



COMPARACIÓN DE LA ESTABILIDAD DIMENSIONAL SEGÚN EL ESPESOR DE SILICONA LIVIANA, EN IMPRESIONES CON SILICONAS DE ADICIÓN

Trabajo de Investigación requisito para optar al Título de Cirujano - Dentista

Alumnos: Fernando Morales Calisto
Aldo Solar Novoa

Docente Guía: Prof. Dr. Rodrigo Rubio Aguilar
Cátedra de Biomateriales

Valparaíso – Chile

2010

ÍNDICE

Página	Tópico
1	<i>Introducción</i>
2	<i>Marco Teórico</i>
2	1. Impresiones.
14	2. Modelos.
16	3. Instrumentos para medición de modelos.
18	<i>Hipótesis</i>
18	<i>Objetivos</i>
18	1. Objetivo principal.
18	2. Objetivos específicos.
19	<i>Materiales y Métodos</i>
19	1. Diseño del estudio.
19	2. Universo y muestra.
20	3. Criterios de exclusión.
20	4. Clasificación y definición de las variables.
21	5. Procedimientos e instrumentos para la recogida de la información.
29	6. Control de sesgo.
30	7. Análisis de los datos.
31	<i>Resultados</i>
31	1. Estabilidad Dimensional y Técnicas de Impresión (Simultánea y Diferidas).

33	2. Espesor de silicona liviana y Estabilidad Dimensional.
37	3. Rango de medida y estabilidad dimensional.
41	4. Espesor de silicona liviana y rangos de medida.
44	5. Rangos de medida y Técnica de impresión (Simultánea y Diferidas).
46	<i>Discusión.</i>
51	<i>Limitaciones.</i>
52	<i>Conclusiones.</i>
53	<i>Sugerencias.</i>
54	<i>Bibliografía.</i>
57	<i>Anexos.</i>

Introducción

Los materiales de impresión se utilizan para registrar o reproducir la forma y las relaciones de los dientes y los tejidos orales.

Conviene conocer las características de cada material para poder utilizarlos con éxito en la odontología clínica.

Con una correcta selección de materiales y manipulación, el profesional puede obtener impresiones precisas. Sin embargo, la mayoría de las impresiones enviadas a los laboratorios dentales son deficientes en varios aspectos. Una causa común de deficiencias es no seguir los principios básicos inherentes a la manipulación del material de impresión.

La importancia del control de la masa del material de impresión es ignorada; las siliconas pesada y liviana también son usadas ampliamente, habitualmente de una manera inapropiada, resultando en impresiones con resultados menos que óptimos.

“...Futuras investigaciones serán necesarias para determinar la cantidad exacta de silicona liviana en las técnicas que utilizan la combinación de silicona pesada –liviana...” (Nissan et al, 2000)

Tal como fue planteado en el párrafo anterior, estos últimos años se han comenzado a desarrollar investigaciones específicas en el ámbito de la estabilidad dimensional en impresiones tomadas en la práctica odontológica habitual, buscando una correcta técnica y un empleo prolijo de los materiales de impresión. Surgen así los materiales elastoméricos como los preferidos en cuanto a exactitud, y diversas técnicas, buscando aprovechar las ventajas y propiedades de estos materiales.

Las técnicas simultánea y diferida de impresión con material pesado y liviano son las más conocidas; sin embargo, a la luz de las investigaciones, no se ha logrado un conocimiento íntegro que lleve a explotar de mejor manera las características beneficiosas de estos materiales. Quedan muchas dudas acerca de su uso, por lo cual, vemos la necesidad de estandarizar los procedimientos, dejando de lado lo empírico en nuestra práctica profesional.

Para poder llegar a una técnica ideal de impresión con siliconas, principalmente por adición, debemos preguntarnos lo siguiente:

-¿Podrían ser igual de exactas ambas técnicas, tanto simultánea como diferida, donde en una se controla el grosor de silicona liviana y en la otra no?

-¿Cuál sería el grosor ideal de silicona liviana para lograr una reproducción más precisa de una preparación cavitaria para restauración indirecta?

