INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO

SAN ANTONIO

Escuela de Ciencias de la Salud

Desarrollo de un protocolo para la aplicación de las técnicas de fresado e inyectado en la fabricación de coronas unitarias de zirconio y disilicato de litio en el Instituto TESA, Quito, 2026.

Angeles Pamela Troya Contreras

Carlos Gabriel Vera García

Carrera Aparatología Dental

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito para la obtención del título de:

Tecnólogo Superior en Aparatología Dental

Quito, 13 de mayo de 2026

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SAN ANTONIO

Escuela de Ciencias de la Salud

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

“Desarrollo de un protocolo para la aplicación de las técnicas de fresado e inyectado en la fabricación de coronas unitarias de zirconio y disilicato de litio en el Instituto TESA, Quito, 2026.

Ángeles Pamela Troya Contreras

Carlos Gabriel Vera García

José Luis Miranda, Técnico Protesista Dental

Quito, 13 de mayo de 2026

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales del Instituto Superior Tecnológico San Antonio TESA, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual TESA, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo queda sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a TESA para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad con lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: Ángeles Pamela Troya Contreras

Carlos Gabriel Vera García

Código estudiante: 4979

4988

Cédula de identidad: 1723028286

1727433920

Lugar y fecha: Quito, mayo de 2026

Aclaración para Publicación

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, pese a estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en ttp://bit.ly/COPETheses.

Unpublished Document

Note: The following capstone project is available through Instituto Superior Tecnológico San Antonio TESA institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around these publishing available on http://bit.ly/COPETheses.

Dedicatoria

Este logro va dedicado a todas esas personas que nos apoyaron para llegar hasta este punto, donde hemos logrado esta meta con mucho esfuerzo y perseverancia, gracias a las personas que nos ayudaron con un consejo y corrigieron lo que se ha estado haciendo de forma equivocada.

Agradezco la capacidad que tiene cada uno para salir adelante; es una muestra de que todos podemos lograr lo que nos propongamos. Esta es una etapa más de la vida, un escalón que se sube y que nos impulsa a seguir creciendo más como personas y profesionalmente.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a la vida por permitirme estar hasta donde estoy, agradezco a las personas que me rodean que de una u otra forma me han impulsado a seguir adelante, agradezco a mis padres por estar conmigo en los buenos y malos momentos con un llamado de atención para no rendirme, a mis hermanos por aguantar mi genio y saberme apoyar cuando los he necesitado, a mis abuelitos y tíos por estar ahí con un consejo también pongo en conocimiento en decir gracias a la persona que me enseño desde cero y me tubo bastante paciencia al TPD. A Winther Acosta y a su esposa, que me guió hacia él, ya que empecé como una persona de limpieza y me enseñó todo referente a la carrera y una guía para la vida, y también sin olvidar a las personas que no están presentes, pero se les recuerda con alegría y respeto.

Resumen

El presente proyecto describe la base técnica del material; la aplicación de los procesos de fabricación; la comparación del producto mediante registro fotográfico; y los resultados a través de un grupo focal de especialistas. La metodología de investigación descriptiva, comparativa, aplicada, no experimental y transversal, con un enfoque mixto cualitativo-cuantitativo. Se utilizó una muestra no probabilística de 12 estudiantes del Instituto TESA, con edades entre 20 y 24 años. Las herramientas empleadas fueron encuestas iniciales, hojas de observación, registro fotográfico, entrevistas y grupos focales. Se utilizó tecnología CAD/CAM con el software Exocad para fabricar ambas coronas. Los resultados obtenidos en el grupo focal mostraron una alta aceptación del protocolo. Las etapas de escaneo digital, delineación de márgenes y verificación de contactos fueron descritas como claras y aplicables. Los parámetros técnicos (espacio para el cemento y grosor mínimo de zirconia) fueron considerados adecuados. Se observó una ligera deficiencia en la claridad de la sección sobre la configuración del borde marginal. El 85,7% de los participantes recomendaría el protocolo. Conclusión más relevante. El protocolo cumple su función orientadora en el desarrollo de coronas CAD/CAM; sin embargo, requiere fortalecer la sección del borde marginal con más detalle y recursos visuales para mejorar la comprensión uniforme entre usuarios con diferentes niveles de experiencia.

Palabras clave: Zirconia, Disilicato de litio, Ajuste marginal, CAD/CAM, Coronas individuales, Prótesis fija, Aparatos dentales

Abstract

The objective of this study was to design a protocol for the fabrication of zirconia and lithium disilicate crowns at the TESA Institute in Quito, Ecuador, in 2026. The project also sought to describe the technical properties of the materials, apply the corresponding manufacturing processes, and evaluate the final products through photographic documentation and feedback obtained from a specialist focus group. The research employed a mixed qualitative–quantitative approach with a descriptive, comparative, applied, non-experimental, and cross-sectional design. A non-probability sample of 12 students from the TESA Institute, aged between 20 and 24 years, participated in the study. Data collection instruments included initial surveys, observation sheets, photographic records, interviews, and focus groups. CAD/CAM technology, using Exocad software, was utilized in the fabrication process of both types of crowns. The results revealed a high level of acceptance of the protocol among participants. The stages involving digital scanning, margin delineation, and contact verification were considered clear, functional, and applicable. In addition, the technical parameters, including cement space and minimum zirconia thickness, were evaluated as appropriate for clinical application. However, a minor deficiency was identified in the clarity of the section related to marginal edge configuration. Furthermore, 85.7% of participants indicated that they would recommend the protocol. The study concludes that the protocol effectively fulfills its guiding purpose in the development of CAD/CAM crowns. Nevertheless, the section concerning marginal edge configuration should be strengthened with additional detail and visual support to ensure greater understanding among users with varying levels of experience.

Keywords: Zirconia, lithium disilicate, marginal fit, CAD/CAM, single crowns, fixed prosthodontics, dental prosthetics.

Tabla de Contenido

Resumen 8

Abstract 9

Capítulo I Introducción 17

1.1 Planteamiento del Problema 17

1.2 Justificación 18

1.3 Alcance.. 20

1.4 Objetivos General y Específicos 20

1.4.1 Objetivo General 20

1.4.2 Objetivos Específicos 21

Capitulo II Marco Teórico 22

2.1 Rehabilitación Oral con Coronas Unitarias 22

2.1.1 Corona Unitaria 22

2.1.2 Función en la Restauración Dental 22

2.1.3 Importancia de la precisión en prótesis fija 23

2.1.4 Relación Entre Adaptación Marginal y Éxito Clínico 23

2.1.5 Importancia clínica del ajuste marginal 24

2.2 Ajuste Marginal en Prótesis Fija 24

2.2.1 Ajuste Marginal 24

2.2.2 Discrepancia Marginal 24

2.2.3 Sellado Protésico 25

2.2.4 Factores que Afectan la Adaptación 25

2.2.5 Preparación Dental 25

2.2.6 Técnicas de Impresión 25

2.2.7 Materiales y Tecnología de Fabricación 26

2.2.8 Cementación 26
2.2.9 Control Clínico 26
2.3 Tecnología CAD/CAM en aparatología dental 27
2.3.1 Diseño Asistido por Computadora (CAD) 27
2.3.2 Escaneo Digital 27
2.3.3 Modelado Virtual 27
2.3.4 Parámetros de Espaciado Interno 28
2.3.5 Manufactura Asistida por Computadora (CAM) 28
2.3.6 Fresado Automatizado 28
2.3.7 Calibración de Fresas 29
2.3.8 Configuración del Software 29
2.3.9 Factores Digitales que Determinan el Ajuste Marginal 29
2.3.11 Proceso de Confección de Coronas de Disilicato de Litio en CAD/CAM 33
2.3.12 Comparación del proceso de confección entre zirconio y disilicato 36
Capítulo III Marco Metodológico 38
3.1 Tipo de Investigación 38
3.1.1 Según el propósito 38
3.1.2 Según la manipulación de variables 38
3.1.3 Según el tiempo de desarrollo 38
3.2 Tipo de Enfoque 39
3.3 Herramientas metodológicas 39
3.4 Técnicas 40
3.5 Estudios Iniciales 40
3.5.1 Criterios de inclusión y exclusión 40
3.5.2 Muestreo 41

3.2.7 Objetivo General 41

3.2.8 Introducción 42

3.6 Diseño Digital: Zirconio y disilicato de Litio 56

Capítulo IV Resultados y Discusión 62

4.1 Análisis e Interpretación de Resultados de Encuesta Inicial 62

4.1.1 Focus Group 68

4.1.2 Matriz o Tabla de Comparación de Procesos 72

4.2 Discusión de Resultado 73

Conclusiones y Recomendaciones 77

Referencias Bibliográficas 81

ANEXO A: FORMATO DE ENCUESTA INICIAL 84

ANEXO B: FOMARTO DE ENCUESTA FOCUS GROUP 85

ANEXO C: EVIDENCIA FOCUS GROUP 86

ANEXO D: FOTOGRAFÍAS EVIDENCIA DEL PROCESO 88

ANEXO E: CORONA DE ZIRCONIO FINALIZADA 88

ANEXO F: CORONA DE DISILICATO DE LITIO FINALIZADA 89

ANEXO G: ERROR DE INYECTADO 89

ANEXO H: OPACIDAD DEL MARGEN PARA MEJORAR ESCANEO 90

ANEXO I: REVICION DEL PROTOCOLO DE UN PROFECIAL 90

ANEXO J: PRIEMRA LIMPIEZA DE LA CORONA DE DISILICATO DE LITIO 91

Índice de tablas

Tabla 1 Aspecto técnico entre zirconio y disilicato de litio.....36

Tabla 2 Inclusión y exclusión 41

Tabla 3 Criterios de evaluación. 73

Índice de Figura

Figura 1 Bioseguridad para laboratorio 42

Figura 2 Equipos para la elaboración de coronas 43

Figura 3 Modelo Geller 43

Figura 4 Orden de trabajo 44

Figura 5 Escaneo del modelo 44

Figura 6 Diseño digital del proceso de coronas 45

Figura 7 Delimitación de la línea de margen 45

Figura 8 Definición del eje inserción y zona retentiva 46

Figura 9 Configuración de la base de la corona 46

Figura 10 Configuración del borde marginal 47

Figura 11 Selección de biblioteca dental 47

Figura 12 48

Figura 13 Modelado y detalle final 48

Figura 14 Refinamiento anatómico 48

Figura 15 Verificación oclusal 49

Figura 16 Verificación final 49

Figura 17 Anidado de la pieza y selección del bloque 50

Figura 18 Colocación de bloque 51

Figura 19 Corona para sinterizado 51

Figura 20 Proceso de sinterizado 52

Figura 21 Corona sinterizada y pulido 52

Figura 22 Corona de zirconio brillada y asentada 53

Figura 23 Disilicato de litio 53

Figura 24 Preparación del revestimiento 54

Figura 25 Preparación de hornos 54
Figura 26 Corte del cilindro 55
Figura 27 Limpieza, pulido y brillo 55
Figura 28 Corona terminada 56
Figura 29 Margen y eje de inserción 56
Figura 30 Diseño libre 58
Figura 31 Diente de la biblioteca del software 59
Figura 32 Asistente 60
Figura 33 Corona Terminada 61
Figura 34 Experiencia como técnico dental 62
Figura 35 Material que más tiempo conlleva elaborar 63
Figura 36 Material con mejor resistencia 63
Figura 37 Material con mejor estética 64
Figura 38 Material con mejor adaptación marginal 64
Figura 39 Mejor técnica de fabricación 65
Figura 40 Material fácil para confeccionar 66
Figura 41 Factor de importancia 66
Figura 42 Material que más precisión necesita 66
Figura 43 Paso importante para mayor precisión 67
Figura 44 Material más eficiente en coronas 67
Figura 45 Aspectos técnicos del manual 68
Figura 46 Delimitación de la línea de margen 69
Figura 47 Compresión del eje de inserción y zonas retentivas 69
Figura 48 Valores del espacio de cemento 70
Figura 49 Configuración del borde marginal 70

Figura 50 Adecuación del grosor mínimo del zirconio 71

Figura 51 Verificación de contactos 71

Figura 52 Recomendación general del protocolo 72

Capítulo I

Introducción

1.1 Planteamiento del Problema

La odontología restauradora contemporánea se ha enfocado en la búsqueda de materiales que combinen funcionalidad, resistencia y estética para la rehabilitación oral. En este contexto, las coronas de zirconio y de disilicato de litio se han posicionado como alternativas ampliamente utilizadas en prótesis fija, debido a sus características de biocompatibilidad, durabilidad y apariencia estética. Sin embargo, la elección del material adecuado depende no solo de sus propiedades físicas, sino también de la ubicación dentro de la arcada dental, pues las demandas mecánicas y estéticas varían significativamente entre los sectores anteriores y posteriores.

El zirconio ha demostrado ser un material altamente resistente, con valores de compresión que superan los 2000 MPa, lo que lo convierte en una opción preferida para restauraciones en el sector posterior, donde las fuerzas masticatorias son más elevadas (Wiley, 2021). No obstante, su principal limitación se encuentra en la estética, ya que, a pesar de las mejoras en translucidez, aún presenta un aspecto más opaco en comparación con el esmalte natural (Mekled, 2023). En contraste, el disilicato de litio se caracteriza por su alta translucidez y propiedades ópticas semejantes a las del diente natural, lo que lo hace ideal para sectores visibles; sin embargo, su resistencia flexural, cercana a los 400 MPa, puede ser insuficiente para soportar cargas oclusales intensas en molares y premolares posteriores (Karen, 2018).

En Ecuador, y particularmente en el Instituto Superior Tecnológico San Antonio (TESA) de Quito, los estudiantes y profesionales enfrentan un vacío de información científica aplicada al contexto local respecto a la elección entre coronas de zirconio y disilicato de litio en sectores posteriores. Esta falta de evidencia concreta genera incertidumbre al momento de

decidir cuál material garantiza una mejor relación entre estética, resistencia y durabilidad en pacientes de la práctica clínica formativa.

De no atender esta problemática, se corre el riesgo de realizar restauraciones que no respondan adecuadamente a las demandas funcionales, lo que puede ocasionar fallas protésicas, aumento de costos para los pacientes, necesidad de retratamientos y, en consecuencia, una disminución en la confianza hacia el trabajo profesional de los futuros tecnólogos en aparatología dental. Asimismo, la ausencia de criterios comparativos claros limita la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que los estudiantes carecen de guías técnicas sustentadas en evidencia local para fundamentar sus decisiones clínicas.

En este sentido, la necesidad de desarrollar un protocolo de elaboración entre coronas de zirconio y disilicato de litio, aplicado específicamente al sector posterior en el Instituto TESA de Quito en el año 2026, surge como una oportunidad para aportar conocimientos relevantes que fortalezcan tanto la formación académica como la práctica profesional, contribuyendo al mejoramiento de la calidad en la rehabilitación oral y a la toma de decisiones basadas en evidencia científica.

1.2 Justificación

La elección del material más adecuado para la elaboración de coronas dentales constituye una decisión clave en la rehabilitación oral, ya que de ello depende la funcionalidad, la durabilidad y la estética de la restauración. El zirconio y el disilicato de litio son materiales que han transformado la práctica odontológica por sus propiedades mecánicas y ópticas, respectivamente. Sin embargo, existe una falta de consenso en la literatura sobre cuál resulta más conveniente en el sector posterior, donde las demandas masticatorias son elevadas y la estética, aunque importante, no es tan prioritaria como en el sector anterior. Este vacío de conocimiento es particularmente evidente en el contexto ecuatoriano y

específicamente en la formación técnica de los estudiantes de aparatología dental del Instituto TESA en Quito.

La relevancia de este estudio radica en que permitirá establecer criterios comparativos claros entre las coronas de zirconio y de disilicato de litio en sectores posteriores. Mientras que el zirconio ofrece una resistencia superior que alcanza hasta los 2000 MPa, el disilicato de litio proporciona una estética altamente natural y una resistencia flexural de aproximadamente 400 MPa, lo que puede ser suficiente en casos seleccionados. Comprender las ventajas y limitaciones de cada material en la práctica clínica permitirá a los futuros profesionales tomar decisiones basadas en evidencia y adecuadas a las necesidades de cada paciente.

El impacto social de esta investigación se reflejará en una mejor atención para los pacientes atendidos en la clínica odontológica del Instituto TESA, quienes recibirán tratamientos con materiales seleccionados bajo criterios científicos y clínicos. De este modo, se reducirá la probabilidad de fracasos protésicos, lo que no solo disminuye los costos de retratamientos, sino que también fortalece la confianza de la comunidad en los servicios de atención dental que ofrece la institución.

Desde el punto de vista académico, este estudio constituye un aporte relevante al área de la aparatología dental, ya que generará un documento comparativo que podrá ser utilizado como material de apoyo en la enseñanza. Los estudiantes contarán con una guía técnica sustentada en evidencia científica local, lo que potenciará la calidad de su formación y su capacidad para tomar decisiones clínicas fundamentadas.

Finalmente, la factibilidad del proyecto está garantizada, ya que el Instituto TESA dispone de los recursos humanos, tecnológicos y académicos necesarios para llevarlo a cabo. El acceso a pacientes en la clínica formativa, junto con la disponibilidad de materiales y

equipos de laboratorio, permite desarrollar una investigación aplicada en condiciones reales de práctica odontológica.

En síntesis, la comparación entre coronas de zirconio y disilicato de litio en el sector posterior no solo es pertinente, sino también necesaria. Este estudio contribuirá a mejorar la calidad de la atención dental en Quito, fortalecerá la formación de los futuros profesionales y generará un aporte académico que enriquecerá la aparatología dental en el contexto ecuatoriano.

1.3 Alcance

El presente estudio tendrá como la elaboración de un protocolo detallado entre coronas de zirconio y disilicato de litio colocadas en el sector posterior, con énfasis en la descripción de su proceso y adaptación en el modelo de estudio. La investigación se llevará a cabo en el Instituto Superior Tecnológico San Antonio (TESA) de Quito, durante el año 2026, utilizando un modelo de estudio.

El análisis se centrará en identificar las ventajas y limitaciones de cada material, considerando las demandas funcionales propias de molares y premolares, sin abarcar coronas instaladas en el sector anterior ni otros tipos de restauraciones.

De esta manera, el alcance de la investigación se enfoca en generar evidencia comparativa útil para la práctica odontológica y la formación académica en aparatología dental, sin pretender establecer conclusiones definitivas para todos los contextos clínicos. Generando impacto a nivel local y proyectando un método de formación que tome en cuenta las consideraciones presentadas.

