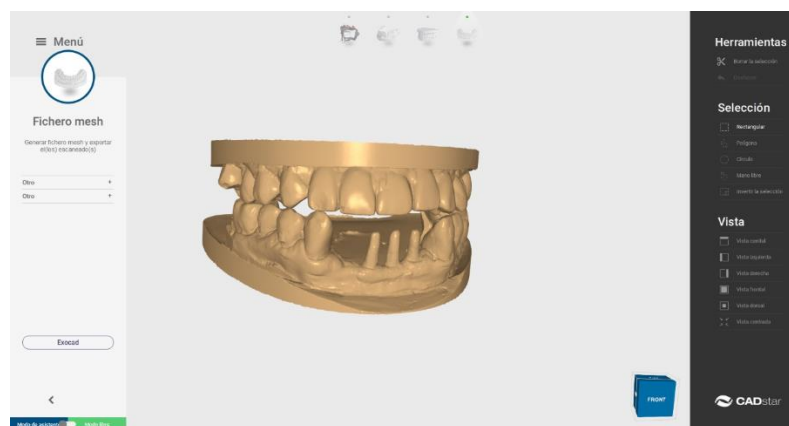


Fig. 35 Archivo mesh generado

4.2 Diseño

Exocad DentalCad es un avanzado sistema CAD libre, abierto y divisible para aplicaciones dentales. ⁽²⁸⁾ Es la herramienta para todo técnico dental que desee ser parte del futuro de la odontología digital. En una versión básica del software cubre una amplia variedad de restauraciones. Es fácil de aprender, esto ayudara a minimizar los costos de formación y maximizar la productividad. Este sistema modular proporciona gran flexibilidad. ⁽²⁹⁾ exocad cuenta con diferentes tipos de software enfocados para cada línea de producción, ya sea clínica o laboratorio. ⁽²⁸⁾

En este paso, se crea el diseño. Se abre la ventana de exocad para empezar a diseñar, dando detalles al modelo escaneado, aliviando retenciones o pequeñas imperfecciones para poder generar restauraciones adecuadas.

Como primer paso, nos pide que seleccionemos la línea de margen, esto es con la finalidad de que la corona selle perfectamente. Seguimos toda la línea de preparación. (fig. 36)

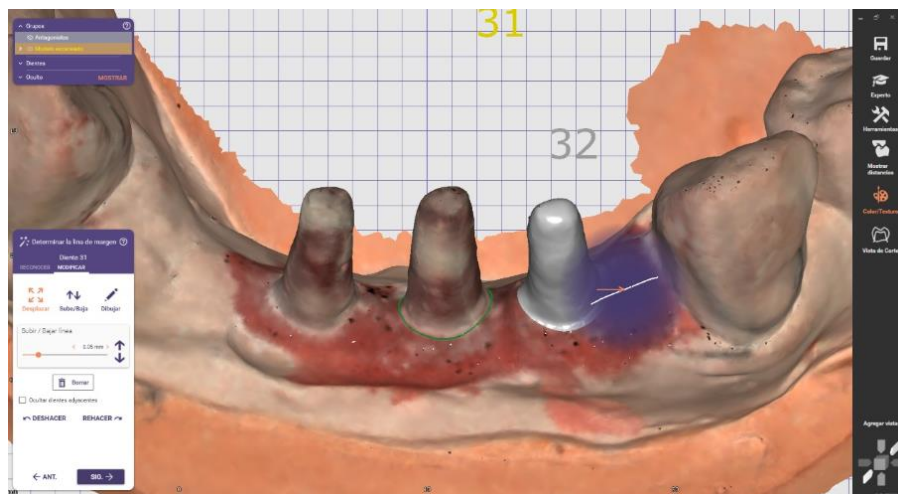


Fig. 36 Selección de línea de margen

Teniendo la línea seleccionada daremos dirección del eje de inserción, esto con la finalidad de que la restauración entre en un solo sentido, teniendo las paredes de la restauración paralelizadas. Si en el modelo escaneado no distingue la línea de preparación, una o varias de las paredes de la restauración no sea reconocida por el sistema, lo que ocasionara que el eje de inserción no sea el adecuado. (fig. 37)