Trataremos de solucionar estas interrogantes y de obtener un conocimiento más amplio, no definitivo, pero sí muy integral en cuanto a impresiones se refiere.

Marco teórico

1. Impresiones

Muchas veces, para el trabajo del odontólogo es necesario contar con una reproducción de una determinada zona de la boca del paciente. Para ello, es necesario confeccionar un modelo, el que debe ser exacto; es decir, capaz de registrar los detalles de la zona, así como también, ser dimensionalmente fiel. Para obtener este modelo se realiza un paso intermedio que consiste en tomar una impresión de la zona a reproducir (Macchi, 2000 a).

Realizar impresiones para duplicar las condiciones orales y morfología dentaria es parte integral de la odontología protésica. Un modelo exacto es indispensable para la fabricación de una corona o puente y la elección del material de impresión es vital. (Chen et al, 2004)

La impresión proporciona una reproducción negativa de los tejidos, que se puede llenar con cemento piedra u otro material para modelos y obtener un modelo positivo retirando el material una vez que haya endurecido (Craig, 1998).

1.1. Materiales de impresión

Los materiales de impresión deberían reproducir los tejidos duros y blandos alrededor de los dientes preparados y de los adyacentes, para obtener biológica, mecánica y, funcionalmente, restauraciones estéticamente aceptables. Hay algunos factores que afectan la calidad de la impresión definitiva, como el diseño en la preparación del diente, manejo de tejidos blandos, selección de la cubeta, material y técnica de impresión (Lapria et al., 2008).

Los materiales destinados a reproducir las estructuras intraorales y extraorales deben reunir ciertas características, las que garantizarán una impresión ideal. Éstas se enumeran a continuación (Phillips, 2004):

- Ser biocompatible para el paciente y el operador.
- Manipulación fácil.
- Tener resistencia al desgarro.
- Poseer plasticidad al momento de ser llevado a boca, adaptándose el material a la zona a impresionar.
- Sufrir un proceso de transformación en boca (fraguado o polimerización), lográndose así un sólido gomoso.
- Tiempo de trabajo adecuado.
- Poseer exactitud dimensional al menos hasta el momento del vaciado.
- Posibilidad de vaciar varias veces la misma impresión sin tener deformación.
- Sabor y color agradables.
- Valor accesible.

Hay una amplia gama de materiales de impresión que cumplen algunas o muchas de estas características; y serán usados en la medida que el operador, sopesando las propiedades ambientales y del tejido a impresionar, entre otras, se decida por uno u otro (Phillips, 2004).

Hay muchos informes relacionados a cómo mejorar la exactitud de las técnicas de impresión, incluyendo control de temperatura en el cuarto, uso de técnicas de impresión individuales o dobles, uso de cubetas individuales o individualizadas. Aunque, la elección del material es posiblemente el factor más importante (Chen et al, 2004).

Desde que la exactitud ya no es un factor determinante (están todos dentro de aceptabilidad clínica) la decisión al seleccionar el tipo de material de impresión depende enteramente de la preferencia individual, experiencia, o necesidades del dentista. Factores como maniobrabilidad, características de trabajo, comodidad del paciente o economía, probablemente ayudarán a determinar la elección del material de impresión (Tjan et al., 1986).

Errores en la impresión, pueden ser causados por el dentista por material de impresión o por la técnica de impresión debido a la contracción durante la reacción de polimerización, la generación de stress interno, así como la deformación de la cubeta de impresión (Fenske, 2000). Para uso dental, podemos dividir los materiales de impresión en 2 grandes grupos: 1) Elastómeros sintéticos de impresión, que incluyen a polisulfuros, silicona por condensación, silicona por adición y poliéter. 2) Hidrocoloides. Este grupo incluye agar agar y alginato, siendo este último más popular (Chen et al, 2004).

En la siguiente tabla los materiales de impresión son clasificados de acuerdo al tipo de endurecimiento, y su elasticidad final.