1.4 Objetivos General y Específicos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un protocolo para la fabricación de coronas unitarias de zirconio y disilicato de litio en el Instituto TESA, Quito, 2026.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Describir los fundamentos teóricos claves asociadas con las características físicas mecánicas y clínicas de coronas de zirconio y disilicato de litio, especialmente para la región posterior.
- Aplicar los procedimientos técnicos y clínicos para la fabricación de coronas de zirconio y disilicato de litio en el sector posterior. De acuerdo con los estándares definidos en el Instituto TESA.
- Analizar y comparar los resultados obtenidos en el proceso de elaboración de coronas de zirconio y disilicato de litio en la zona posterior, mediante registro fotográfico y evaluación mediante un grupo focal conformado por especialistas.

Capitulo II

Marco Teórico

2.1 Rehabilitación Oral con Coronas Unitarias

2.1.1 Corona Unitaria

Una corona unitaria es una restauración protésica fija que cubre completamente la porción coronal de un diente previamente preparado, con el objetivo de restaurar su forma, función y estética cuando la estructura dental remanente es insuficiente para soportar una restauración directa convencional (Shillingburg et al., 2012).

Está diseñada individualmente para adaptarse a la preparación dentaria y puede elaborarse en distintos materiales, como metal-cerámica, cerámicas libres de metal o zirconio, dependiendo de las exigencias funcionales y estéticas del caso clínico (Rosenstiel et al., 2016).

2.1.2 Función en la Restauración Dental

Dentro de la rehabilitación oral, la corona unitaria cumple varias funciones fundamentales:

- Restaurar la anatomía funcional del diente: Permite recuperar la forma, tamaño y contactos oclusales adecuados, restableciendo la función masticatoria (Rosenstiel et al., 2016).
- Proteger estructuras debilitadas: Refuerza dientes comprometidos por caries extensas, fracturas o tratamientos endodónticos, disminuyendo el riesgo de fracturas posteriores (Shillingburg et al., 2012).
- Mejorar la estética dental: En sectores anteriores, las coronas cerámicas permiten reproducir color, translucidez y morfología natural, contribuyendo a la armonía de la sonrisa (Magne & Belser, 2003).

En el contexto de la rehabilitación oral, estas restauraciones forman parte de tratamientos destinados a devolver función masticatoria, estabilidad oclusal, estética y salud periodontal cuando la estructura dental se encuentra comprometida (Rosenstiel et al., 2016).

2.1.3 Importancia de la precisión en prótesis fija

La precisión en la elaboración de prótesis fija es un factor determinante para su éxito clínico. Una corona debe adaptarse con exactitud a la preparación dental para evitar complicaciones biológicas y mecánicas (Shillingburg et al., 2012).

Cuando el ajuste no es adecuado, pueden producirse:

- Microfiltraciones, que permiten el paso de bacterias y fluidos orales.
- Caries secundaria, favorecida por la acumulación de placa en los márgenes defectuosos.
- Inflamación gingival y enfermedad periodontal, asociadas a restauraciones desadaptadas.
- Disolución del cemento, que compromete la retención de la restauración.

Goodacre et al. (2003) señalan que muchas fallas en prótesis fija están relacionadas con problemas de adaptación y sellado marginal, lo que demuestra la importancia clínica de la precisión durante todas las fases del procedimiento.

Actualmente, los sistemas digitales CAD/CAM han mejorado la estandarización del proceso de fabricación; sin embargo, el éxito sigue dependiendo de la correcta ejecución clínica y técnica en cada etapa (Rosenstiel et al., 2016).

2.1.4 Relación Entre Adaptación Marginal y Éxito Clínico

La adaptación marginal se refiere al grado de ajuste entre el margen de la restauración y el límite de la preparación dentaria. Idealmente, la restauración debe presentar una continuidad íntima con el diente para minimizar espacios marginales (Shillingburg et al., 2012).

2.1.5 Importancia clínica del ajuste marginal

- Prevención de microfiltración: Un margen abierto favorece la penetración bacteriana y aumenta el riesgo de caries secundaria (Contrepois et al., 2013).
- Protección del tejido periodontal: Márgenes desadaptados pueden generar acumulación de placa y provocar inflamación gingival y pérdida de inserción (Rosenstiel et al., 2016).
- Mayor longevidad clínica: Restauraciones con adecuada adaptación marginal presentan menor tasa de complicaciones biológicas y mayor supervivencia a largo plazo (Goodacre et al., 2003).

Por lo tanto, el ajuste marginal constituye uno de los principales factores pronósticos en el éxito clínico de las coronas unitarias dentro de la rehabilitación oral.

2.2 Ajuste Marginal en Prótesis Fija

2.2.1 Ajuste Marginal

El ajuste marginal es el grado de congruencia entre el borde de una restauración protésica fija (como una corona o puente) y la preparación dental del diente. Este término describe cómo encaja la prótesis en el límite del diente preparado sin dejar espacios que favorezcan filtraciones o acumulación de placa (Magne & Belser, 2003). Un ajuste marginal óptimo forma un sello continuo entre la prótesis y el diente que protege el tejido dental y los tejidos blandos circundantes.

2.2.2 Discrepancia Marginal

La discrepancia marginal se refiere a cualquier brecha, espacio o desajuste presente entre el margen de la restauración y la superficie del diente preparado. Aunque pequeñas discrepancias son inevitables en muchos casos, si son demasiado grandes pueden permitir la entrada de bacterias y fluidos, provocando caries, inflamación gingival o fallo del tratamiento

(Contrepois et al., 2013). Conceptualmente, la discrepancia marginal describe la imperfección en la adaptación del ajuste marginal ideal.

2.2.3 Sellado Protésico

El sellado protésico es el efecto clínico deseado de una buena adaptación marginal: la unión íntima entre el diente preparado y la restauración, sin espacios que permitan filtración. Un buen sellado evita que bacterias o productos de la dieta penetren bajo la prótesis y causen caries secundaria o afecten los tejidos periodontales. En prostodoncia fija, el sellado depende de:

- La precisión del diseño y fabricación de la prótesis.
- La elección adecuada del cemento de fijación.
- La calidad de la preparación dental (Schillingburg et al., 2012).

2.2.4 Factores que Afectan la Adaptación

La adaptación marginal en prótesis fija no ocurre por casualidad; está influenciada por múltiples factores que actúan desde que se prepara el diente hasta que se cementa la restauración.

2.2.5 Preparación Dental

La forma, convergencia y acabado del diente preparado afectan directamente cómo se asienta la restauración. Bordes mal terminados o con desviaciones pueden impedir que la restauración se adapte correctamente (Shillingburg et al., 2012).

2.2.6 Técnicas de Impresión

La precisión de las impresiones (digitales o convencionales) es fundamental para reproducir fielmente la morfología dental. Errores de impresión se traducen en discrepancias en el modelo y, por ende, en la prótesis final (Jain et al., 2018).

2.2.7 Materiales y Tecnología de Fabricación

La elección de materiales (metal-cerámica, cerámica pura, zirconio) y la tecnología empleada (técnicas tradicionales vs. CAD/CAM) influyen en la adaptación final. Las técnicas CAD/CAM tienden a reducir errores dimensionales si se aplican correctamente, pero aún dependen de la precisión de la digitalización y del software (Mously et al., 2020).

2.2.8 Cementación

La forma en que se aplica el cemento protésico y su viscosidad también afectan la adaptación marginal. Cementos de alta viscosidad pueden crear espacios si no se controla adecuadamente durante la inserción de la corona (Contrepois et al., 2013).

2.2.9 Control Clínico

Factores como la habilidad del operador, la limpieza de la preparación, y la técnica de asiento de la restauración en la boca del paciente también determinan el sellado final (Shillingburg et al., 2012).

El ajuste marginal depende del proceso de confección, desde un punto de vista teórico, el ajuste marginal no es un atributo estático, sino el resultado de todo el proceso de confección de la prótesis:

- Preparación cuidadosa del diente
- Registro preciso de la morfología dental
- Fabricación fiel y constante
- Cementación bien ejecutada

Cada etapa aporta oportunidades para errores o perfeccionamiento. Por ello, un ajuste marginal adecuado solo se logra cuando cada paso del proceso es controlado y optimizado. Fallas en cualquiera de estas etapas pueden producir discrepancias que comprometan el éxito clínico de la prótesis.

2.3 Tecnología CAD/CAM en aparatología dental

La incorporación de los sistemas CAD/CAM en prostodoncia fija ha transformado el proceso de confección de coronas unitarias, permitiendo mayor estandarización, control digital y precisión en la adaptación marginal. Sin embargo, el ajuste final no depende únicamente del sistema en sí, sino de la correcta ejecución de cada etapa del proceso digital (Rosenstiel et al., 2016).

2.3.1 Diseño Asistido por Computadora (CAD)

El Diseño Asistido por Computadora (CAD) corresponde a la fase digital en la cual se planifica y diseña virtualmente la restauración a partir de un modelo tridimensional obtenido mediante escaneo.

2.3.2 Escaneo Digital

El escaneo digital puede realizarse de manera intraoral o mediante la digitalización de modelos físicos. Esta etapa es crítica, ya que cualquier error en la captura de datos afecta directamente la precisión marginal de la restauración. La exactitud del escaneo depende de factores como resolución del escáner, técnica del operador y condiciones clínicas (Mangano et al., 2017).

Estudios han demostrado que la fidelidad de la impresión digital influye directamente en la adaptación marginal final de coronas fabricadas mediante CAD/CAM (Syrek et al., 2010).

2.3.3 Modelado Virtual

Una vez obtenido el modelo digital, el software CAD permite diseñar la corona considerando anatomía, oclusión, puntos de contacto y línea de terminación. Durante esta fase se definen parámetros fundamentales como:

- Espesor mínimo del material.
- Línea de margen.

- Espaciado interno.
- Ajuste oclusal.

El modelado virtual permite un alto nivel de control; sin embargo, su precisión depende de la correcta delimitación del margen y de la experiencia del operador (Rosenstiel et al., 2016).

2.3.4 Parámetros de Espaciado Interno

El espaciado interno (cement space) es el espacio virtual programado entre la superficie interna de la restauración y el diente preparado para permitir la acomodación del cemento.

Un espaciado inadecuado puede generar:

- Excesiva presión durante el asentamiento.
- Márgenes abiertos.
- Discrepancias internas que afectan el sellado.

Boitelle et al. (2014) demostraron que la configuración del espacio interno influye significativamente en la adaptación marginal y en el asentamiento completo de la restauración. Por lo tanto, el ajuste marginal comienza a definirse desde la programación digital del diseño.

2.3.5 Manufactura Asistida por Computadora (CAM)

La Manufactura Asistida por Computadora (CAM) corresponde a la fase en la que el diseño digital es transformado físicamente mediante fresado automatizado.

2.3.6 Fresado Automatizado

El fresado consiste en el desgaste controlado mediante una maquina especial en un bloque de cera o de zirconio mediante fresas rotatorias guiadas por el software utilizado. Para asegurar un buen fresado se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Número de ejes de la máquina.

- Estrategia de fresado.
- Estado y diámetro de las fresas.

Sistemas de mayor número de ejes permiten reproducir con mayor fidelidad detalles marginales complejos (Miyazaki et al., 2009).

2.3.7 Calibración de Fresas

El desgaste o la mala calibración de las fresas puede generar una mala adaptación en la zona marginal. Una fresa deteriorada no reproduce con exactitud los ángulos internos del diseño virtual, afectando la adaptación al producto final. Así como indican Miyazaki et al. (2009), el mantenimiento del equipo y la calibración periódica son determinantes para mantener la precisión dimensional del sistema.

2.3.8 Configuración del Software

Tener una buena configuración del software CAM determina y ayuda a comprender cómo funciona el sistema y parámetros del equipo:

- Velocidad de fresado.
- Trayectoria de la herramienta.
- Compensación por contracción del material (en zirconio).
- Espaciado marginal programado.

Errores en estos parámetros pueden traducirse en discrepancias marginales clínicamente significativas (Boitelle et al., 2014).

2.3.9 Factores Digitales que Determinan el Ajuste Marginal

En un estudio descriptivo del proceso CAD/CAM, es fundamental comprender que la precisión del ajuste marginal depende de factores que pueden afectar a la adaptación en el modelo como:

- Configuración Digital: Incluye delimitación del margen, espaciado interno y parámetros de diseño. Una configuración incorrecta genera discrepancias incluso antes de la fase de fresado.
- Estrategia de Fresado: El número de ejes, la trayectoria de corte y la secuencia de desgaste influyen directamente en la reproducción exacta del margen protésico (Miyazaki et al., 2009).
- Tipo de Material Fresado: Materiales como zirconio presinterizada presentan contracción tras la sinterización, lo que requiere compensación digital. La cerámica vítrea y el disilicato de litio tienen comportamientos distintos que influyen en la precisión final (Rosenstiel et al., 2016).

2.3.10 Importancia del Estudio al Sistema, Equipos y Materiales a Usar

Es importante resaltar que el ajuste marginal no depende exclusivamente de la medición final clínica, sino de la correcta ejecución y configuración de cada etapa digital y mecánica del sistema CAD/CAM.

La precisión es el resultado acumulativo de:

- Captura digital exacta.
- Diseño virtual correctamente parametrizado.
- Manufactura calibrada y controlada.
- Comportamiento físico del material.

Por lo tanto, tener conocimiento de lo usado en un laboratorio de confección digital ayuda obtener mejor adaptación y precisión en los diseños elaborados.

Proceso de confección de coronas de zirconio en CAD/CAM. Es fundamental detallar cada fase técnica que interviene en la obtención de la restauración final, ya que la precisión marginal es el resultado acumulativo de todas las etapas del flujo digital y térmico (Miyazaki et al., 2009; Rosenstiel et al., 2016).

Escaneo del Modelo. El procedimiento inicia con la digitalización del modelo de trabajo o del diente preparado mediante escáner intraoral o de laboratorio.

Esta etapa tiene como objetivo generar un archivo tridimensional exacto que represente fielmente los márgenes de preparación. La literatura indica que la precisión del escaneo condiciona directamente la calidad del ajuste final, ya que cualquier distorsión digital se transfiere al diseño y posteriormente a la restauración fresada (Mangano et al., 2017).

En este punto, el proceso depende de:

- Resolución del escáner
- Técnica del operador
- Correcta delimitación del margen

Diseño Digital (CAD). Durante la fase de diseño virtual se establecen los parámetros que definirán la morfología y adaptación interna de la restauración. Existen aspectos los cuales pueden tener gran importancia si no están bien configuradas al momento de ser colocadas en pacientes por mencionar un ejemplo el espacio del cemento en una restauración.

En el caso de la zirconio, el software incorpora un factor de ampliación digital para compensar la contracción que ocurrirá durante la sinterización (Rosenstiel et al., 2016).

Por lo tanto, el ajuste marginal comienza a definirse desde esta etapa digital.

Fresado en Estado Presinterizado. El zirconio se encuentra en estado parcialmente sinterizado, lo que facilita la manipulación y fresado debido a su menor dureza estructural.

El diseño el cual ya se encuentra ubicado de forma digital en el disco que se va a usar es transformado en una estructura física mediante fresado automatizado. La precisión en esta etapa depende de:

- Número de ejes de la fresadora
- Estado y calibración de las fresas
- Estrategia de corte programada

Según Miyazaki et al. (2009), la exactitud del fresado influye directamente en la reproducción de los márgenes y superficies internas.

Sinterización (Proceso Térmico). La sinterización consiste en someter la estructura fresada a altas temperaturas (aproximadamente entre 1350 °C y 1500 °C), lo que produce la densificación completa del material.

Durante este proceso ocurre una contracción volumétrica controlada, que puede alcanzar aproximadamente entre 20 % y 25 % del volumen inicial (Denry & Kelly, 2008).

Esta contracción es una característica intrínseca de la zirconio presinterizada y exige que el sistema CAD haya compensado previamente esta reducción dimensional. Si la compensación digital no es adecuada, la restauración final presentará discrepancias marginales.

Desde un enfoque descriptivo, esta etapa es crítica porque:

- Determina la estabilidad dimensional final
- Depende del programa térmico aplicado
- Puede alterar la precisión si el ciclo de sinterización no es el indicado por el fabricante

Ajustes Finales y Glaseado. Tras la sinterización, la restauración alcanza su dureza definitiva. Es importante señalar que, al encontrarse completamente densificada, la zirconio presenta alta resistencia, por lo que ajustes excesivos pueden afectar su integridad superficial (Denry & Kelly, 2008). En esta fase se realizan:

- Ajustes oclusales mínimos
- Verificación de adaptación
- Caracterización estética
- Aplicación de glaseado

Aspecto Clave del Estudio Descriptivo. En este tipo de estudio, el interés no radica en medir la discrepancia marginal, sino en describir cómo cada etapa del proceso influye en la precisión final.

La zirconio se diferencia del disilicato de litio porque:

- Se fresa en estado presinterizado
- Presenta contracción volumétrica significativa durante la sinterización
- Requiere compensación digital previa obligatoria

El disilicato de litio, en cambio, presenta variaciones dimensionales menores durante su cristalización, lo que implica menor necesidad de compensación estructural (Rosenstiel et al., 2016).

Por tanto, en zirconio, la precisión marginal depende principalmente de:

- Configuración digital correcta
- Estrategia de fresado
- Compensación por contracción
- Programa térmico adecuado

Esto refuerza que el ajuste marginal es el resultado del proceso completo y no de una sola etapa aislada.

2.3.11 Proceso de Confección de Coronas de Disilicato de Litio en CAD/CAM

En un estudio descriptivo del proceso de confección de coronas unitarias en disilicato de litio, es necesario detallar cada fase del flujo digital y térmico, ya que la precisión del ajuste marginal depende de la estabilidad dimensional del material y de la correcta ejecución técnica (Rosenstiel et al., 2016).

A diferencia de la zirconia, el disilicato de litio presenta un comportamiento dimensional diferente durante su procesamiento térmico, lo que influye directamente en la precisión final.

Escaneo Digital. El proceso inicia con la digitalización del diente preparado o del modelo de trabajo mediante escáner intraoral o de laboratorio.

Esta fase permite generar un modelo tridimensional que servirá como base para el diseño virtual de la restauración. La exactitud del escaneo es determinante para la adaptación marginal, ya que errores en la captura de datos se trasladan a las etapas posteriores (Mangano et al., 2017).