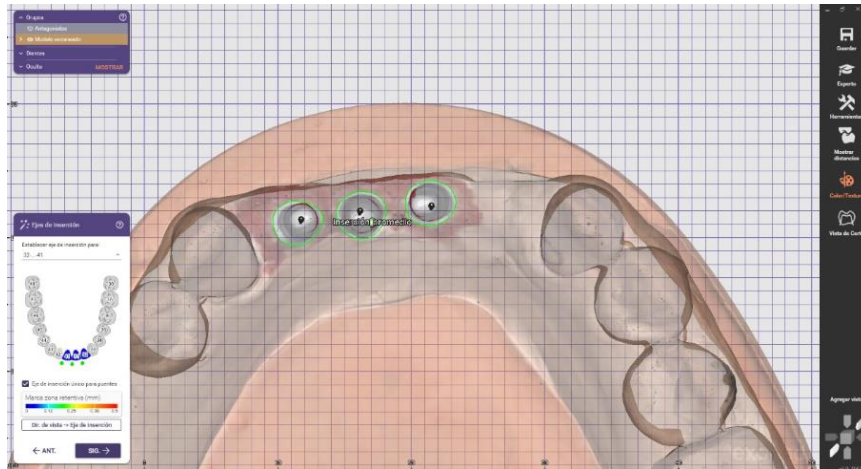


Fig. 37 Selección del eje de inserción

Una vez obtenido el eje de inserción nos da paso al grosor mínimo, a la base de la estructura (fig. 38) y a la opción de posicionamiento de dientes. Esto con la finalidad de colocar las futuras coronas en su posición, dándole anchura y el largo adecuado, esto se realiza con la ventana de herramientas o con comandos del teclado y mouse.

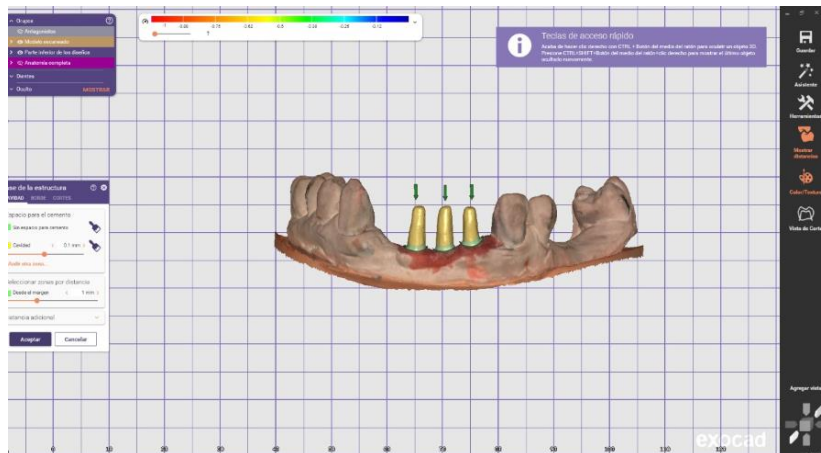


Fig. 38 Base de la estructura, en este paso nos da los parámetros para la cavidad, borde y cortes

Con los dientes arrojados automáticamente sobre el diseño podemos ir posicionándolos de tal modo que los espacios estén compensados, donde la altura y la forma sean las adecuadas. Podemos tener la opción de cambiar la biblioteca de los dientes por la que más se adecue a la forma de los dientes adyacentes del paciente (fig. 39)