Tabla I: Clasificación de los materiales de impresión (Phillips, 2004):

Tipo de endurecimiento	Elasticidad final	
	Rígido	Elástico
Reacción química (irreversible)	Yeso Paris Pasta zinquenólica	Alginato Elastómeros <i>Polisulfuros</i> <i>Poliéteres</i> <i>Siliconas</i>
Reacción física (reversible)	Compuesto de modelar	Agar

Históricamente, las impresiones eran tomadas con materiales rígidos, tanto para tejidos duros como blandos. Luego los hidrocoloides se introdujeron buscando mejorar la calidad de las impresiones de los tejidos duros. Tras la Segunda Guerra Mundial, el desarrollo de la tecnología de los polímeros brindó al odontólogo de un nuevo tipo de material sintético gomoso: el elastómero (Phillips, 2004).

Este término se refiere a un grupo de materiales orgánicos formados por moléculas poliméricas que presentan entrecruzamientos físicos o químicos. Pueden ser estirados y recuperan su forma original cuando la presión desaparece (Phillips, 2004).

La especificación n. ° 19 de la ANSI/ADA define tres tipos de materiales elastoméricos: siliconas, poliéteres y polisulfuros. Así también se diferencian cuatro tipos distintos de viscosidad: ligera, mediana, pesada y masilla (Phillips, 2004).

Las características reológicas de los elastómeros condicionan su buen comportamiento como material de impresión. Éstos son introducidos en boca como pastas viscosas, y tras una reacción de fraguado el material toma propiedades de un sólido viscoelástico, es decir, actúa como un sólido elástico y como un líquido viscoso a la vez. (Phillips, 2004).

1.1.1. Siliconas

Consisten en moléculas con un esqueleto de átomos de silicio unidos unos a otros por átomos de oxígeno. Son los materiales de impresión más elásticos. Según su composición química y, por ende, su proceso de polimerización; se dividen en siliconas por adición y condensación (Phillips, 2004).

Uno de los problemas de las siliconas es su condición hidrofóbica, lo que dificulta el proceso de impresión y el posterior vaciado en yeso. (Macchi, 2000 b)

En zonas húmedas, la silicona no fluirá convenientemente, comprometiendo la fidelidad de la impresión. En el caso del vaciado, la mezcla de yeso con agua puede tener problemas para impregnar la superficie de la silicona y registrar todos los detalles (Macchi, 2000 b).

Sin embargo, las siliconas modernas, especialmente las por adición, incorporan componentes tensioactivos. Estas sustancias hacen la superficie de la silicona más hidrofílica, mejorando su capacidad de reproducir detalles tanto en la impresión como en el posterior vaciado (Macchi, 2000 b).

1.1.1a. Siliconas por condensación

El componente básico de estas siliconas es el polidimetilsiloxano- α - ω -hidroxilado. El elastómero es formado en base al entrecruzamiento de los grupos terminales de los polímeros de silicona y el silicato de alquilo, formando una red tridimensional. Como producto residual de esta reacción se obtiene alcohol etílico, siendo su posterior evaporación la causa mayoritaria de la contracción que

encontramos en una impresión de silicona por condensación ya polimerizada (Phillips, 2004).

Fueron las primeras siliconas en ser introducidas. Hoy día siguen usándose y presentan una gran variedad de viscosidades (Smith, 1996).

El modo de dispensado es en forma de una pasta base y un catalizador de baja viscosidad (Phillips, 2004).

Actualmente, la única ventaja de este tipo de silicona es su costo relativamente bajo comparado con el resto de los elastómeros (Smith, 1996).

Para evitar las consecuencias negativas del proceso de formación y evaporación del alcohol se han desarrollado otras siliconas para impresión (Macchi, 2000 b).



Figura I: Set de silicona por condensación consistencia putty y ligera más activador. (Coltène/Whaledent)

1.1.1b. Siliconas por adición

También llamadas materiales de impresión de polivinilsiloxano. A diferencia de las siliconas por condensación, el polímero termina en grupos vinilo y está entrecruzado con grupos hidruro activados por una sal de platino que actúa como catalizador (Macchi, 2000 b).