Factores que influyen:

- Resolución del escáner
- Delimitación correcta del margen
- Técnica operatoria

Diseño Virtual (CAD). En esta etapa se realiza el modelado digital de la corona. El software permite configurar:

- Espaciado interno (cement space)
- Espesor mínimo del material
- Morfología anatómica
- Contactos proximales y oclusales

A diferencia de la zirconia, el disilicato de litio no requiere una compensación significativa por contracción volumétrica, ya que el material presenta mayor estabilidad dimensional durante su fase térmica (Rosenstiel et al., 2016). Por lo tanto, el diseño digital del disilicato es dimensionalmente más directo.

Fresado en bloque parcialmente cristalizado. El disilicato de litio se fresa en estado parcialmente cristalizado, conocido como “fase azul” (lithium metasilicate phase), lo que facilita su mecanizado debido a su menor dureza en comparación con el estado final completamente cristalizado.

En esta etapa el bloque presenta menor resistencia mecánica, la restauración se obtiene con dimensiones cercanas a las definitivas, no se requiere sobredimensionamiento significativo para compensar contracción (Denry & Holloway, 2010).

El fresado automatizado transforma el diseño virtual en una estructura física con alta precisión.

Proceso de cristalización en horno. Posteriormente, la restauración se somete a un ciclo térmico conocida con cristalización en horno (aproximadamente 840–850 °C).

Durante este proceso ocurre la transformación del metasilicato de litio en disilicato de litio completamente cristalizado, lo que aumenta considerablemente la resistencia mecánica del material (Denry & Holloway, 2010).

Diferencia del zirconio. A diferencia del zirconio el disilicato no experimenta una contracción volumétrica significativa (no presenta reducciones del 20–25 % como la zirconia). Además, los cambios dimensionales durante la cristalización son mínimos, lo que permite una estabilidad dimensional mayor y más predecible (Rosenstiel et al., 2016).

Por ello, el disilicato presenta menor dependencia de compensaciones digitales complejas, lo que simplifica el control dimensional del proceso.

Caracterización estética. Tras la cristalización del disilicato de litio, se procede a la fase de caracterización estética, en la cual se optimiza la apariencia final de la restauración mediante procedimientos como:

- Ajustes oclusales mínimos
- Aplicación de maquillajes (tinciones)
- Glaseado final

En esta etapa, el material ya ha alcanzado su resistencia mecánica definitiva (aproximadamente 360–400 MPa), lo que permite realizar correcciones leves sin comprometer su integridad estructural (Denry & Holloway, 2010).

La caracterización estética tiene como objetivo lograr una adecuada integración visual con los dientes naturales, mediante el control del color, la translucidez y el brillo superficial. El glaseado final, además de mejorar la estética, contribuye a la suavidad de la superficie y a la resistencia al desgaste.

2.3.12 Comparación del proceso de confección entre zirconio y disilicato

En el flujo CAD/CAM, tanto la zirconio como el disilicato de litio siguen etapas similares (escaneo, diseño, fresado y proceso térmico). Sin embargo, presentan diferencias técnicas relacionadas con su comportamiento estructural y térmico, lo que influye en la configuración digital del proceso (Rosenstiel et al., 2016; Miyazaki et al., 2009). (Observar Tabla 1)

Tabla 1

Aspecto técnico entre zirconio y disilicato de litio

Aspecto técnico	Zirconio	Disilicato de litio
Estado al fresar	Se fresa en estado presinterizado (estructura parcialmente densificada).	Se fresa en estado parcialmente cristalizado (fase azul).
Proceso térmico posterior	Sinterización a altas temperaturas (≈1350–1500 °C).	Cristalización a menor temperatura (≈840–850 °C).
Comportamiento dimensional	Presenta contracción volumétrica significativa (≈20–25 %) que requiere compensación digital previa.	Presenta cambios dimensionales mínimos durante la cristalización.
Resistencia mecánica final	Muy alta resistencia debido a su estructura policristalina.	Alta resistencia tras la cristalización completa.
Propiedades ópticas	Buena estética, aunque con menor translucidez.	Mayor translucidez y propiedades ópticas superiores.

Diferencia técnica clave. La diferencia más relevante en el proceso es el comportamiento dimensional durante el tratamiento térmico en el caso del zirconia requiere una compensación digital obligatoria debido a su contracción volumétrica significativa durante la sinterización (Denry & Kelly, 2008). Por otra parte, el disilicato de litio presenta mayor estabilidad dimensional y no requiere una ampliación digital considerable antes del fresado (Denry & Holloway, 2010).

Desde un enfoque descriptivo del proceso, esto implica que el control digital es más crítico en restauraciones de zirconia que en disilicato de litio.

Capítulo III

Marco Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

3.1.1 Según el propósito

La presente investigación se califica como descriptiva y comparativa, ya que se enfoca en el análisis y la comparación del proceso de confección y del ajuste marginal en coronas unitarias elaboradas en zirconio y disilicato de litio. A través de la observación y el análisis de estos materiales restauradores se busca identificar sus características, similitudes y diferencias dentro del proceso de elaboración en el laboratorio dental.

Asimismo, la investigación es de tipo aplicada, porque tiene un propósito practico orientado a generar conocimientos que contribuyan a mejorar los procedimientos utilizados en la elaboración de restauraciones dentales. De esta manera, los resultados obtenidos podrán servir como una guía de apoyo para estudiantes y técnicos dentales del instituto Tesa.

3.1.2 Según la manipulación de variables

La investigación es de tipo no experimental, debido a que no se manipulan directamente las variables de estudio ni se realizan pruebas bajo condiciones controladas. En lugar de ello, el estudio se basa en la observación, el análisis y la comparación del proceso de confección y del ajuste marginal de coronas unitarias elaboradas con zirconio y disilicato de litio.

El objetivo es describir y analizar las características de estos materiales dentro del contexto del laboratorio dental, identificado sus ventajas, diferencias y comportamientos durante su elaboración

3.1.3 Según el tiempo de desarrollo

La investigación es de tipo transversal, ya que el análisis y la comparación del proceso de confección y del ajuste marginal en coronas unitarias de zirconio y disilicato de

litio se realizan en un momento específico, correspondiente al periodo de estudio en el Instituto Tesa, Quito, durante el año 2026

No se pretende realizar un seguimiento a lo largo del tiempo, sino presentar una evaluación puntual de las características y diferencias entre ambos materiales en el proceso de elaboración de restauraciones dentales

3.2 Tipo de Enfoque

La investigación presenta un enfoque cualitativo-cuantitativo, es decir, mixto.

Es cualitativo porque permite describir las características del proceso de confección de las coronas unitarias elaboradas con zirconio y dislicato de litio, considerando aspectos técnicos, procedimientos de laboratorio y observaciones relacionadas con su elaboración.

Por otro lado, es cuantitativo porque se analiza datos relacionados con los ajustes marginal de las coronas, permitiendo establecer comparaciones entre ambos materiales mediante la observación y el registro de los resultados obtenidos.

Este enfoque mixto permite obtener una visión más completa del comportamiento de ambos materiales dentro del proceso de fabricación de restauraciones dentales.

3.3 Herramientas metodológicas

Para el desarrollo de la investigación se utiliza diversas herramientas metodológicas que permiten recolectar y analizar la información necesaria para el estudio, entre las principales herramientas se encuentran:

- Ficha de observación
- Registro fotográfico
- Entrevistas
- Observación directa
- Grupo Focal

Estas herramientas serán utilizadas para tener evidencias y saber a qué personas se realizó las encuestas dirigidas.

3.4 Técnicas

Las técnicas que serán utilizadas ayudaran a tener un registro de las respuestas obtenidas y saber cuáles son las seleccionadas.

- Tabla comparativa
- Registro documentado
- Encuestas

3.5 Estudios Iniciales

Los estudios iniciales permitirán recopilar información sobre el nivel de conocimiento y manejo de técnicas relacionadas con la fabricación de coronas unitarias de zirconio y disilicato de litio en estudiantes del instituto TESA. Para ello, se realizará un estudio por medio de encuestas y observaciones del conocimiento técnico de los participantes, con el fin de establecer un diagnóstico inicial que sirva como base para el diseño del protocolo

3.5.1 Criterios de inclusión y exclusión

En el proceso de evaluación del manual mediante la técnica de focus group, participarán los estudiantes del área de la carrera de aparatología dental que cuentan con los conocimientos básicos en la elaboración de prótesis dentales, así como docentes vinculados a este campo, con el propósito de obtener criterios técnicos y académicos relevantes (observar Tabla 2).

Se excluirá del estudio a los estudiantes que no pertenezcan al área de aparatología dental, de igual manera a aquellos que no tengan conocimiento básico en el desarrollo de prótesis dentales, así como a quienes no deseen participar voluntariamente en la investigación.

Tabla 2

Inclusión y exclusión

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Profesionales con estudios y experiencia en aparatología u odontología.	Estudiantes de aparatología u odontología.
Profesionales entre 20 a 35 años.	Personas menores a 20 años.
Actualizados en técnicas de confección de prótesis fijas.	Profesionales con poco conocimiento en nuevas técnicas.
Con experiencia en diseño 3D.	Profesionales que no conozcan de nuevos equipos de trabajo.
Tener experiencia alrededor de unos 10 años en su ámbito laboral.	Profesionales con poca experiencia en los ámbitos de la confección de prótesis.

3.5.2 Muestreo

Es importante mencionar que el muestreo utilizado es no probabilístico, por conveniencia y de tipo deliberado. La muestra está conformada por 8 estudiantes del instituto Tesa, entre edades de 20 a 24 años, seleccionados mediante este tipo de muestreo, considerando la disponibilidad y acceso a los participantes dentro del entorno académico.

3.2.6 Desarrollo

Este protocolo tiene como finalidad guiar de manera clara y ordenada el paso a paso de elaboración de corona de zirconio y disilicato de litio mediante tecnología CADD- CAM, utilizando un modelo Geller. Está dirigido a estudiantes y personal de laboratorio Dental.

3.2.7 Objetivo General

El objetivo de estandarizar los procedimientos, reducir errores y garantizar resultados funcionales, precisos y estéticamente adecuados, considerando las diferencias en el proceso de fabricación: fresado en cera para disilicato de litio y fresado directo en bloques para zirconio, mediante tecnología CAD-CAM en el laboratorio TESA, garantizar la calidad, precisión y funcionalidad de las restauraciones definitivas.

3.2.8 Introducción

Las coronas de zirconio y disilicato de litio son restauraciones protésicas ampliamente utilizadas en odontología restauradora debido a sus excelentes propiedades mecánicas, estéticas y biocompatibles. Estos sistemas son empleados principalmente para rehabilitar piezas dentales dañadas, devolviendo la función masticatoria, la estética y la integridad estructural del diente. En la actualidad, su elaboración se ha optimizado mediante el uso de tecnologías digitales CAD/CAM, específicamente a través del software Exocad, el cual permite diseñar restauraciones con alta precisión y predictibilidad.

La bioseguridad constituye un aspecto esencial dentro del laboratorio, ya que permite prevenir riesgos biológicos, químicos y físicos durante la manipulación de materiales e instrumentos (observar figura 1).

Figura 1

Bioseguridad para laboratorio



Nota: Es importante mantener la bioseguridad para prevenir riesgos y garantizar un ambiente de trabajo seguro.

Para el diseño y fabricación de coronas de zirconio y disilicato de litio se emplean el modelo y equipos como fresadora, computadora, escáner digital, micromotor, arenador, vacumm, horno de sinterizado, horno de prensa, software, modelo geller, y cilindros (Observar figura 2 y 3).

Figura 2

Equipos para la elaboración de coronas



Nota: Cada uno de los equipos son importantes en la elaboración del producto, ya que técnica necesita de temperaturas y manejos controlados, Tomado de: Troya P., 2026, Equipos dentales, Catáloago insumos 2026,

Figura 3

Modelo Geller

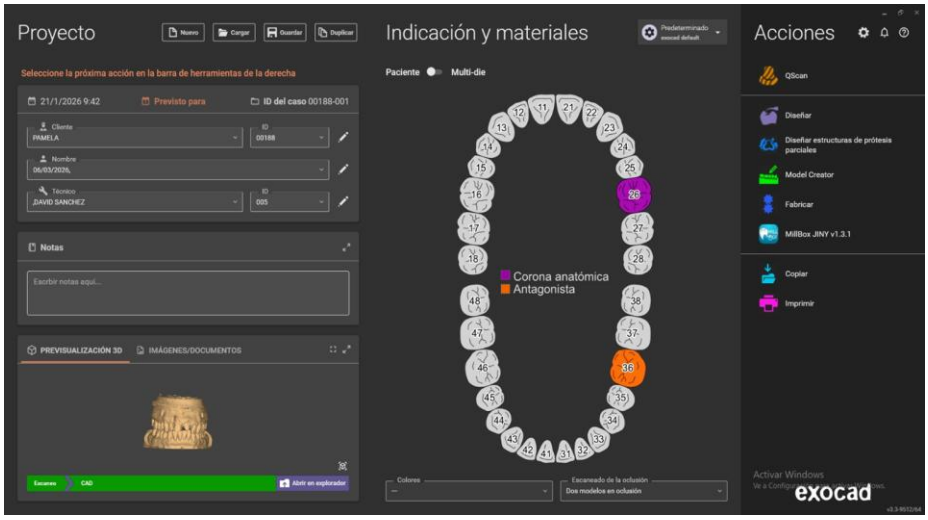


Todo comienza con un modelo adecuado que se troquela y despeja correctamente el margen. Para este caso, se ha utilizado el modelo Geller y partes removibles de la estructura dental que se pueden manipular fácilmente (observar figura 3)

Se ingresan los datos del paciente y se define el trabajo como su muestra en la Figura 4: Corona anatómica para el diente 26, con su antagonista 36. Se confirma el flujo de trabajo desde el escaneo hacia el diseño CAD.

Figura 4

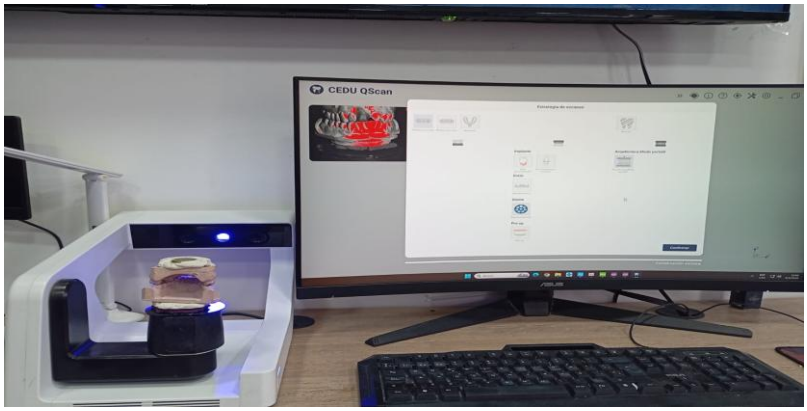
Orden de trabajo



El escaneo continúa tan pronto como se registra la orden. Se coloca el modelo en el escáner CEDU QScan y se selecciona la estrategia adecuada. Se captura la información 3D de las arcadas superior e inferior para obtener los datos precisos del caso (Observar figura 5).

Figura 5

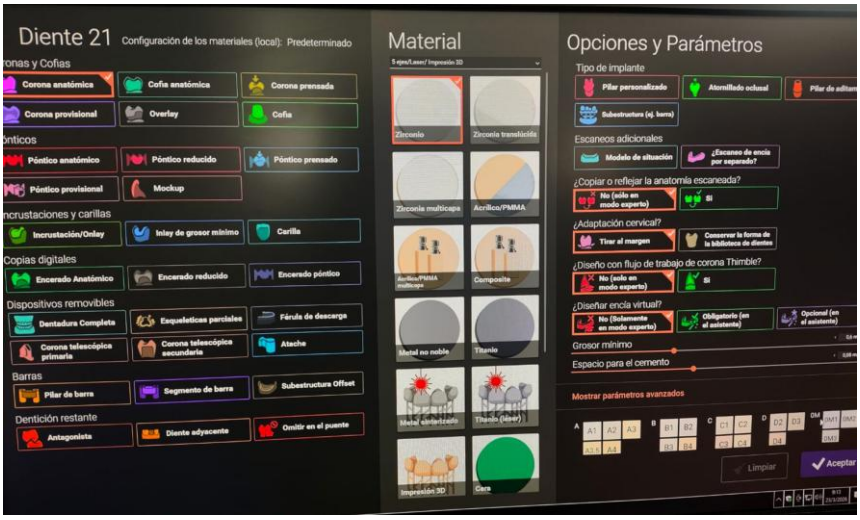
Escaneo del modelo



El diseño digital de restauraciones dentales, en la figura 6 se muestra la selección del tipo de corona, material y parámetros específicos para la elaboración de corona de zirconio y disilicato de litio.

Figura 6

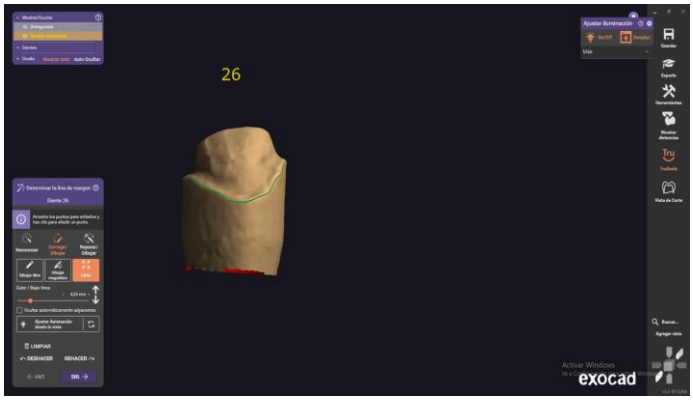
Diseño digital del proceso de coronas



Se utiliza las herramientas de edición, reconocer: para detección anatómica corregir/dibujar: para ajustar manualmente los puntos y asegurar la precisión, subir/ bajar línea: parra ajustar la posición vertical con una precisión de 0,05mm. Determinar la línea de margen, se visualiza el modelo escaneado en 3D con la línea de margen definida de color verde (Observar Figura 7).