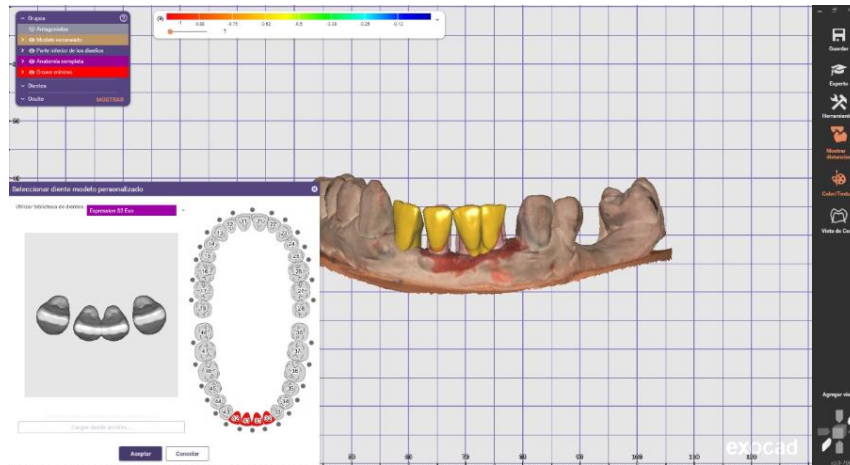


Fig. 39 Selección de la biblioteca dental, adecuándose a los dientes adyacentes del paciente

Una vez teniendo la posición adecuada pasamos al diseño libre de las restauraciones, donde los dientes se adaptan a la línea de terminación cervical, en caso de los pónicos se deben de adaptar a la encía puesto que es necesario tener una idea clara de donde debe de terminar la corona. También se da el diseño de las restauraciones, modificando parte de las coronas, como el largo, el ancho y en ocasiones la forma. (fig. 40)

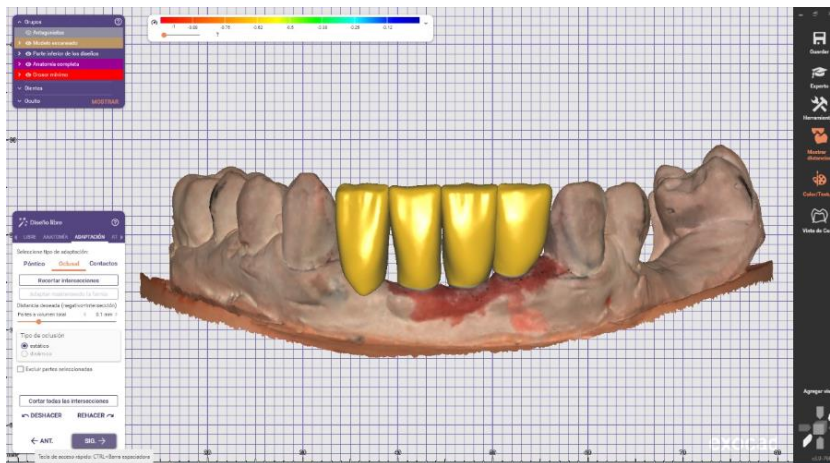


Fig. 40 Diseño libre de las restauraciones.

En las opciones donde el caso de diseño de encía sea necesario, se debe de marcar en la orden dental. Se debe de seleccionar el eje de inserción y delimitar la zona donde se va a colocar. Una vez delimitada la zona, de debe de adaptar y diseñar de acuerdo a las necesidades del paciente. (fig. 41)

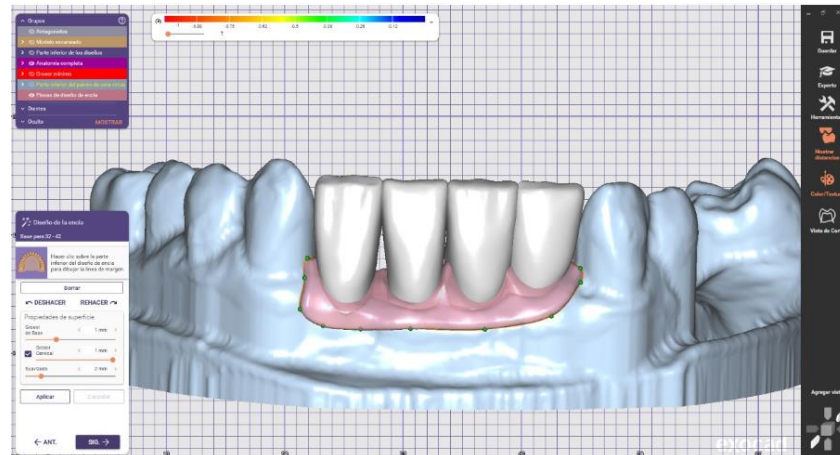


Fig. 41 diseño de encía sobre el modelo escaneado

Una vez terminado el diseño de encía, se procede a la colocación de los conectores, en caso de ser necesario, pues con el diseño de encía nos da el soporte necesario para que ninguna de las coronas se mueva. Terminando el diseño se guarda en un archivo STL para poder ser procesado en el software CAM. (fig. 42)