No hay formación de residuos, siempre y cuando las proporciones de la mezcla sean las correctas y no haya impurezas. (Macchi, 2000 b). Estos materiales son limpios, inodoros e insípidos (Chee & Donovan, 1992).

Algunos fabricantes recomiendan retrasar el vaciado de la impresión por un periodo de tiempo, porque el material emite gas hidrógeno, el cual puede crear vacíos en el modelo. Algunos de los nuevos productos contienen pequeñas cantidades de paladio, el cual previene esta emisión y permite que la impresión sea vaciada según la conveniencia del operador (Chee & Donovan, 1992; Craig, 1988; Macchi, 2000 b; Phillips, 2004).

Es importante mantener la zona a impresionar libre de contaminantes, ya que la reacción de adición es fácilmente alterada por diversos medicamentos, o incluso, por el sulfuro presente en los guantes de látex del odontólogo (Macchi, 2000 b; Phillips, 2004).

El uso de siliconas de adición ha sido ampliamente aceptado por su elasticidad, excelentes propiedades de polimerización (incluyendo vaciados tardíos y la posibilidad de hacerlo varias veces) y estabilidad dimensional (Johnson & Craig, 1985; Raigrodski et al, 2009)

Su popularidad es entendible, debido a la combinación de excelentes propiedades físicas, características de manipulación y calidad de superficie (Chee & Donovan, 1992; Raigrodski et al, 2009).

Estas siliconas tienen una estabilidad insuperable, pudiendo registrar detalles finos. Tienen también la mejor recuperación elástica de todos los materiales de impresión; debido a que, virtualmente, no tienen subproductos de polimerización, siendo impresiones dimensionalmente estables. Pueden permitir un segundo vaciado (Chee & Donovan, 1992).

A través del tiempo se han ido mejorando las propiedades tixotrópicas del material, logrando optimizar su adaptación a los tejidos blandos y duros (Raigrodski et al, 2009).

Las características de manipulación son también favorables. Son presentados en muchas viscosidades, que van desde la muy baja, para usarla en jeringa o material liviano a mediano, alto, y muy alta viscosidad (Chee & Donovan, 1992).

Las siliconas son conocidas inherentemente como hidrofóbicas, esto acarrea fallas en el registro de espacios estrechos en un ambiente húmedo. Los nuevos materiales han sido diseñados para balancear las propiedades mejorando la precisión en escenarios clínicos desafiantes, para minimizar problemas clínicos como vacíos, burbujas y desgarros. Estos materiales son conocidos como hidrofílicos o hidrofilizados, debido a la adición de surfactantes para mejorar su humectabilidad (Raigrodski et al, 2009).

La silicona por adición, el polivinil siloxano, ha sido considerada como el más exacto y dimensionalmente estable entre los materiales de impresión (Nissan et al., 2000).



Figura II: Silicona por adición fluida y mediana. (Coltène/Whaledent)

1.2. Técnicas de impresión:

Se distinguen cinco pasos en el uso de materiales elastoméricos de impresión (Phillips, 2004):

- 1) Preparación de la cubeta.
- 2) Preparación del material de impresión.
- 3) Toma de la impresión.
- 4) Remoción de la impresión.
- 5) Preparación de los modelos de yeso.

Algunos autores aseguran que los materiales de impresión han mejorado hasta tal punto que la exactitud puede ser controlada más por la técnica que por el material en sí. Mientras que otros aseguran que la técnica de impresión no afecta la exactitud. Hung et al e Idris et al investigaron la importancia de las técnicas de impresión e informaron que la exactitud no es dependiente de la técnica. Otros indicaron que la técnica es un factor crítico en la influencia de la exactitud de la impresión (Nissan et al., 2000).

Es importante la adhesión del material de impresión a la cubeta. También se debe elegir la viscosidad de la silicona y la técnica de impresión a utilizar (Phillips, 2004).