Figura 7

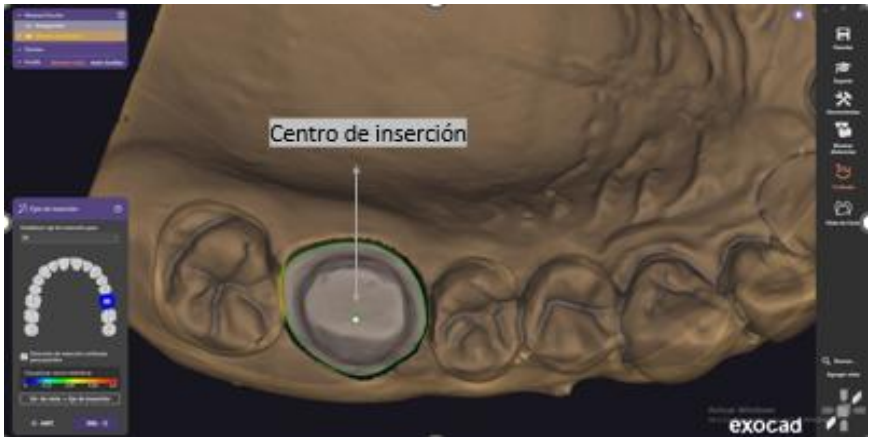
Delimitación de la línea de margen



Visualizar zona retentiva, verde/amarillo: indica área con retención adecuada, rojo: señala las zonas sobrerretentivas. Esta configuración es fundamental para asegurar que la corona tenga una retención y estabilidad óptimas (observar Figura 8).

Figura 8

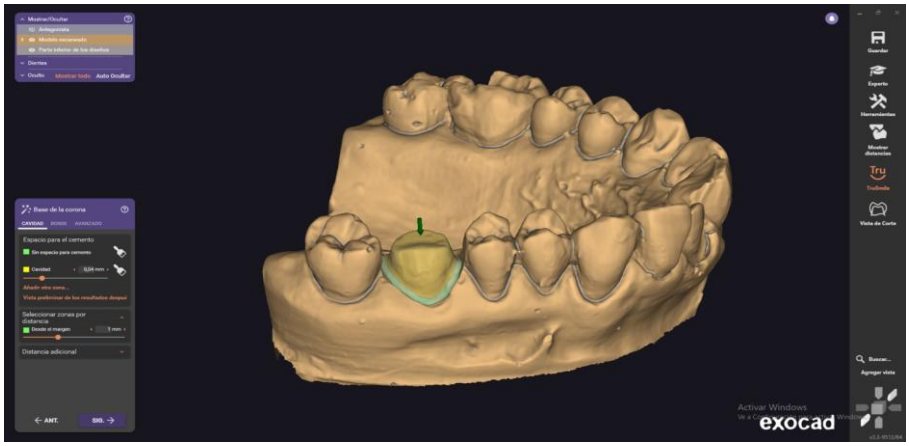
Definición del eje inserción y zona retentiva



La base de Corona permite la correcta distribución del material, garantiza un ajuste hermético en la zona cervical. Se determinan los parámetros internos de la estructura, específicamente el espacio para el cemento y la configuración de la cavidad interna (observar figura 9).

Figura 9

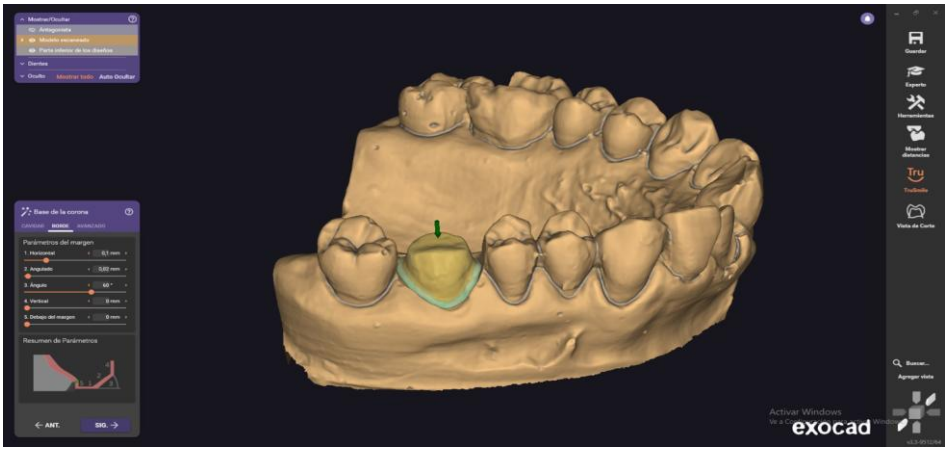
Configuración de la base de la corona



Base de la corona, horizontal: 0.1, angulado: 0.02, ángulo: 60°. Se ajustan los parámetros del borde para garantizar un sellado hermético y preciso, esto define la transición final entre la corona y el diente (observar figura 10).

Figura 10

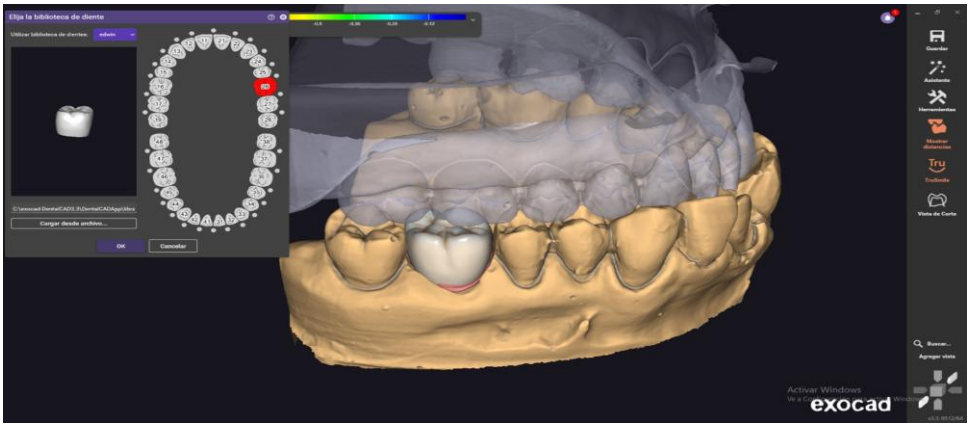
Configuración del borde marginal



Se selecciona la biblioteca de dientes como muestra la Figura 11, correspondiente a la pieza 26. Se selecciona la forma y tamaño ideal para replicar la anatomía natural y funcional del diente

Figura 11

Selección de biblioteca dental

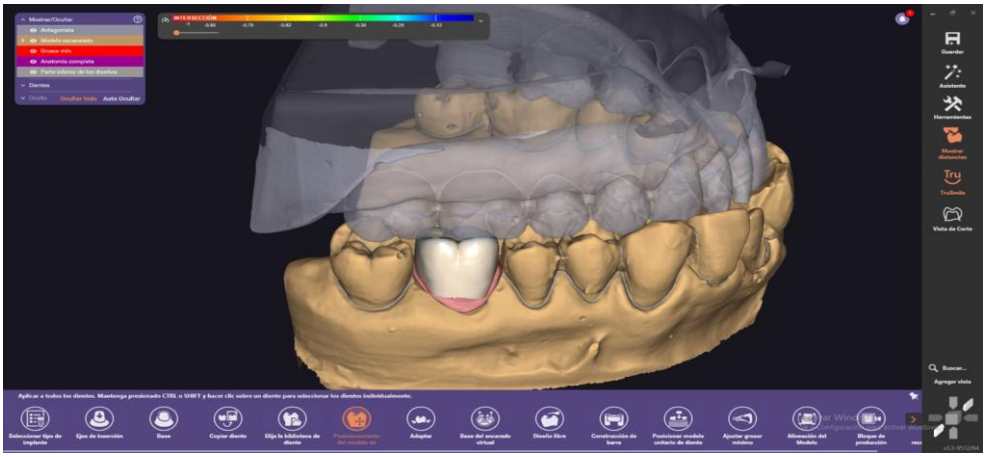


Se revisa la oclusión con el diente antagonista mediante la escala de colores. Se corrigen las interferencias para asegurar un contacto suave y funcional sin exceso de material;

esto se puede realizar de forma manual o por medio de la herramienta asistente en el software en el apartado de contactos/oclusión (observar figura 12).

Figura 12

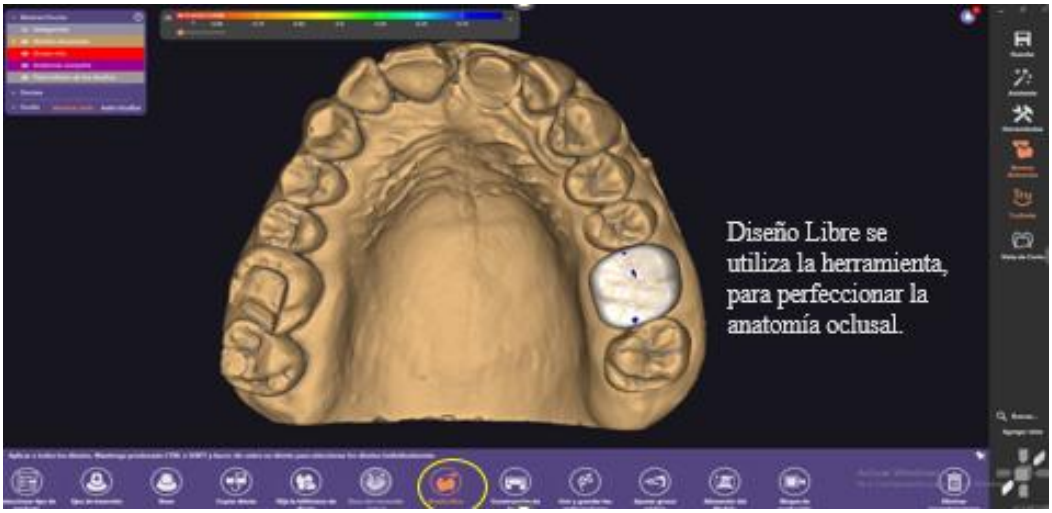
Verificación de intersección y grosor



Se define surcos, fisuras y detalles para lograr una forma natural, funcional y estética (Observar figura 23).

Figura 13

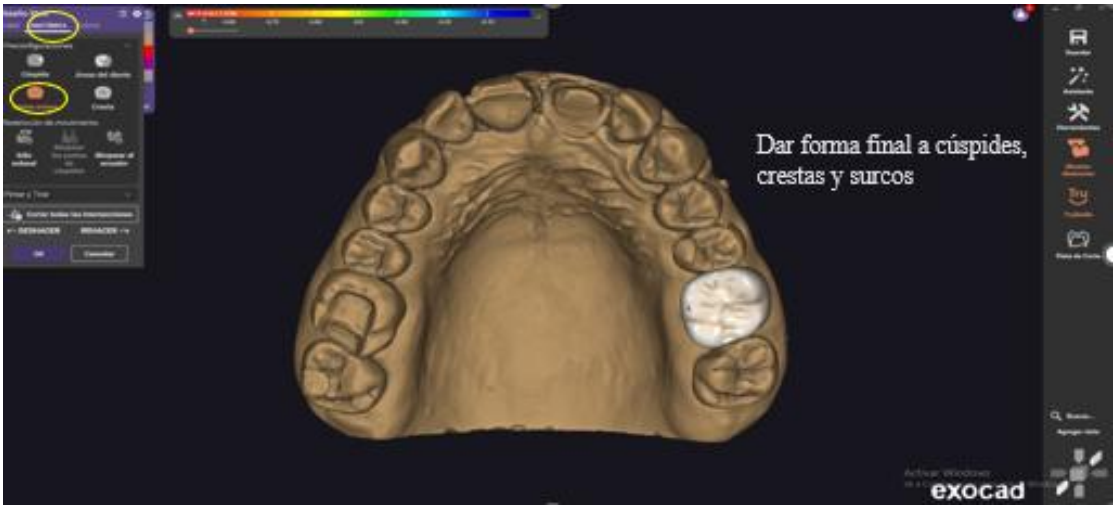
Modelado y detalle final



Se da detalles para lograr una anatómica natural, funcional y armónica con el resto de la arcada (Observar figura 14).

Figura 14

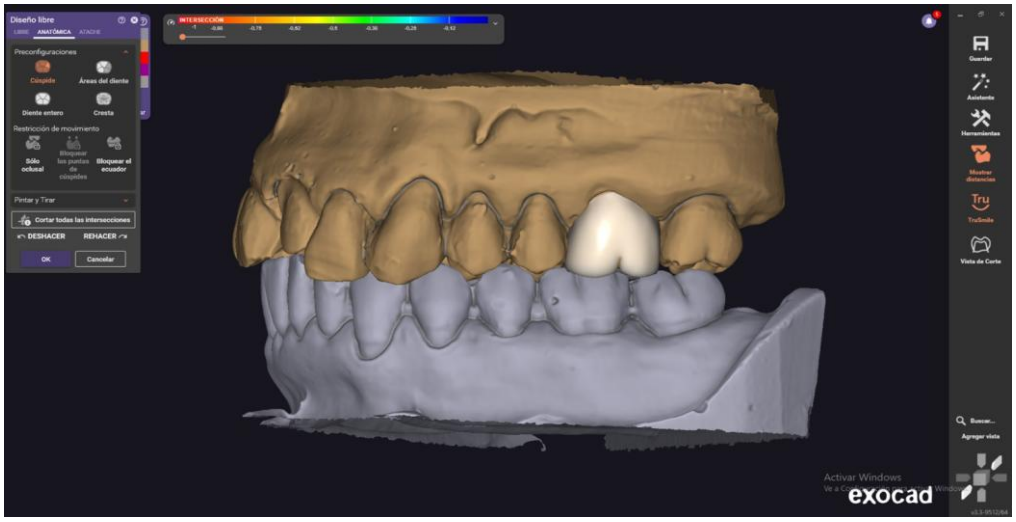
Refinamiento anatómico



Se comprueba el contacto con el diente antagonista. Se ajustan la altura y forma para garantizar una oclusión equilibrada y funcional (Observar figura 15).

Figura 15

Verificación oclusal



Se realiza una última verificación de que todo el diseño de la corona este bien estructurada para pasar anidar y fresar (Observar figura 16).

Figura 16

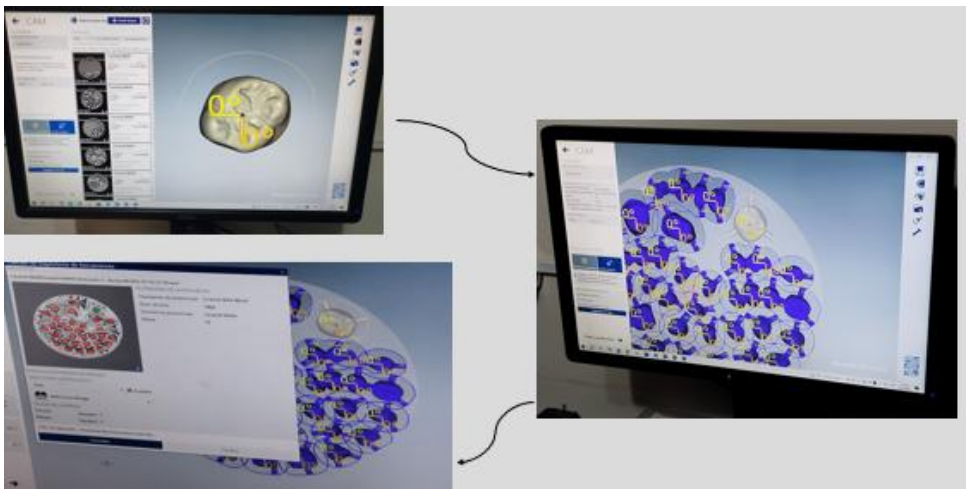
Verificación final



Como se muestra en la figura 17 en este paso se realiza la selección del bloque en el cual se va a fresar la corona ya sea en zirconio o cera, al terminar la corona se guarda el archivo del mismo esto se pasa automáticamente al apartado de anidado y selección de bloque, se escoge el bloque a usar y se coloca la corona de la mejor manera posible respetando los soportes se guarda y se pasa el archivo en este caso a la máquina de fresado cabe recalcar que en este caso todo es automático y se pasa a producción colocando en la maquina el bloque escogido.

Figura 17

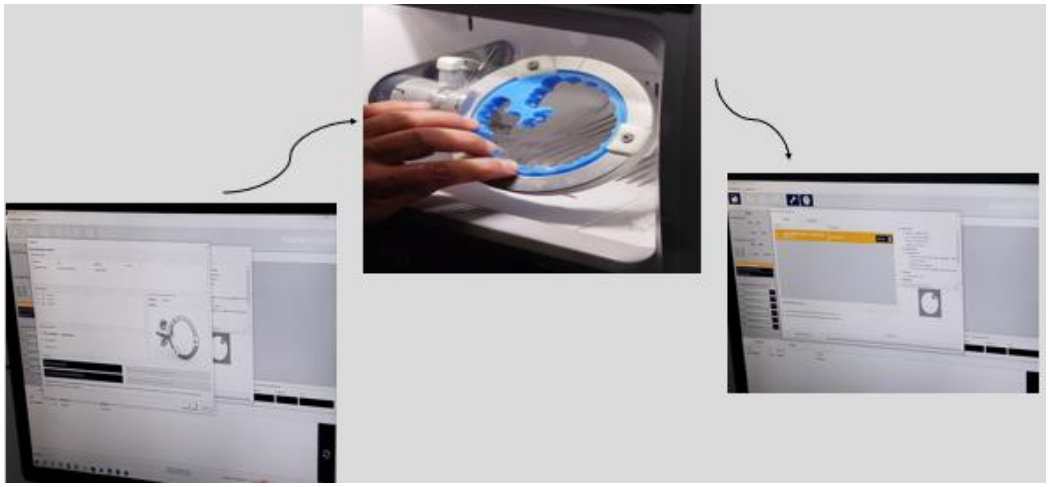
Anidado de la pieza y selección del bloque



La figura 18 muestra cómo se realiza la selección de la herramienta según el disco a utilizar, un traslado del archivo donde previamente se anido la corona, coloca en la fresadora la herramienta con el bloque a utilizar.

Figura 18

Colocación de bloque



Una vez terminado el fresado se extrae el bloque de la herramienta que está en la fresadora (Observar figura 19).

Figura 19

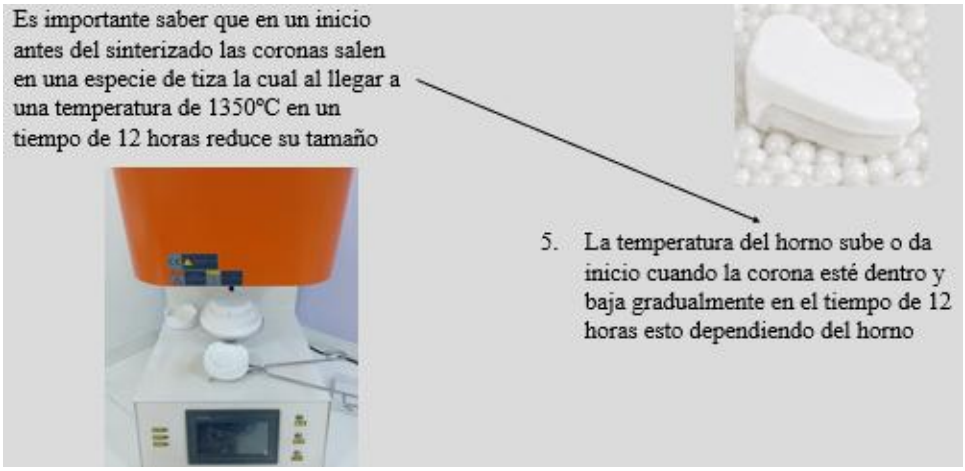
Corona para sinterizado



De la misma manera, se puede brindar color pintado o dar detalles antes del sinterizado, ya que es un material muy resistente (Observar figura 20).