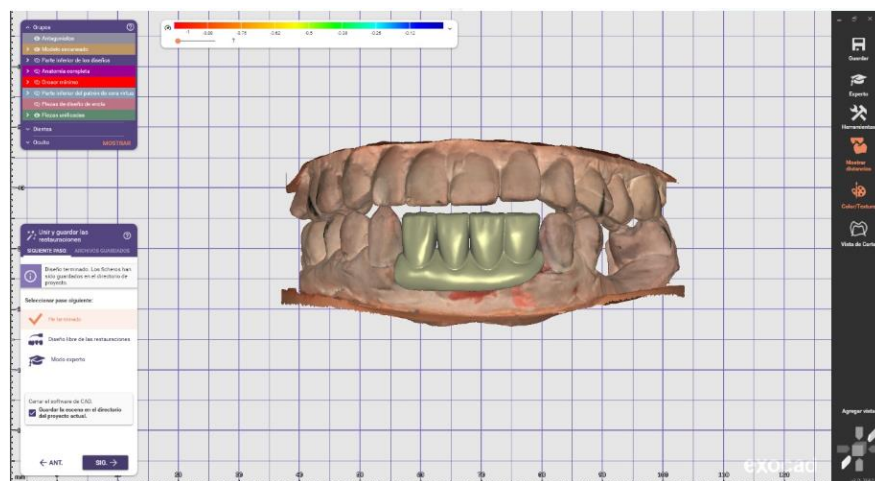


Fig. 42 Diseño prótesis parcial fija de 4 unidades terminado

4.3 Obtención en físico

En este paso se realiza la obtención del diseño en físico mediante el archivo STL. El formato de archivo STL es el formato de transmisión de datos estándar por excelencia de la industria de creación rápida de prototipos. Casi todos los sistemas de CAD actuales pueden generar un archivo STL. (30)

En este paso se abre la ventana del programa dialogo principal CAM de la fresadora Wieland Dental. Donde importaremos el diseño en formato STL. (fig. 43)

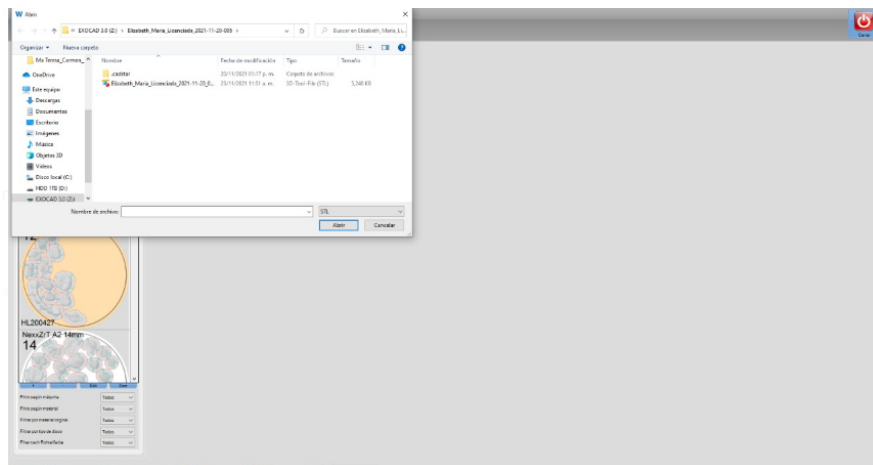


Fig. 43 Importación del diseño en formato STL

Después de seleccionar el archivo se pasa a la preparación del diseño, donde se selecciona el tipo de material y de restauración. Los materiales van desde la zirconia, el PMMA, la cera, CrCo, entre otros. Y en restauraciones las opciones son coronas, carillas, incrustaciones, puentes, etc. En este paso, si es necesario, se selecciona el eje de dirección de la fresa, esto solo se realiza en restauraciones unitarias. En caso de prótesis parcial fija el eje de dirección de la fresa está de acuerdo a la estrategia seleccionada por el sistema. (fig. 44)