Las técnicas de impresión para siliconas se categorizan en técnicas de una fase o dos fases. Las técnicas de una fase se realizan en una sola impresión, y utilizando solo un tipo de silicona. Las técnicas de dos fases, tales como las que usan la combinación de silicona pesada y liviana, pueden tomarse usando uno o dos pasos (simultánea o diferida respectivamente) (Caputi & Varvara, 2008).

La técnica pesada-liviana fue recomendada para hacer frente a los problemas de contracción de polimerización de las siliconas por condensación. (Hung et al, 1992; Jonson & Craig, 1986). Usando las ventajas de la fase pesada (alta estabilidad, baja contracción de polimerización) y las de cuerpo liviano (mejores propiedades de escurrimiento, especialmente para zonas subgingivales, áreas de difícil acceso) fueron combinadas (Fenske 2000).

Esta técnica también ha sido recomendada para siliconas por adición aunque estos materiales parecen ser dimensionalmente estables. La técnica pesada – liviana puede ser hecha en un paso como en 2 pasos (Hung et al., 1992; Jonson & Craig, 1986).

Las técnicas más comunes son: técnica simultánea pesada-liviana, técnica diferida pesada-liviana y técnica diferida pesada-liviana con espaciador de polietileno (Nissan et al, 2000).

A continuación, procederemos a detallar las técnicas de dos fases (diferida y simultánea).

1.2.1. Técnica simultánea, o de un paso.

Tras la elección y preparación de la cubeta seleccionada, se deben mezclar de manera simultánea los dos materiales a utilizar, cada uno por una persona distinta. Se rellena la cubeta de manera uniforme con el material pesado, mientras que el material ligero es cargado en una jeringa. Este material se inyecta en el interior y alrededor de las preparaciones dentales, para luego colocar la cubeta con el material pesado y, a continuación, se asienta sobre el material ligero y las preparaciones dentales.

Este movimiento obliga a la adaptación del material ligero y, al momento de la polimerización, las dos siliconas han de unirse perfectamente (Phillips, 2004).

Algunos autores consideran la impresión simultánea como una técnica no aconsejable, dado que no es posible controlar el grosor del material en la impresión, y tampoco es posible definir qué material registra los detalles del margen de la preparación, siendo vital que las zonas más críticas de la preparación sean registradas con la silicona liviana, dada su mayor capacidad de reproducir detalles (Chee & Donovan, 1992).

Entre las ventajas de esta técnica se incluyen el reducir el tiempo de asentamiento de la cubeta y ahorros del material de impresión. Una desventaja es que, ocasionalmente, hay pliegues en la unión de la silicona pesada y de la liviana (Hung et al., 1992).

Hay varias deficiencias en esta técnica: no hay un control del grosor, partes de la preparación dentaria (incluyendo los márgenes) son duplicados con el pesado en vez del material de la jeringa; más burbujas son producidas e incluidas en la impresión; la distorsión de ajuste de la pesada es incluida en la distorsión global de la impresión (Chee & Donovan, 1992).

1.2.2. Técnica diferida, o de dos pasos.

En esta técnica se coloca una capa gruesa de silicona pesada en la cubeta, tomando una impresión preliminar de los dientes. El espacio para el material ligero se obtiene cortando parte de la silicona pesada o utilizando una lámina de polietileno como espaciador. La idea de esta técnica es formar una "cubeta" a partir de la silicona pesada.

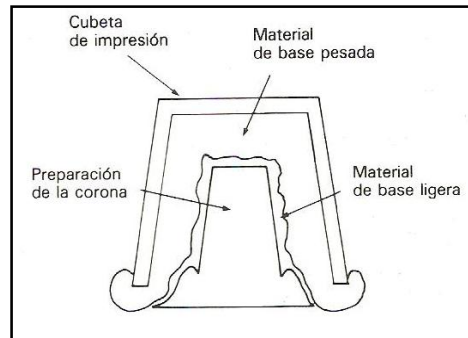


Figura III: Esquema de un corte transversal de una impresión con técnica simultánea. Nótese la irregularidad del grosor de la silicona liviana propio de la técnica.