Figura 20

Proceso de sinterizado



Lo importante de hacer el diseño digital es que solo se puede tener un margen de error en un 0,5% a 1%, luego del sinterizado es importante realizar un nuevo ajuste y verificar que exista el sellado correspondiente entre la corona y el muñón (Observar figura 21).

Figura 21

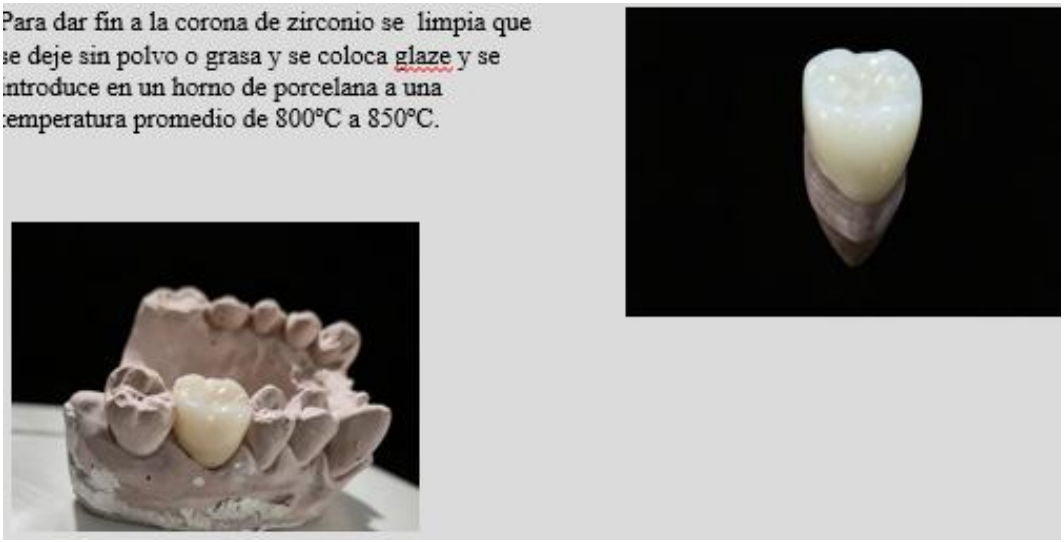
Corona sinterizada y pulido



Se coloca en el modelo la corona terminada para verificar que todo esté en orden, se procede al glaseado y al terminado final (Observar figura 22).

Figura 22

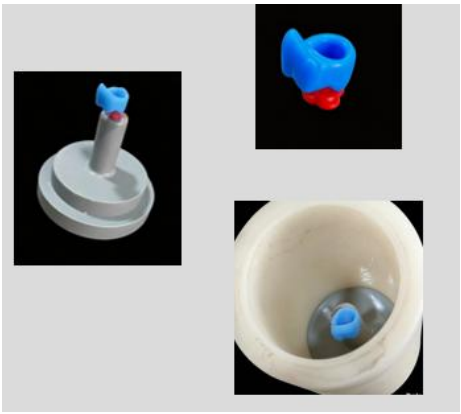
Corona de zirconio brillada y asentada



Para el proceso de prensado en disilicato de litio luego de que haya terminado el fresado en cera se corta la corona con ayuda de un bisturí, seguido del micromotor para bajar los excesos con un pimpollo. Se coloca un bebedero en una de las cúspides de la corona esto con el fin de que ingrese el material completo. Cuando se tiene la corona con el bebedero se lo asegura en un cilindro pegando bien para evitar que se dañe en el proceso de colocar el revestimiento como se muestra en la figura 23.

Figura 23

Disilicato de litio



La cantidad de revestimiento ocupada es de 160g. con 19ml. de líquido de fabricando y 19ml. de agua destilada. El líquido de fabricante es muy especial para el coeficiente de expansión (Observar figura 24).

Figura 24

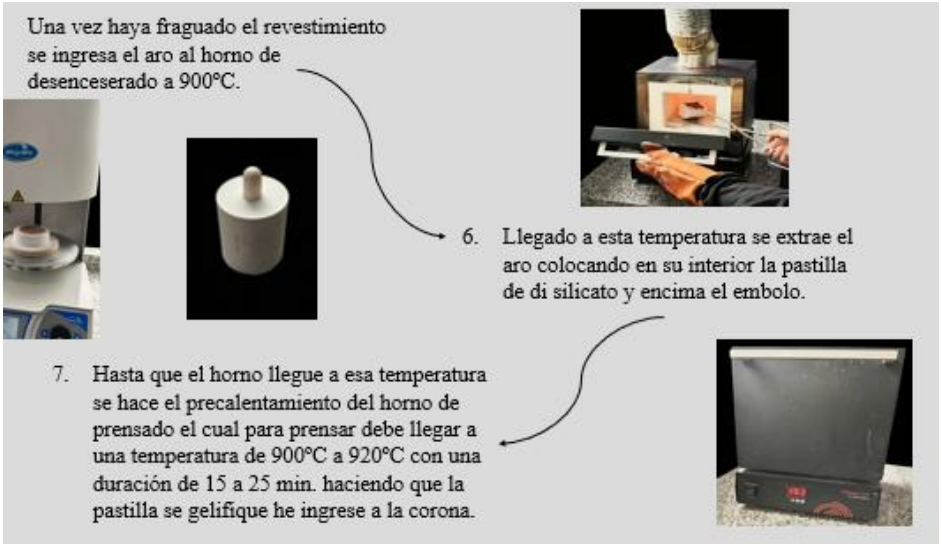
Preparación del revestimiento



Se prepara los hornos de prensado y desencerado, se introduce primero en el horno de desencerado en medio de este proceso se precalienta en horno de prensado para la inyección del material (Observar figura 25).

Figura 25

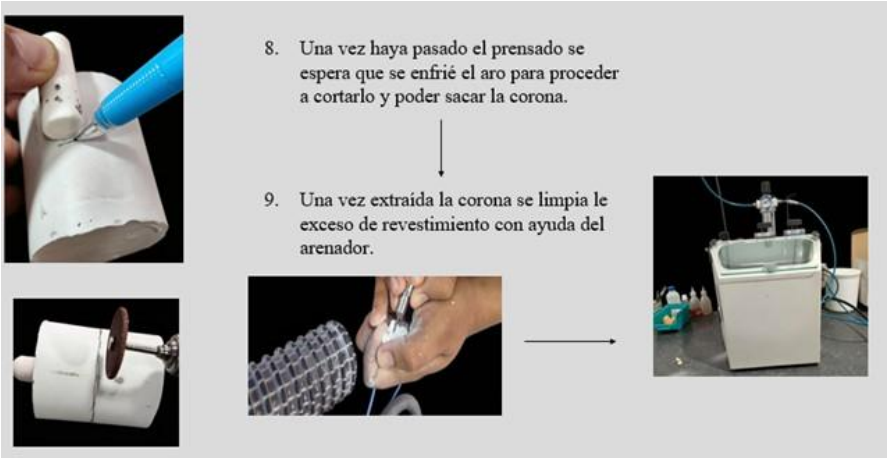
Preparación de hornos



Con ayuda de un disco de tungsteno se corta el cilindro de revestimiento cerca del final del embolo para extraer la corona y con ayuda del arenador, se eliminan los excesos para tener libre visión de cómo fue el prensado de la corona como se muestra en la figura 26.

Figura 26

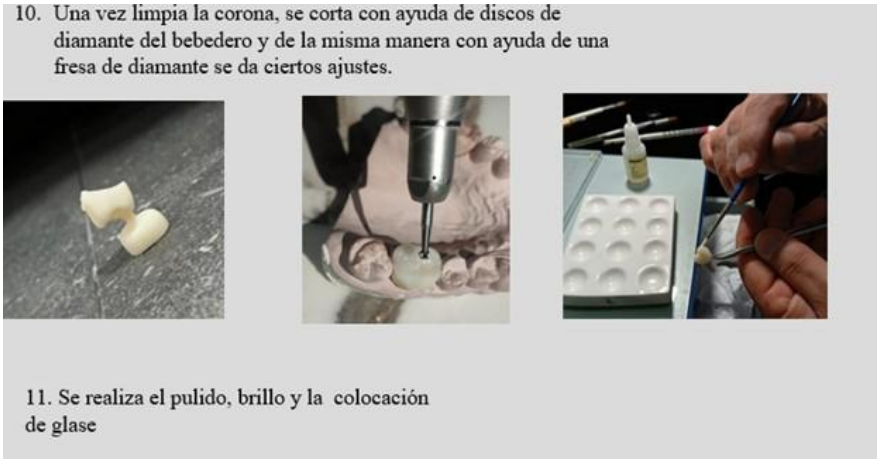
Corte del cilindro



Después de haber limpiado la corona de disilicato de litio con ayuda de discos y fresas de diamante se pule con una fresa de bola retirando los excesos de esta para posteriormente colocar glaze de baja fusión para dar brillo a la corona como se muestra en la figura 27, la corona de ingresar al horno para porcelana y se colocando los parámetros correctos de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Figura 27

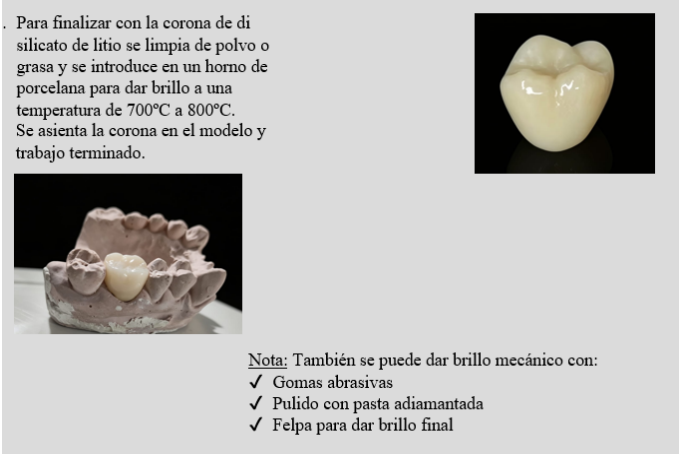
Limpieza, pulido y brillo



Se tiene la corona finalizada con el brillo y asentada en el modelo de trabajo en el cual se verifica el correcto sellado de la corona en el modelo de trabajo (Observar figura 28).

Figura 28

Corona terminada



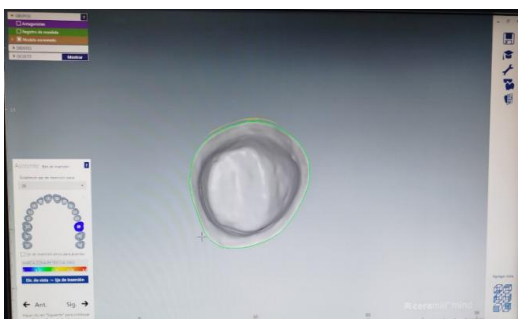
3.6 Diseño Digital: Zirconio y disilicato de Litio

El diseño libre permite remodelar la anatomía dental añadiendo/eliminando material si es necesario, y ajustando tanto los puntos de contacto proximales como oclusales basándose en la morfología y cúspides. Cuando terminamos de diseñar, comenzamos el fresado. Aquí, la restauración se anidada en el disco de zirconio, permitiendo elegir la colocación y el material para que el bloque cumpla su propósito.

En la figura 29 se puede apreciar el límite de la corona y como ingresa en el muñón de la pieza señalada y puede tener buena adaptación en boca

Figura 29

Margen y eje de inserción



La alineación del disco, el tipo de material, el porcentaje de contracción y la sinterización para que el tamaño de la restauración sea correcto, todo debe realizarse adecuadamente. Dependiendo del tamaño y la complejidad de la pieza, el proceso de fresado de la corona dura entre 30 y 40 minutos. Luego, la restauración se presenta como presinterizada (más grande que la restauración final cuando es más pequeña).

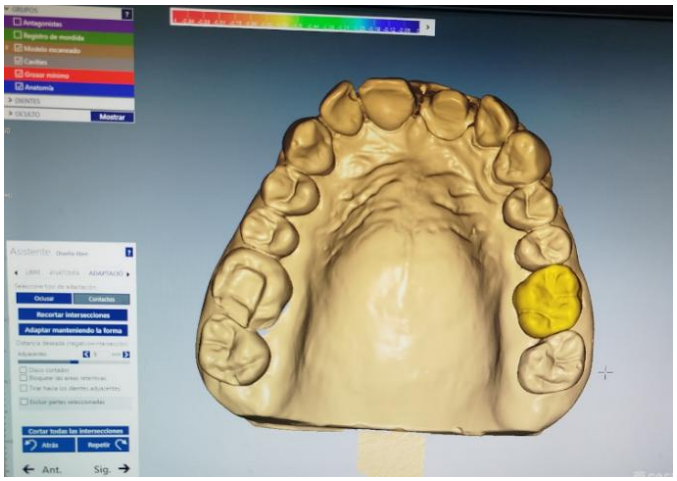
Una vez finalizado el fresado, se retira manualmente del disco con un micromotor, y si se adjuntan fresas adecuadas, se eliminan los puntos de sujeción. Esto se lleva a cabo antes de la sinterización (que generalmente ocurre en la región cervical) para la optimización estética, de acuerdo con las necesidades de caracterización adicional, especialmente la adición de tintes. La corona se somete luego a sinterización, realizada en un horno dedicado con una duración promedio de 10 a 12 horas.

El material pasa por una contracción controlada de esta manera, alcanzando finalmente la dimensión final. Después de la sinterización, la restauración se retira suavemente y se ajusta según sea necesario. Ejemplos incluyen la aplicación de fresas de diamante en los puntos de contacto oclusales o proximales y la adición de cerámicas (si hay necesidades estéticas o estructurales). Finalmente, la corona se verifica con este modelo de trabajo proporcionado por el clínico para comprobar su ajuste después de confirmar el ajuste. Una vez posicionada correctamente, se inserta en la boca del paciente. Las coronas dentales de disilicato de litio fabricadas en tecnología CAD/CAM generalmente siguen varios pasos: escaneo digital, diseño asistido por computadora (CAD), fabricación asistida por computadora (CAM), cristalización.

Se puede dar más detalle a la corona como se parecía en la figura 30 con ayuda del asistente

Figura 30

Diseño libre



El uso de equipos especiales para la misma operación incluye una computadora compatible con software CAD/CAM, un escáner digital, una máquina de fresado dental, un micromotor y un horno de cristalización. Preparación del modelo y preparación del escaneo digital La preparación del modelo digital seguido del escaneo digital y el escaneo digital comienza con la preparación adecuada del modelo dental. Se recomienda el uso de un modelo tipo Geller, piezas troqueladas o removibles para un mejor manejo que también sean visibles en los márgenes de preparación. La orden de trabajo se ingresa en el software CAD/CAM (por ejemplo, el software exocad dental cad) siguiendo esto. Aquí se ingresan el paciente, el profesional tratante y el técnico dental.

También deben estar presentes el tipo de restauración (una corona anatómica si corresponde), el modelo antagonista y los dientes adyacentes (para que la oclusión se diseñe correctamente). Cuando se especifica la orden, comienza el escaneo digital. Los márgenes deben estar bien definidos, y también se pueden utilizar agentes opacificantes según sea necesario para permitir el mejor seguimiento.

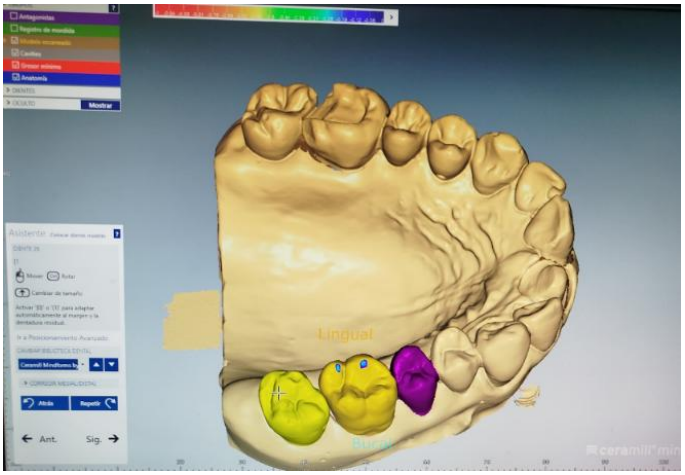
El escaneo se realiza de la siguiente manera: modelo base, modelo antagonista y registro de oclusión. Los datos se ingresan en el software de diseño para el diseño asistido por

computadora (CAD) después del trabajo de escaneo. La posición del modelo se alinea y los márgenes de preparación se especifican desde el principio. Los sistemas luego desarrollan la primera propuesta para la restauración, que, como resultado, se puede alterar a nueva escala, forma o ubicación.

En la figura 31 se aprecia como el sistema coloca la morfología del diente tomando en cuenta la de los dientes adyacentes

Figura 31

Diente de la biblioteca del software



El diseño libre permite al técnico alterar la anatomía o reducir el material, así como optimizar los puntos de contacto proximales al diente y oclusales al diente, así como respetar la morfología del diente para realizar función y estética. Fabricación asistida por computadora (CAM) y cristalización después de que se completa el diseño, la restauración se anidada en un bloque de cera. Esto no necesita más compensación por contracción que la zirconio, por lo que la fabricación es fácil.

Pantalla de ayuda para facilitar el diseño de la corona y dar mejor adaptación (figura 32)

Figura 32

Asistente



El fresado de la corona tiene una duración aproximada de 15 a 30 minutos, dependiendo de la complejidad de la pieza. Tras este proceso, la restauración se obtiene en estado como de encerado, con menor resistencia mecánica y un color característico azulado dependiendo del bloque.

Finalizado el fresado, la pieza se retira cuidadosamente del bloque y se eliminan los puntos de sujeción con ayuda de un micromotor. En esta fase también pueden realizarse ajustes menores si es necesario.

Posteriormente, se realiza la caracterización inicial mediante la aplicación de maquillajes o tintes, especialmente en la zona cervical, con el fin de mejorar la estética final en la parte el zirconio de ser necesario.