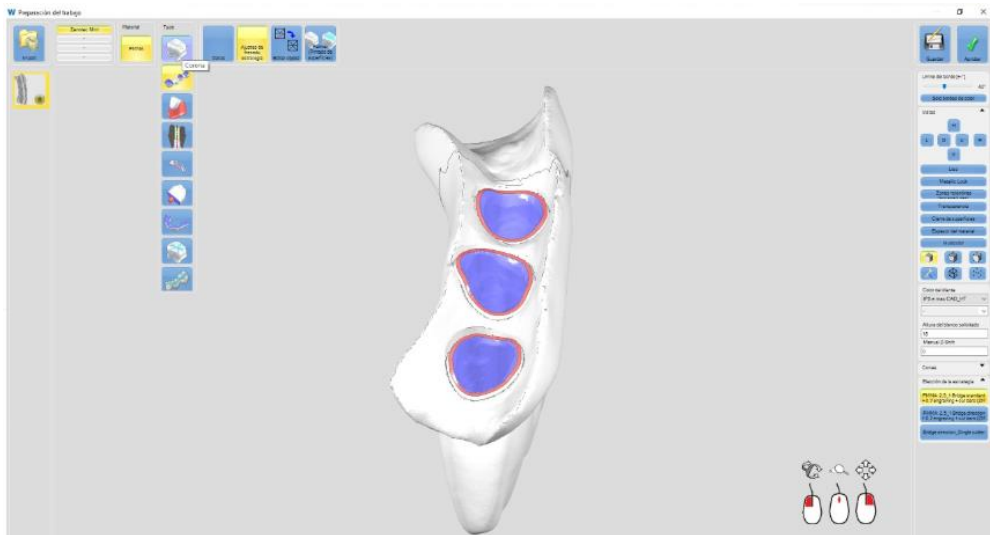


Fig. 44 Preparación del archivo STL

Una vez preparado el archivo, nos regresamos a la ventana del dialogo principal CAM donde muestra el trabajo realizado y se selecciona el disco en donde se va a fresar el diseño. En este paso acomodaremos el diseño en el disco de acuerdo al espacio que necesite, una vez acomodado es necesario colocar barras que ayuden a sostener el diseño en el disco. Una vez acomodado se coloca los datos necesarios y se calcula el trabajo. (fig. 45)



Fig. 45 Posicionamiento del diseño en el disco del material a fresar

Una vez calculado el tiempo de trabajo (fig. 46) nos redirecciona a la ventana del software CAM para poder dar la orden de fresado (fig. 47)

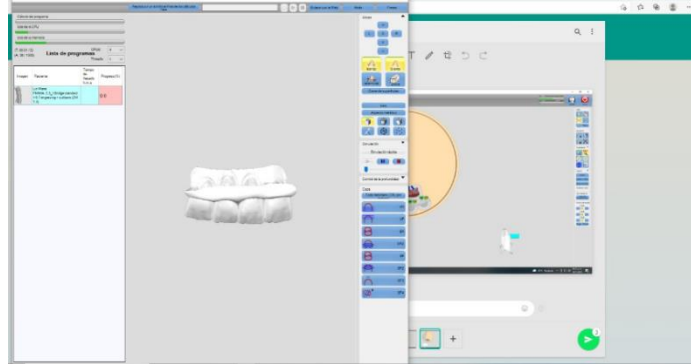


Fig. 46 Calculo del tiempo de fresado del diseño

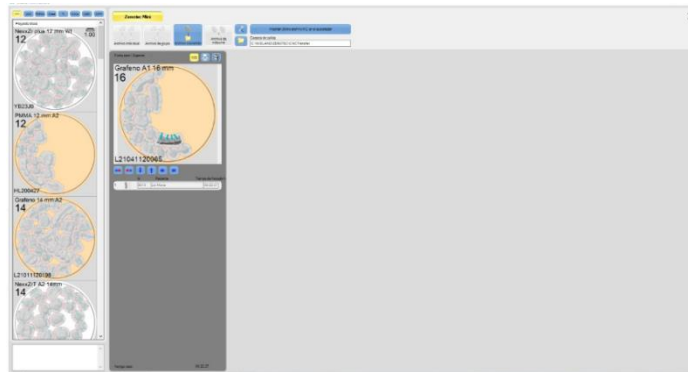


Fig. 47 Ventana de gestor de fresado

Por otro lado, se acomoda el disco dentro de la fresadora, sujetando bien el disco en el brazo mediante los tornillos, teniendo en cuenta que deben de estar apretados, así evitamos cualquier movimiento del disco lo que ocasionaría un mal fresado. (fig. 48)

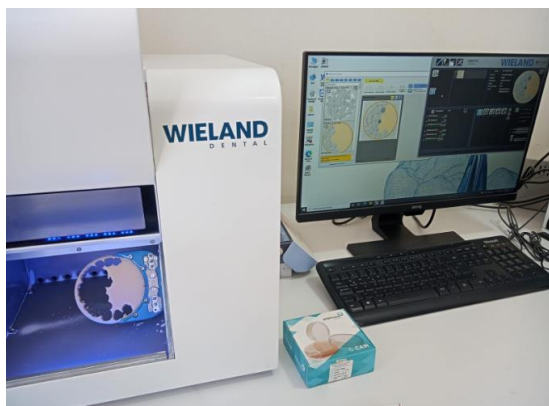


Fig. 48 Colocación del disco en la fresadora

Terminando el tiempo de fresado, se recupera el disco de la fresadora para dar continuidad al proceso. (fig. 49)

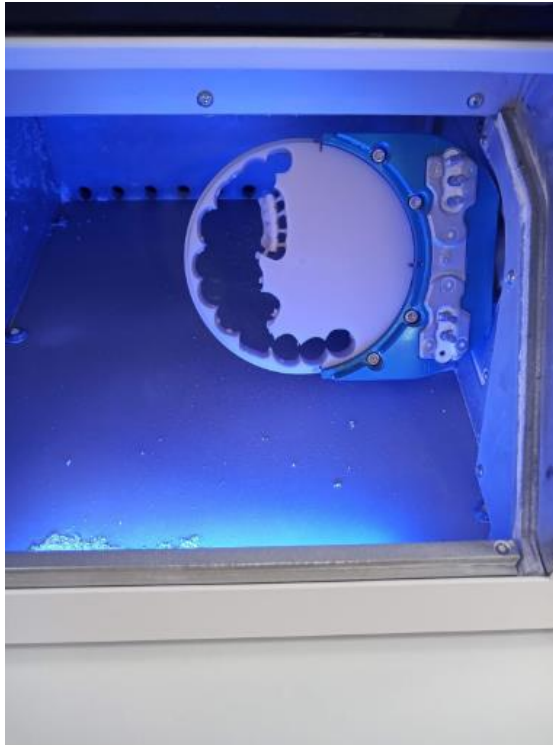


Fig. 49 Obtención en físico del diseño

4.4 Terminado

Una vez recuperado el disco de la fresadora, se procede a cortar los brazos para sacar el diseño del disco y poder hacer los ajustes necesarios. Esto con el fin de quitar los brazos del diseño y ajustar en el modelo. (fig. 50)