La restauración se somete luego al proceso de cristalización en un horno especializado. Este ciclo térmico tiene una duración aproximada de 20 a 30 minutos y permite que el material alcance su resistencia final (alrededor de 360–400 MPa), además de adquirir su color y translucidez definitivos.

Después de la cristalización y la modificación final, la corona se retira del horno y se realizan los ajustes finales, como corregir los contactos oclusales o proximales utilizando los instrumentos adecuados.

La restauración se verifica finalmente en el modelo de trabajo para comprobar su adaptación marginal y oclusal. Una vez confirmada la correcta adaptación, la corona se prepara para la cementación en la boca del paciente.

Así como se puede apreciar en la figura 33 se verifica que todos los puntos de contacto no sean estorbosos al ingreso de la corona y la parte oclusal no esté elevada

Figura 33

Corona Terminada



Esta etapa permite la preparación de restauraciones de disilicato de litio que son muy precisas, estéticamente agradables y con la resistencia adecuada para los requisitos funcionales y biológicos del paciente.

Capítulo IV

Resultados y Discusión

4.1 Análisis e Interpretación de Resultados de Encuesta Inicial

Se aplicará una encuesta inicial estructurada, compuesta por preguntas cerradas y de opción múltiple, con el objetivo de identificar el nivel de conocimiento previo de los estudiantes sobre materiales con zirconio y disilicato de litio, técnicas de fabricación de coronas y manejo de protocolos en aparatología dental. Esta información permitirá detectar el grado de conocimientos para el desarrollo de esta prótesis.

En la figura 34 se muestra el tiempo de experiencia de los encuestados como laboratoristas dentales la mayoría, corresponde al 75% tiene entre 0-2 años de experiencia, se indica un promedio de profesionales en una etapa inicial. Por otro lado, se observa que el 12.5% posee entre 2-3 años de experiencia, muestra que el otro 12.5% cuenta con 3 años o más en el área. Estos resultados evidencian que la muestra está compuesta principalmente por individuos con experiencia limitada en el campo.

Figura 34

Experiencia como técnico dental



En la figura 35 se muestra con un 62.5% de los encuestados consideran que tanto como el zirconio como el disilicato de litio requiere el mismo tiempo de elaboración, por otro

lado, el 25% señala que el zirconio demanda mayor tiempo, mientras que el 12.5% considera que es el disilicato de litio el que requiere más tiempo.

Figura 35

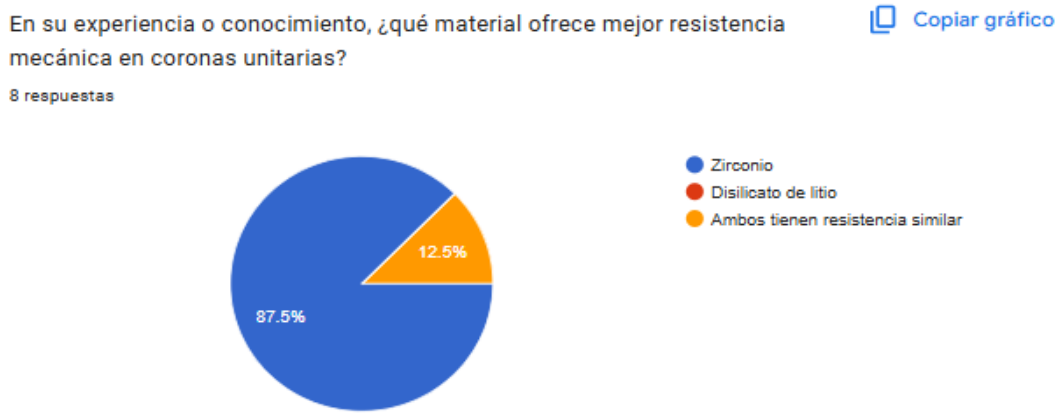
Material que más tiempo conlleva elaborar



Los encuestados consideran que el zirconio ofrece una mayor resistencia, mientras que el 12.5% opina que ambos materiales presentan un material similar. Evidencia una clara preferencia por el zirconio en términos de durabilidad y resistencia (Observar figura 36).

Figura 36

Material con mejor resistencia



En la figura 37 se observan los resultados estéticos en restauraciones dentales, con un 37.5% de los encuestados que señalan al zirconio como el mejor material y con sus mejores resultados, mientras que el otro 37.5% considera que el disilicato de litio ofrece una mejor

estética. Además, el 12.5% de personas encuestadas opinan que ambos materiales brindan resultados estéticos similares y el 12.5% restante indica que la elección depende del caso clínico. Dados así estos resultados reflejan una percepción dividida en cuanto a la estética de ambos materiales.

Figura 37

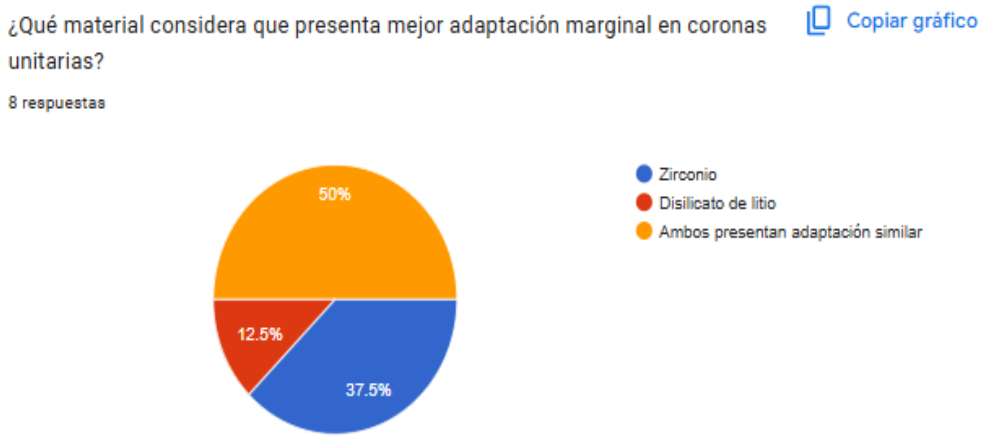
Material con mejor estética



En cuanto la adaptación marginal en coronas unitarias se obtiene que el 50% de los encuestados consideran que el zirconio como el disilicato de litio presentan una adaptación similar. Por otra parte, el 37.5% opina que el zirconio ofrece una mejor adaptación marginal, mientras que el 12.5% señala que el disilicato de litio es el material adecuado. Estos resultados dan un desempeño equivalente entre ambos materiales (Observar figura 38).

Figura 38

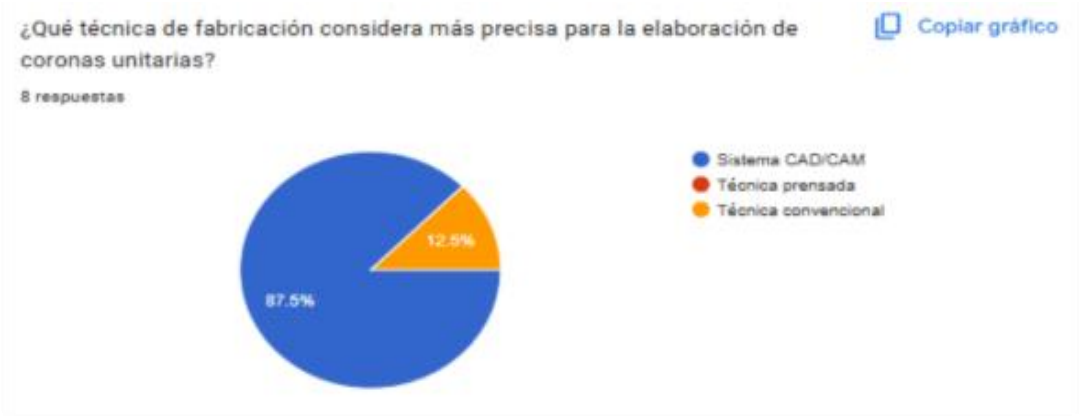
Material con mejor adaptación marginal



En la figura 39 se consultó sobre la técnica de fabricación de coronas unitarias, la mayoría de los encuestados representa con un 87.5% identifica al sistema de CAD-CAM como la opción más precisa. Mientras que el 12.5% que la técnica convencional es la más adecuada. Esto da como resultado una clara preferencia por las tecnologías digitales para el proceso de fabricación.

Figura 39

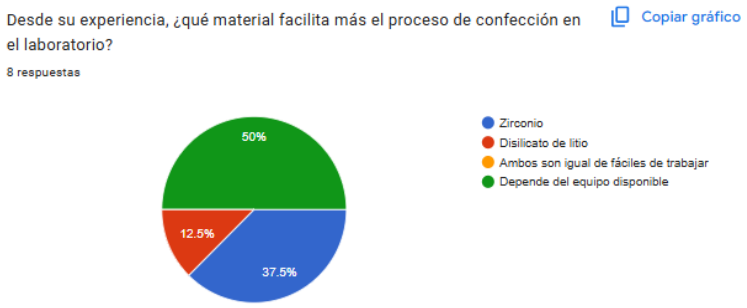
Mejor técnica de fabricación



En relación con el material del proceso de confección en el laboratorio la figura 40 muestra que el 50% considera que esto depende del equipo disponible, lo que resalta la importancia de los recursos tecnológicos en el trabajo por otro lado el 37.5% indica que el zirconio como el material más fácil de trabajar, mientras que el 12.5% señala que el disilicato de litio facilita más el proceso.

Figura 40

Material fácil para confeccionar



En cuanto al factor más importante para lograr un buen ajuste marginal en una corona dental con un 75% destaca la precisión del escaneo, por otro lado, el 12.5% señala el proceso de fresado o fabricación con estos resultados evidencia la relevancia de la exactitud en la toma de registros para asegurar un adecuado ajuste marginal (Observar figura 41).

Figura 41

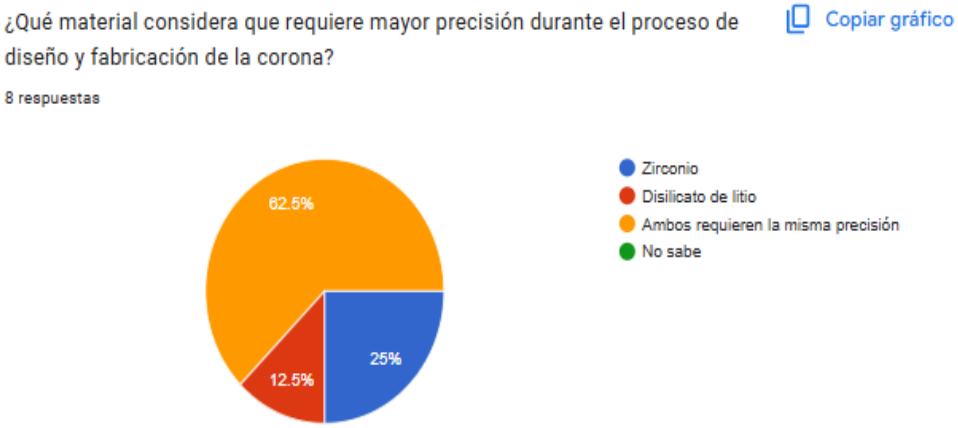
Factor de importancia



Se observa en la figura 42 que la mayoría de los encuestados considera que el zirconio y el disilicato de litio requieren el mismo nivel de precisión durante el diseño y fabricación de coronas con el 62.5% mientras que el 25% señala que el zirconio exige mayor precisión, con el 12.5% señala al disilicato de litio.

Figura 42

Material que más precisión necesita



En cuanto a la etapa más importante para lograr un buen ajuste marginal, el 62.5% de los participantes identifica la toma de impresión o escaneo del modelo como la fase clave. Por otro lado, el 25% destaca el diseño digital de la restauración y un 12.5% el proceso de fresado o prensado (observar figura 43).

Figura 43

Paso importante para mayor precisión



Respecto al material más eficiente para la fabricación de coronas unitarias, los encuestados señalan con un 37.5% considera que el zirconio es más eficiente, mientras que el 12.5% elige el disilicato de litio y por otro lado con el 12.5% que depende del caso clínico (Observar Figura 44).

Figura 44

Material más eficiente en coronas



4.1.1 Focus Group

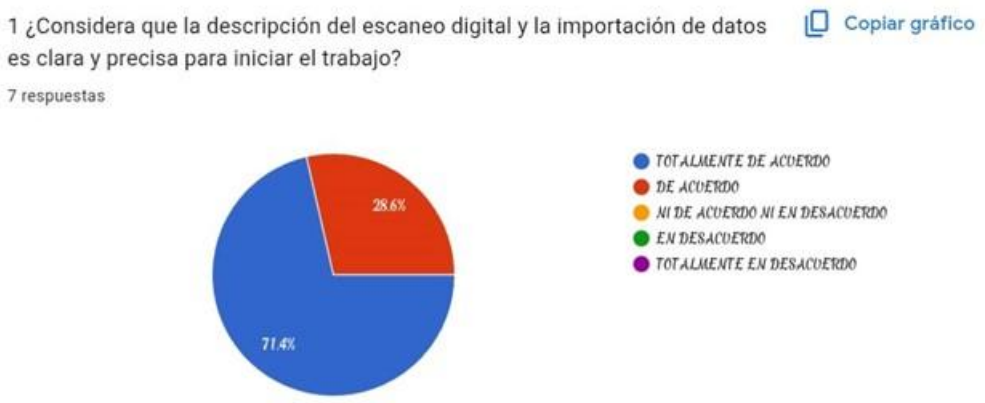
EL grupo focal estuvo conformado por seis integrantes pertenecientes al área de odontología y técnicos dentales. La actividad se desarrolló mediante una reunión virtual en la plataforma zoom, en la cual se presentó y explicó el protocolo con el fin de obtener opiniones y aportes relacionados con el tema.

El análisis de los resultados del grupo focal sugiere que el protocolo evaluado recibió en su mayoría una evaluación positiva y que la aceptación por parte de los participantes fue razonablemente alta en cuanto a claridad, utilidad y aplicabilidad del contenido. A continuación, se muestra los resultados de la encuesta:

En la figura 45 la gran mayoría de los encuestados con un 71.4% totalmente de acuerdo, con la descripción del escaneo digital y la importancia de datos es clara y precisa para iniciar el trabajo, El 28.6% manifiesta que está de acuerdo, lo que indica un consejo muy alto y positivo.

Figura 45

Aspectos técnicos del manual



En la figura 46 el 71.4% de los encuestados está de acuerdo de la explicación sobre la línea de margen, mientras que el 28.6% está totalmente de acuerdo, sugiriendo que la explicación es considerada.

Figura 46

Delimitación de la línea de margen



En la figura 47 se observa que el 71.4% de acuerdo y el 28.7% totalmente de acuerdo, se concluye que la selección facilita la compresión y ayuda a evitar errores o interferencias.

Figura 47

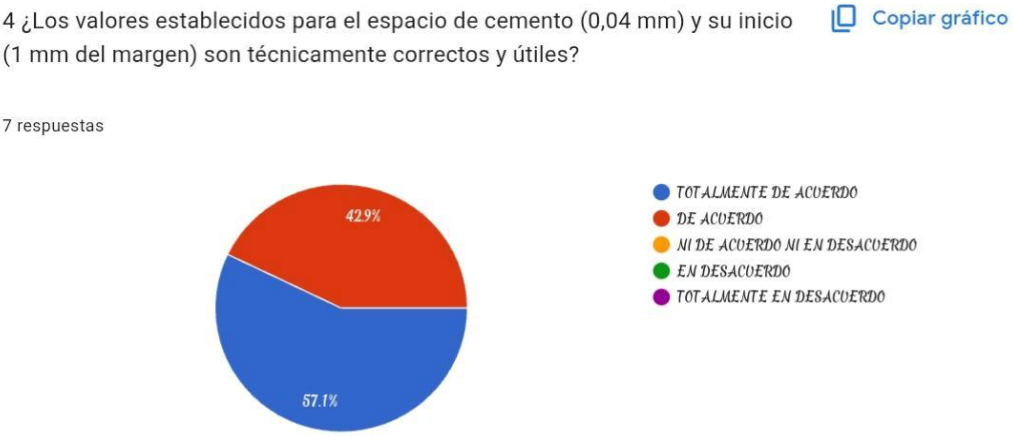
Compresión del eje de inserción y zonas retentivas



En la figura 48 menciona que el 57.1% totalmente de acuerdo y el 42.9 % de acuerdo, esto demuestra que los valores técnicos están bien establecidos y son útiles.

Figura 48

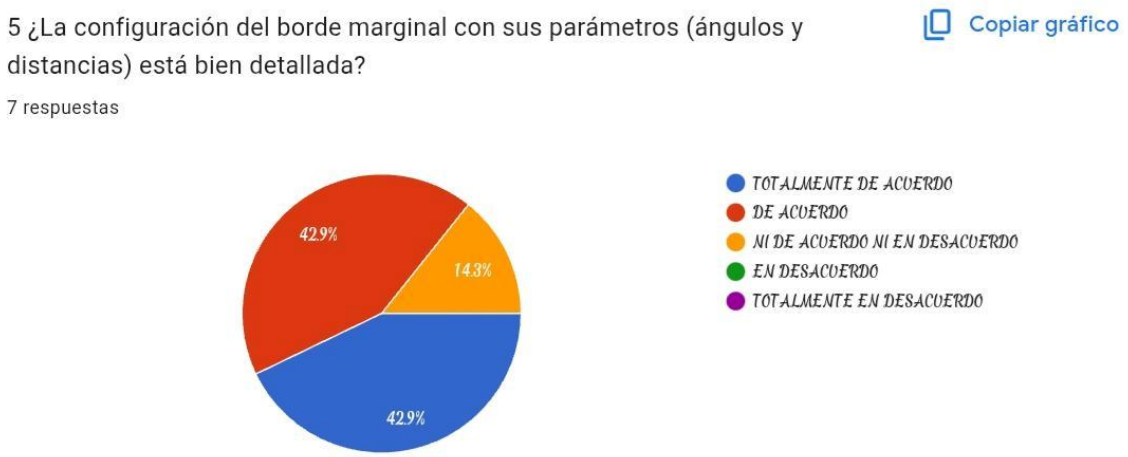
Valores del espacio de cemento



En la figura 49 se puede observar que el 42.9% totalmente de acuerdo, 42.9% de acuerdo y el 14.3% ni de acuerdo ni desacuerdo. Aunque la mayoría está conforme, hay una pequeña parte que no lo está completamente segura, lo que sugiere que está sección podría mejorarse o explicarse con más detalle.