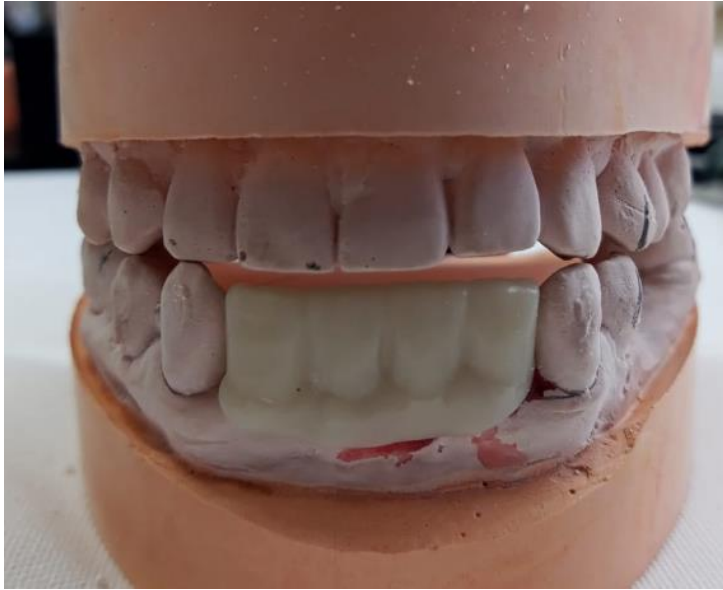


Fig. 50 Prótesis ajustada en modelo

Una vez ajustado el modelo se procede a darle caracterización tanto al diseño de la encía como a las coronas. Para la encía se coloca composite SR Nexco gingiva G2 y G3 para dar el degradado a la encía y dándole una apariencia más natural. (Fig. 51)



Fig. 51 Colocación de composite para caracterizar encía

Una vez terminada la caracterización, se da el terminado con palaseal de Kulzer en las coronas y la encía y se mete en el horno de laboratorio dental de foto curado para su fotopolimerización. Terminado el tiempo, se prueba en el modelo para ser enviado al doctor y ser colocado en paciente. (fig. 52)

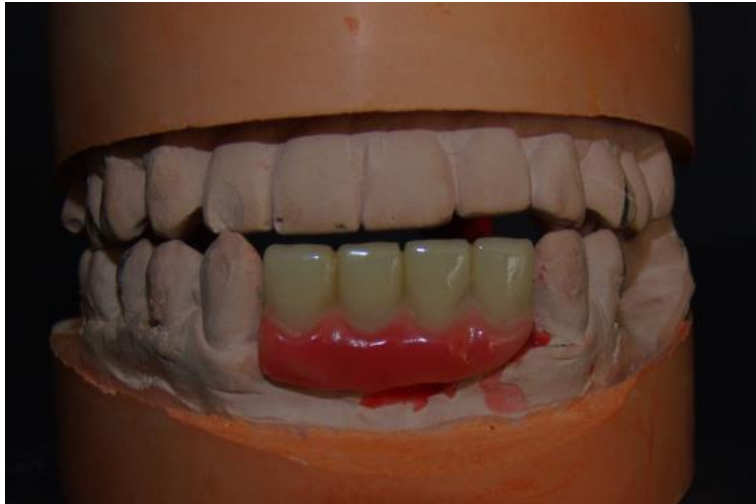


Fig. 52 Prótesis de grafeno caracterizado y terminado listo para ser colocado en paciente

CONCLUSIONES

En la actualidad hay diferentes formas de realizar restauraciones en prótesis fija, desde una forma convencional hasta en formato digital, pues la tecnología a avanzado dando oportunidad de mejorar las restauraciones.

Esto nos da pauta para ir revolucionando en la tecnología, pues hace que el proceso de elaboración de restauraciones en prótesis fija o removible sea más rápido y en menos tiempo. Al paciente también le favorece pues sus citas al consultorio disminuirían considerablemente, permitiendo tener más tiempo

El grafeno a pesar de ser nuevo en el mercado ha dado excelentes resultados dando una opción más amplia para las restauraciones, pues sus propiedades, que ha obtenido hasta el momento, demuestran que puede ser utilizado en diversas áreas ya que no solo se limita al área médica o dental. Además de ser un material más ligero y resistente que el metal o la zirconia, los resultados estéticos han sido los adecuados. También es un material fácil de caracterizar, pues una de sus propiedades es ser camaleónica a los dientes adyacentes.

Es un material recomendado sobre todo en sector anterior, por su buena estética pero se debe de considerar en qué casos es mejor colocarlo o buscar otra alternativa en cuanto al material que se ha de utilizar