Figura 49

Configuración del borde marginal



En la figura 50 se observa que el 71.4% está de acuerdo y el 28.6% totalmente de acuerdo. Esto indica que todos consideran el grosor establecido, por lo que se percibe como correcto para garantizar la resistencia del material.

Figura 50

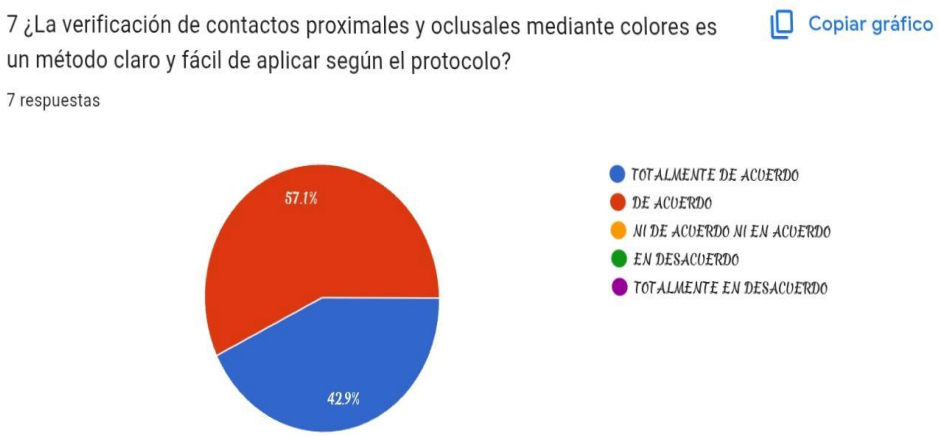
Adecuación del grosor mínimo del zirconio



En la figura 51 se observa que el 57.1% de los encuestados está de acuerdo y el 42.9% totalmente de acuerdo. Significa que el método es claro y fácil de aplicar, lo que facilita el trabajo práctico en el laboratorio.

Figura 51

Verificación de contactos



En la figura 52 se observa que el 85.7% definitivamente lo recomendaría y el 14.3% probablemente lo recomendaría. Esto muestra que el protocolo es muy bien aceptado y considerado útil, ya que todos los participantes lo recomendarían.

Figura 52

Recomendación general del protocolo



4.1.2 Matriz o Tabla de Comparación de Procesos

La tabla 3 tiene como objetivo identificar criterios de evaluación dentro del proceso de elaboración de las coronas dentales mediante la técnica de fresado e inyección de disilicato de litio.

Tabla 3

Criterios de evaluación.

Criterio de Evaluación	Indicador de Evaluación	Zirconio (cad/cam)	Disilicato de litio
Adaptación marginal	Ajuste preciso al muñón preparado	Requiere compensación volumétrica por contracción durante la sinterización.	Presenta menor contracción y mayor predictibilidad marginal.
Integridad estructural	Ausencia de porosidades, fisuras o fracturas	Alta resistencia mecánica, pero sensible a variaciones del horno.	Menor riesgo de tensiones térmicas, aunque es frágil en estado azul.
Precisión dimensional	Coincidencia con el diseño digital original	Necesita configurar factor de escala en el software CAD.	Mantiene alta fidelidad al diseño digital tras cristalización.
Acabado superficial	Superficie lisa, uniforme y sin rugosidades	Superficie densa y homogénea; requiere glaseado final.	Excelente acabado superficial y mejor translucidez estética.
Espesor de la cofia	Uniformidad del grosor mínimo requerido	Grosor mínimo aproximado de 0.5–1.5 mm según la zona.	Grosor mínimo aproximado de 0.8–1.5 mm según la zona.
Coloración (óxidos)	Presencia de alteraciones del color	La sinterización incorrecta puede producir tonos opacos o grisáceos.	Permite mejor control cromático mediante maquillajes y glaseado.
Proceso de sinterización / cristalización	Cumplimiento de temperatura, rampa y tiempo	Requiere sinterización larga a 1350–1500 °C.	Cristalización más rápida a 820–860 °C.
Desinversión y limpieza	Eliminación total de residuos del mecanizado	Necesita limpieza previa con vapor o ultrasonido.	Debe manipularse con guantes para evitar contaminación.
Ajuste interno	Adaptación interna uniforme sobre el muñón	Espacio de cemento recomendado: 80–120 µm.	Espacio de cemento recomendado: 60–100 µm.

4.2 Discusión de Resultado

Los resultados obtenidos a través del grupo focal permiten establecer una valoración integral del protocolo diseñado para la fabricación de coronas unitarias de zirconio y disilicato de litio mediante tecnología CAD/CAM, evidenciando su pertinencia tanto en el ámbito técnico como en el formativo de la aparatología dental.

En relación con la etapa de escaneo digital e importación de datos, el 100 % de los participantes manifestó acuerdo o total acuerdo con la claridad de su descripción (71,4 %

totalmente de acuerdo; 28,6 % de acuerdo). Este resultado es significativo, pues la literatura especializada —especialmente Mangano et al. (2017) y Syrek et al. (2010)— señala que la precisión del escaneo digital es el punto de partida determinante para lograr un ajuste marginal adecuado en restauraciones CAD/CAM. Que los participantes comprendan esta etapa con claridad indica que el protocolo aporta una base sólida para el desarrollo de competencias técnicas en estudiantes de aparatología dental, quienes históricamente han carecido de guías locales estructuradas para este proceso.

Respecto a la delimitación de la línea de margen, los resultados también son favorables (71,4 % de acuerdo; 28,6 % totalmente de acuerdo), lo que confirma que el protocolo logra comunicar de manera comprensible uno de los conceptos más críticos en prótesis fija. Según Shillingburg et al. (2012), una correcta delimitación del margen es condición indispensable para prevenir microfiltración, caries secundaria y complicaciones periodontales. Que este apartado sea bien recibido por estudiantes en formación representa un aporte directo al fortalecimiento del conocimiento clínico en restauraciones estéticas.

En cuanto al eje de inserción y las zonas retentivas (71,4 % de acuerdo; 28,6 % totalmente de acuerdo), la valoración positiva demuestra que el protocolo contribuye a la comprensión de aspectos conceptuales complejos que, si no se manejan correctamente, pueden generar interferencias durante el asentamiento de la restauración. Este resultado evidencia el valor didáctico del protocolo para traducir conceptos técnicos avanzados en pasos comprensibles y aplicables en el contexto del laboratorio del Instituto TESA.

Los parámetros técnicos establecidos —espacio de cemento y grosor mínimo del zirconio— también recibieron una valoración muy alta (100 % entre acuerdo y total acuerdo en ambos casos). Esto es relevante porque, tal como señalan Boitelle et al. (2014) y Rosenstiel et al. (2016), la configuración incorrecta de estos parámetros en el entorno CAD genera discrepancias marginales antes incluso de que inicie el fresado. El hecho de que los

participantes reconozcan la utilidad y corrección de estos valores refleja que el protocolo está alineado con los estándares técnicos de la prostodoncia contemporánea.

Sin embargo, el análisis identifica una oportunidad de mejora en la sección sobre configuración del borde marginal, donde el 14,3 % de los participantes adoptó una postura neutral. Si bien representa una minoría, este dato es clínicamente relevante: errores en la configuración del borde marginal pueden comprometer el sellado protésico y, con ello, la salud periodontal del paciente. Esta variabilidad en la comprensión sugiere que dicho apartado requiere mayor profundidad explicativa, posiblemente acompañada de recursos visuales o ejemplos prácticos que faciliten su internalización.

Finalmente, el indicador más contundente del estudio es el nivel de recomendación general del protocolo: el 85,7 % de los participantes lo recomendaría definitivamente y el 14,3 % restante probablemente lo haría, alcanzando así una aceptación del 100 %. Este resultado respalda de manera directa la hipótesis de que la elaboración de un protocolo comparativo estructurado entre zirconio y disilicato de litio constituye una herramienta útil y aplicable para el fortalecimiento del proceso formativo en aparatología dental. En el contexto del Instituto TESA donde los estudiantes han señalado previamente una percepción dividida sobre el desempeño de ambos materiales contar con una guía técnica validada por un grupo de especialistas representa un avance concreto hacia la toma de decisiones basada en evidencia local.

En conjunto, los resultados demuestran que el protocolo desarrollado no solo cumple su función orientadora en el flujo de trabajo CAD/CAM, sino que también contribuye al cierre de una brecha formativa identificada en el contexto ecuatoriano: la ausencia de guías técnicas sustentadas en evidencia local para la elaboración de restauraciones dentales estéticas con materiales de alta tecnología.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Los resultados indican una alta aceptabilidad del protocolo para la fabricación de coronas de zirconio y disilicato de litio utilizando CAD/CAM, evidenciando su utilidad como un dispositivo técnico y educativo de alto nivel dentro del Instituto TESA. En la primera fase del proceso de escaneo digital y definición de la línea de margen todos los participantes coincidieron en la claridad de la información.

Este resultado está en línea con el objetivo específico de presentar los elementos técnicos y clínicos asociados con ambos materiales, verificando así que el protocolo es capaz de transmitir con éxito temas especializados de manera comprensible y pasos aplicables a los aprendices en formación. Clínicamente, es importante ser consciente de esto, ya que los errores en estas etapas iniciales se propagan a lo largo de todo el ciclo digital y afectan directamente la adaptación marginal final de la restauración.

Con respecto a los parámetros técnicos bien establecidos como espesor mínimo de zirconio y espacio para el cemento, una evaluación positiva casi unánime indica un acuerdo entre el protocolo propuesto y los estándares técnicos que se pueden encontrar en la literatura prostodóntica.

Esto se alinea con el objetivo de asegurar que los métodos de fabricación se basen en especificaciones de calidad en la práctica y el laboratorio dentales, ayudando así a disminuir el margen de error en decisiones críticas de diseño CAD. Por otro lado, se encuentra una posibilidad específica de mejora en la sección de configuración del borde marginal, con un 14.3% de los participantes manteniendo una posición neutral.

Aunque este porcentaje es minoritario, las implicaciones clínicas no deben subestimarse: una definición deficiente podría resultar en discrepancias menores que

favorezcan la microfiltración, la acumulación de placa subgingival y el fallo prematuro de la restauración.

La colocación incorrecta del borde marginal (límite marginal) en el diseño CAD/CAM constituye un error de origen digital que no puede corregirse posteriormente sin afectar negativamente el diseño.

Esto sugiere incluir en esta sección ayudas visuales comparativas, diagramas de software y ejemplos aplicados para hacer que sea un tema más familiar para cualquier persona con diferentes experiencias. Por último, el nivel general de recomendación del protocolo 100% se recomendaría que es el mejor indicador de relevancia.

Este resultado valida que el protocolo desarrollado cumple una necesidad genuina de aprendizaje en el Instituto TESA: la falta de guías de referencia técnica expertas estructuradas y basadas en evidencia en el país para el desarrollo de restauraciones dentales estéticas con material de alta tecnología. Además, de esta manera, el estudio logra el objetivo de la investigación al proporcionar un instrumento tangible para mejorar el conocimiento técnico y clínico de los aparatos dentales y allanar el camino para futuras investigaciones que aumenten la cantidad de muestras, utilicen instrumentos de medición para cuantificar el ajuste marginal y validen el protocolo en situaciones clínicas reales con pacientes.

Recomendaciones

Basados en los resultados y su crítica, recomendamos algunas sugerencias para mejorar el protocolo desarrollado y ampliar la relevancia clínica y de laboratorio potencial de los protocolos desarrollados en herramientas dentales.

Una forma podría ser enriquecer la parte referente a la configuración del borde marginal con información técnica adicional y recursos visuales comparativos (capturas de pantalla de software CAD, diagramas anotados, secuencias fotográficas). Este paso está estrechamente relacionado con el 14.3% de respuestas neutrales detectadas en esta sección y tiene implicaciones clínicas, ya que el desconocimiento del parámetro puede llevar a una pequeña incongruencia con la fase de diseño digital que no puede superarse en la fase subsiguiente del flujo CAD/CAM sin reducir la integridad de la restauración.

Por lo tanto, la claridad en esta sección es un criterio absolutamente vital para la calidad del ajuste marginal al final. En segundo lugar, se aconsejan ejemplos concretos y situaciones reales de producción de coronas de zirconio y disilicato de litio junto con estudios de caso relevantes para la demostración de la aplicación.

Al incorporar tales materiales en la formación digital, los clientes (principiantes en particular) pueden obtener una mejor contextualización de las instrucciones mientras son capaces de interpretar con precisión cada paso del protocolo en la práctica en el taller dental.

Esta estrategia se basa en la conexión entre la teoría técnica y la práctica clínica, y es un objetivo primordial en un programa de formación de este tipo. Por otro lado, las especificaciones técnicas, como la verificación de contactos proximales u oclusales, así como el parámetro de diseño en el entorno CAD, deben estandarizarse de manera más rígida. Establecer rangos de tolerancia claros o valores de referencia puede reducir la tasa de toma de decisiones subjetivas mediante el desarrollo de procedimientos de fabricación, resultando en

una salida más integrada y predecible a través de diferentes métodos de trabajo y reduciendo la variabilidad con el nivel de experiencia de diferentes usuarios.

Cuando se utiliza en aplicaciones de formación, esta estandarización es importante porque las competencias de los estudiantes difieren considerablemente, lo que lleva a una amplia variación en el ajuste marginal logrado. Finalmente, recomendamos que futuras evaluaciones del protocolo utilicen una población más amplia compuesta por estudiantes, técnicos y profesionales que trabajen en laboratorios dentales.

Referencias Bibliográficas

Aswal, G. S., Rawat, R., Dwivedi, D., Prabhakar, N., & Kumar, V. (2023). Clinical outcomes of CAD/CAM (lithium disilicate and zirconia) based and conventional full crowns and fixed partial dentures: A systematic review and meta-analysis. *Cureus*, *15*(4), e37888. https://doi.org/10.7759/cureus.37888

Boitelle, P., Mawussi, B., & Tapie, L. (2014). A systematic review of CAD/CAM fit restoration evaluations. Journal of Oral Rehabilitation, 41(11), 853–874. https://doi.org/10.1111/joor.12189

Contrepois, M., Soenen, A., Bartala, M., & Laviole, O. (2013). Marginal adaptation of ceramic crowns: A systematic review. Journal of Prosthetic Dentistry, 110(6), 447–454.e10. https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.06.009

Denry, I., & Holloway, J. A. (2010). Ceramics for dental applications: A review. Materials, 3(1), 351–368. https://doi.org/10.3390/ma3010351

Denry, I., & Kelly, J. R. (2008). State of the art of zirconia for dental applications. Dental Materials, 24(3), 299–307. https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.05.007

Goodacre, C. J., Bernal, G., Rungcharassaeng, K., & Kan, J. Y. K. (2003). Clinical complications in fixed prosthodontics. Journal of Prosthetic Dentistry, 90(1), 31–41. https://doi.org/10.1016/S0022-3913(03)00214-2

Mangano, F., Gandolfi, A., Luongo, G., & Logozzo, S. (2017). Intraoral scanners in dentistry: A review of the current literature. BMC Oral Health, 17(1), 149. https://doi.org/10.1186/s12903-017-0442-8

Miyazaki, T., Hotta, Y., Kunii, J., Kuriyama, S., & Tamaki, Y. (2009). A review of dental CAD/CAM: Current status and future perspectives. Journal of Prosthodontic Research, 53(1), 1–9. https://doi.org/10.1016/j.jpor.2008.09.001

Mously, H., Hussain, D., Alharbi, N., & Vohra, F. (2020). Marginal adaptation of CAD/CAM crowns: Influence of material and processing technique. Journal of Prosthodontic Research, 64(4), 411–419. https://doi.org/10.1016/j.jpor.2020.03.003

Rosenstiel, S. F., Land, M. F., & Fujimoto, J. (2016). Contemporary fixed prosthodontics (5th ed.). Elsevier.

https://archive.org/details/stephen-f.-rosenstiel-martin-f.-land-junhei-fujimoto-contemporary-fixed-prosthodontics-elsevier-2016

Shillingburg, H. T., Sather, D. A., Wilson, E. L., Cain, J. R., & Mitchell, D. R. (2012). Fundamentals of fixed prosthodontics (4th ed.). Quintessence Publishing.

https://www.quintessence-publishing.com/deu/en/product-info/815390/fundamentals-of-fixed-prosthodontics

Syrek, A., Reich, G., Ranftl, D., Klein, C., Cerny, B., & Brodesser, J. (2010). Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions. Journal of Dentistry, 38(7), 553–559.

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300571210000795

Riccitiello, F., Amato, M., Leone, R., Spagnuolo, G., & Sorrentino, R. (2018). In vitro evaluation of the marginal fit and internal adaptation of zirconia and lithium disilicate single crowns: Micro-CT comparison between different manufacturing procedures. *The Open Dentistry Journal*, *12*, 160–172.