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Loza F. David, Kobayashi S. Arturo. Manual de procedimientos clínicos prótesis fija; 1^{ra} ed. Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 1997
2. Rodríguez Ortiz F. Prótesis dental parcial y removible Guía de estudio profesionales Dde, editor.: Facultad de Odontología; 2002
3. Shillinburg Herbert T. Fundamentos Esenciales en Prótesis Fija 3^{ra} ed. España: Editorial Quintessence S.L.; 2000
4. Pegoraro F. Luis. Prótesis fija. 1^a ed. Brasil: Editora Artes Medicas LTDA; 2001
5. Monturiol V. Alberto. Atlas de preparaciones en prótesis dental fija. San José: Universidad de Costa Rica; 2003
6. Sánchez Jorge, M.^a Isabel, et. al. Métodos CAD/CAM en prótesis [en línea]. Noviembre 2021 Disponible en: http://www.gacetadental.com/wp-content/uploads/OLD/pdf/178_CIENCIA_CadCam_protesis.pdf2
7. Rodríguez U. Emmanuel. Aplicación de programas computacionales en odontología. Universitarios potosinos. 2019; 32-35
8. Tecnología CAD/CAM en implantoprótesis. Puesta al día y perspectivas de futuro. [Internet].; Consultado noviembre 2021 <http://www.gacetadental.com/2011/09/tecnologa-cadcam-en-implantoprtesis-puesta-al-da-y-perspectivas-de-futuro-25589>
9. Caparroso P. Carlos; Duque V Javier A. Cerámicas y sistemas para restauraciones cad-cam: una revisión. Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia. 2010; 22(1); 88-108
10. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD-CAM generated restorations. Br Dent J 2008; 204(9): 505-511
11. OrtoDigital [Internet]; Consultado Noviembre 2021 <https://www.ortodigital.com.mx/que-es-una-fresadora-dental/>

12. Nestor R. Alejandro. H. Curto Mariano, et al. El grafeno en la rehabilitación bucal y su comportamiento biológico. Caso clínico. RAAO. 2020; 63: 18-22
13. Grupos electrógenos INMESOL [internet] Consultado Noviembre 2021 Disponible en www.inmesol.es/blog/el-grafeno-un-material-que-cambiara-nuestro-mundo
14. Rodríguez G. Claramaria, et al/ Propiedades y aplicaciones del grafeno. Ingenierias. 2008; 11(38): 17-23
15. GF Dentalab Lab & Supplies [Internet] Consultado noviembre 2021. Disponible en <https://gfdentalab.com>
16. ¿Qué es el grafeno? Características y aplicaciones del grafeno [Internet] Consultado Noviembre 2021. Disponible en <https://www.atriainnovation.com/grafeno-caracteristicas-aplicaciones/>
17. Graphenano Nanotechnologies. Graphenano. [Internet] Consultado noviembre 2021. Disponible en <https://www.graphenano.com/que-es-el-grafeno/>
18. Lakshmi KA. The revolutionary era of Graphene in Dentistry-a review. RGUHS Med Sciences. Noviembre 2021; 6(4)
19. Info Grafeno. [Internet]. Consultado noviembre 2021. Disponible en: <https://www.infografeno.com>
20. Grafeno sin fronteras, Grafeno en la medicina. [Internet]. Consultado Noviembre 2021 Disponible en: <https://elgrafenodevizcaya.wordpress.com/el-grafeno-en-la-medicina-2/>.
21. Dptico-GFDentalab [internet] Consultado Noviembre 2021. Disponible en <https://gfdentalab.com/documentos/>
22. Pérez L. Rosaura. Propiedades del grafeno en la elaboración de prótesis fija. Tesina;2019

23. Pegoraro F. Luis. Prótesis fija. 1ª ed. Brasil: Editora Artes Medicas LTDA; 2001
24. E. Cadafalch Gabriel, J. Cadafalch Cabaní. Manual clínico de prótesis fija. España: Harcourt Brace; 1997
25. 3Dnatives. Los escáneres 3D de laboratorio para el sector odontológico. [Internet] Consultado noviembre de 2021. Disponible en <https://www.3dnatives.com/es/escaner-3d-sector-dental-030620212/>
26. FILExt desde 2000. [internet] Consultado noviembre de 2021. Disponible en <https://gilext.com/es/extension-de-archivo/MESH>
27. 3dbiotech [Internet] Consultado noviembre de 2021. Disponible en <https://3dbiotech.es/exocad/>
28. Exocad [Internet] Consultado noviembre 2021. Disponible en <https://exocad.com>
29. 3D SYSTEMS ¿Qué es un archivo .STL? [Internet] Consultado en noviembre 2021. Disponible en <https://es.3dsystems.com/quickparts/learning-center/what-is-stl-file>