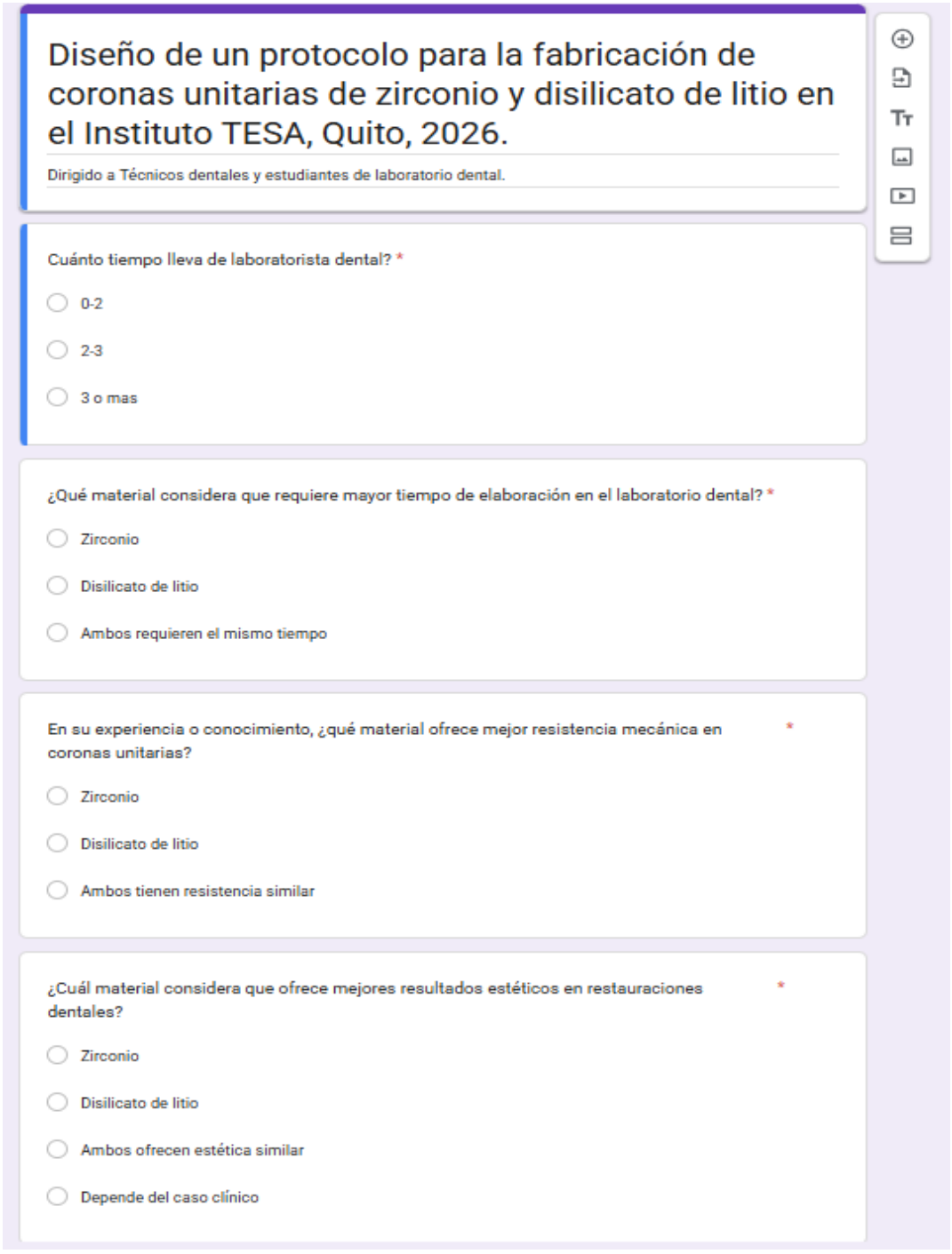
https://doi.org/10.2174/1874210601812010160

Sulaiman, T. A., Abdulmajeed, A. A., Delgado, A., & Donovan, T. E. (2020). Fracture rate of 188,695 lithium disilicate and zirconia ceramic restorations after up to 7.5 years of clinical service: A dental laboratory survey. *Journal of Prosthetic Dentistry*, *123*(6), 807–810. https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.06.011

Benli, M., Turkyilmaz, I., Martinez, J. L., & Schwartz, S. (2022). Clinical performance of lithium disilicate and zirconia CAD/CAM crowns using digital impressions: A systematic review. *Primary Dental Journal*, *11*(4), 71–76. https://doi.org/10.1177/20501684221132941

Turkyilmaz, I., Benli, M., & Yun, S. (2023). Evaluation of marginal and internal fit of lithium disilicate and zirconia all-ceramic CAD-CAM crowns using digital impressions: A systematic review. *Primary Dental Journal*, *12*(1), 88–95. https://doi.org/10.1177/20501684231154323

ANEXO A: FORMATO DE ENCUESTA INICIAL



Diseño de un protocolo para la fabricación de coronas unitarias de zirconio y disilicato de litio en el Instituto TESA, Quito, 2026.

Dirigido a Técnicos dentales y estudiantes de laboratorio dental.

Cuánto tiempo lleva de laboratorista dental? *

- 0-2
- 2-3
- 3 o mas

¿Qué material considera que requiere mayor tiempo de elaboración en el laboratorio dental? *

- Zirconio
- Disilicato de litio
- Ambos requieren el mismo tiempo

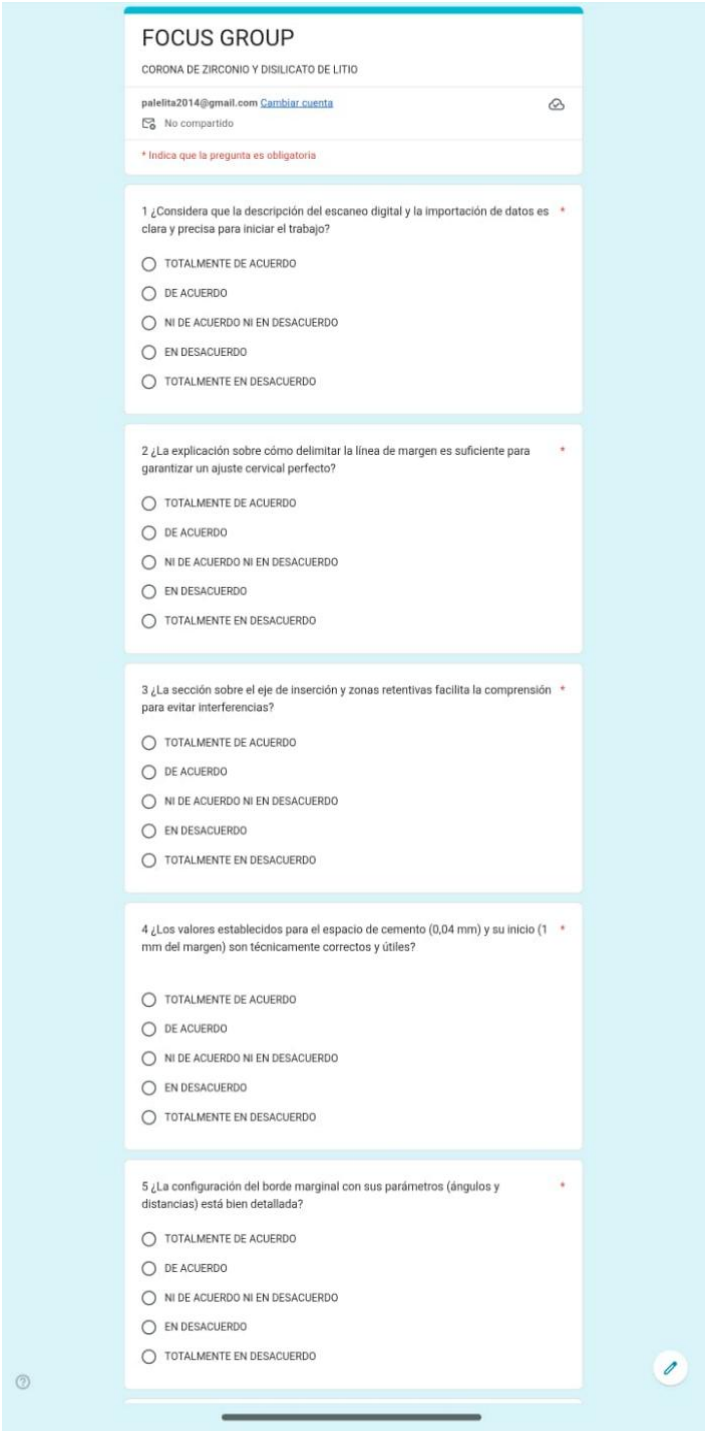
En su experiencia o conocimiento, ¿qué material ofrece mejor resistencia mecánica en coronas unitarias? *

- Zirconio
- Disilicato de litio
- Ambos tienen resistencia similar

¿Cuál material considera que ofrece mejores resultados estéticos en restauraciones dentales? *

- Zirconio
- Disilicato de litio
- Ambos ofrecen estética similar
- Depende del caso clínico

ANEXO B: FOMARTO DE ENCUESTA FOCUS GROUP



FOCUS GROUP

CORONA DE ZIRCONIO Y DISILICATO DE LITIO

palelita2014@gmail.com Cambiar cuenta

No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

1 ¿Considera que la descripción del escaneo digital y la importación de datos es clara y precisa para iniciar el trabajo? *

- TOTALMENTE DE ACUERDO
- DE ACUERDO
- NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO
- EN DESACUERDO
- TOTALMENTE EN DESACUERDO

2 ¿La explicación sobre cómo delimitar la línea de margen es suficiente para garantizar un ajuste cervical perfecto? *

- TOTALMENTE DE ACUERDO
- DE ACUERDO
- NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO
- EN DESACUERDO
- TOTALMENTE EN DESACUERDO

3 ¿La sección sobre el eje de inserción y zonas retentivas facilita la comprensión para evitar interferencias? *

- TOTALMENTE DE ACUERDO
- DE ACUERDO
- NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO
- EN DESACUERDO
- TOTALMENTE EN DESACUERDO

4 ¿Los valores establecidos para el espacio de cemento (0,04 mm) y su inicio (1 mm del margen) son técnicamente correctos y útiles? *

- TOTALMENTE DE ACUERDO
- DE ACUERDO
- NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO
- EN DESACUERDO
- TOTALMENTE EN DESACUERDO

5 ¿La configuración del borde marginal con sus parámetros (ángulos y distancias) está bien detallada? *

- TOTALMENTE DE ACUERDO
- DE ACUERDO
- NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO
- EN DESACUERDO
- TOTALMENTE EN DESACUERDO

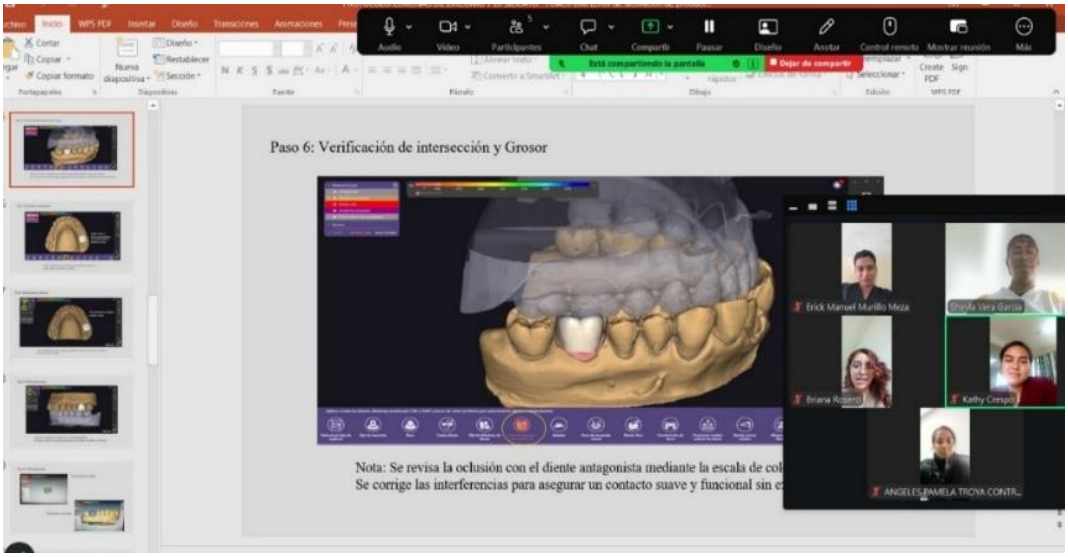
ANEXO C: EVIDENCIA FOCUS GROUP



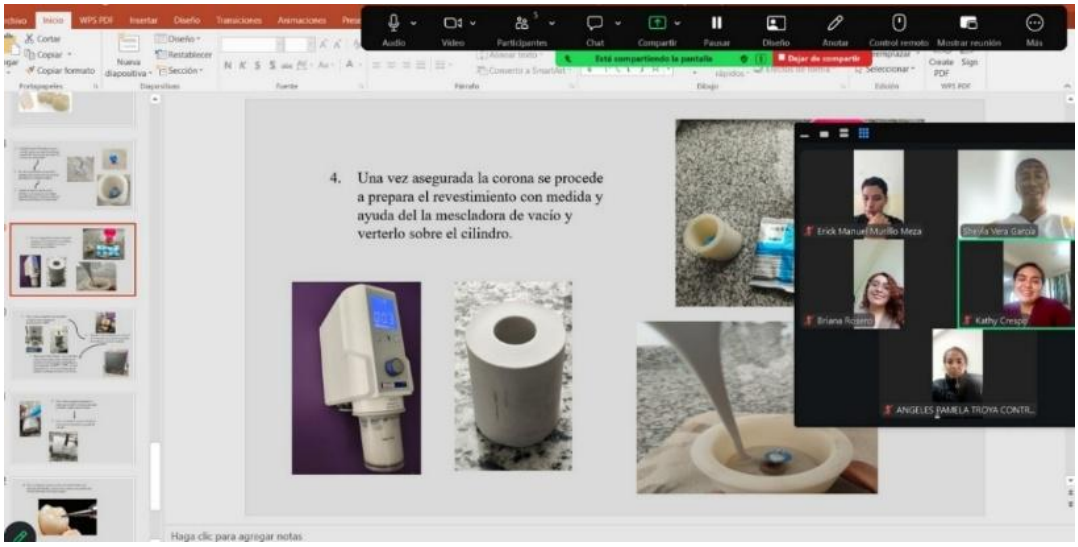
2.



3.


Paso 6: Verificación de intersección y Grosor
Nota: Se revisa la oclusión con el diente antagonista mediante la escala de col
Se corrige las interferencias para asegurar un contacto suave y funcional sin e
Erick Manuel Murillo Meza
Briana Rosero
Kathy Crespo
ANGELES PAMELA TROYA CONTR...

4.


4. Una vez asegurada la corona se procede a prepara el revestimiento con medida y ayuda del la mescladora de vacio y verterlo sobre el cilindro.
Erick Manuel Murillo Meza
Briana Rosero
Kathy Crespo
ANGELES PAMELA TROYA CONTR...
Haga clic para agregar notas

ANEXO D: FOTOGRAFÍAS EVIDENCIA DEL PROCESO



ANEXO E: CORONA DE ZIRCONIO FINALIZADA



ANEXO F: CORONA DE DISILICATO DE LITIO FINALIZADA



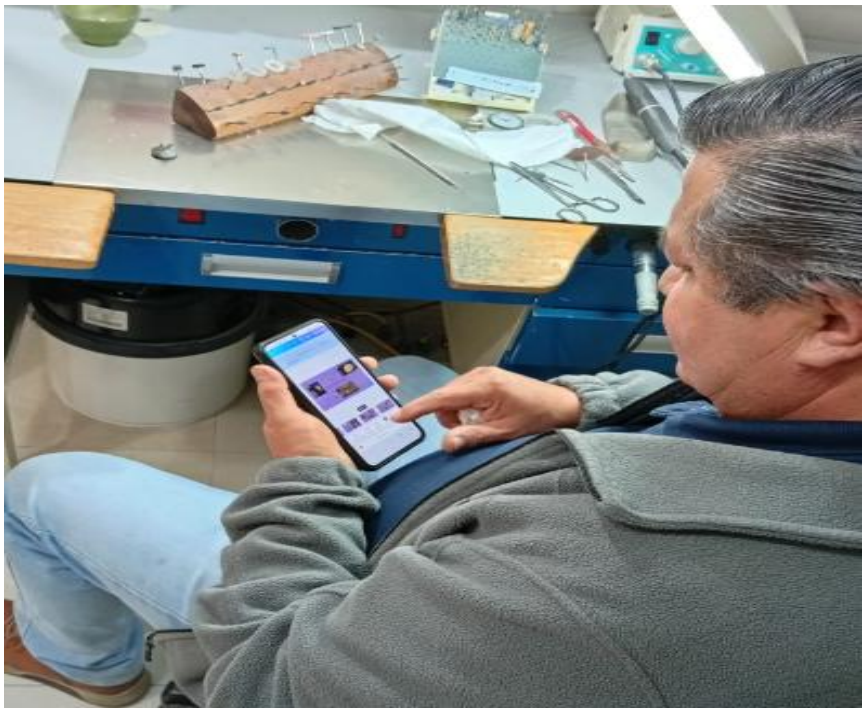
ANEXO G: ERROR DE INYECTADO



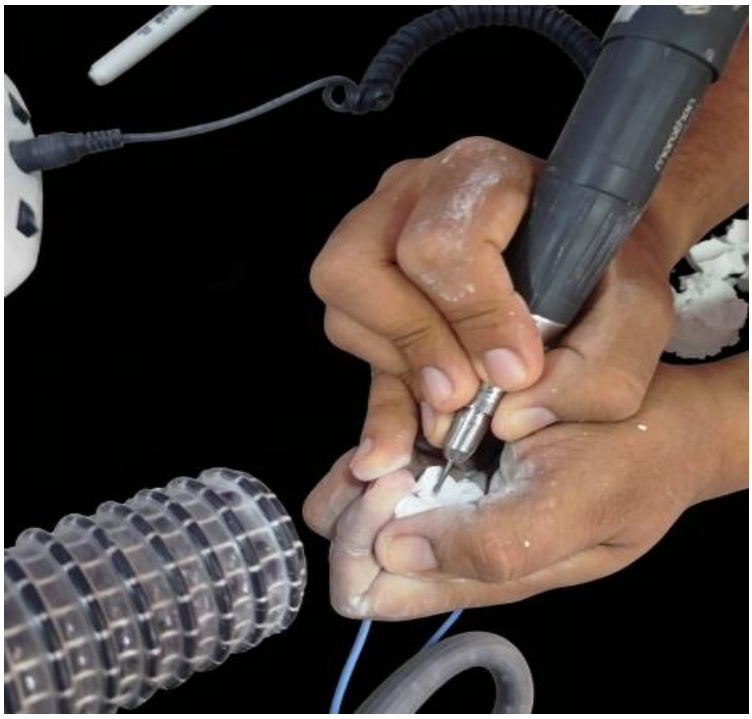
ANEXO H: OPACIDAD DEL MARGEN PARA MEJORAR ESCANEO



ANEXO I: REVICION DEL PROTOCOLO DE UN PROFECIAL



ANEXO J: PRIEMRA LIMPIEZA DE LA CORONA DE DISILICATO DE LITIO



TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD
TESA

La Dirección de Titulación, certifica que el trabajo final presentado por **VERA GARCIA CARLOS GABRIEL**, ha sido sometido a un análisis de similitud mediante la herramienta Turnitin.

El resultado obtenido refleja un **8%** de similitud, porcentaje que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el Instituto Superior Tecnológico San Antonio – TESA, cumpliendo con los criterios de originalidad y autenticidad académica exigidos.

Quito, 05 de junio del 2026

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

COORDINACIÓN TITULACIÓN

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

TESA

La Dirección de Titulación, certifica que el trabajo final presentado por **TROYA CONTRERAS ANGELES PAMELA**, ha sido sometido a un análisis de similitud mediante la herramienta Turnitin.

El resultado obtenido refleja un **8%** de similitud, porcentaje que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el Instituto Superior Tecnológico San Antonio – TESA, cumpliendo con los criterios de originalidad y autenticidad académica exigidos.

Quito, 05 de junio del 2026

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

COORDINACIÓN TITULACIÓN