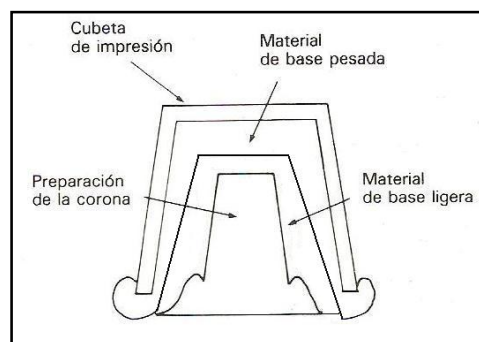


Figura IV: Esquema de un corte transversal de una impresión con técnica diferida donde se evidencia la regularidad del grosor de la silicona liviana.

Luego se lleva la mezcla de material ligero a la “cubeta” y la combinación pesada-ligera es llevada a boca para tomar la impresión final (Chee & Donovan, 1992; Phillips, 2004).

En esta técnica, la silicona liviana es realizada después que la pesada se haya colocado, contraído, y servido como una cubeta individual (Nissan et al., 2000).

La técnica de impresión diferida de silicona pesada - liviana, con grosor de liviana controlado, es esencial para la fabricación de modelos de yeso. Esto puede ser logrado usando la corona temporal para crear el espacio deseado de liviana en la impresión preliminar de pesada. El grosor controlado de liviana compensa esta contracción con mínimos cambios dimensionales (Nissan et al., 2000).

Hay técnicas para crear espacio para el material liviano, interponiendo una lámina de polietileno. Esta lámina previene la penetración del material pesado por los espacios interproximales. Esta técnica tiene sus dificultades: es prácticamente imposible controlar el grosor de la misma cantidad de material liviano usado (1,5 a 2,5 mm) y que la presión hidráulica crea distorsiones indetectables en la impresión (Chee & Donovan, 1992). En esta técnica, el grosor de la silicona liviana no está controlado, lo cual puede permitir una contracción diferencial que puede resultar en cambios dimensionales irregulares (Nissan et al., 2000).

Schwindling (1971) sugirió usar láminas de lino como espaciadores en la preparación en la renombrada técnica de impresión suplementaria antes de la primera fase. Stähle (1967) por otro lado, recomendó mover la cubeta cargada durante la toma de la impresión con la primera fase. Estas técnicas resultaron en una desfavorable reducción de la presión hidrostática (Fenske, 2000).

Una ventaja de la técnica de impresión diferida de silicona pesada- liviana, es que la impresión del diente puede ser capturada íntegramente con el material liviano (Hung et al., 1992). El factor crítico que influencia la exactitud de la técnica diferida, es el control del grosor de la liviana, lo cual está ausente en las técnicas simultánea y la técnica que usa polietileno (Nissan et al., 2000).

Esta técnica es descrita como aceptable pero con potenciales desventajas. Una de ellas es la dificultad de confinar el material ligero en la zona aliviada, pudiendo entrar en la zona no aliviada. Esto resultaría en un patrón oclusal inexacto en el subsiguiente vaciado. Esto implicaría que toda la impresión, no solo la porción aliviada, debiera ser rebasada. Esto nos da un potencial problema de distorsión hidráulica del material pesado ya polimerizado mientras la impresión se asienta en boca (Donovan et al., 2004). Otras desventajas serían: un tiempo de asentamiento de la cubeta extra y una mayor necesidad de material. Idealmente, el material liviano debería cubrir enteramente la preparación del diente. Sin embargo, clínicamente no siempre es posible cumplir este proceso (Hung et al., 1992).

Otro problema radica en el exceso de presión, que junto con un espacio reducido dejado para el rebasado con la silicona liviana causan vaciados más estrechos y cortos (Phillips, 2004).

Sin embargo, dado estos potenciales problemas, la técnica de impresión diferida es considerada la más exacta para la fabricación de modelos de yeso y resulta en modelos precisos (Nissan et al., 2000).

1.3. Estabilidad dimensional

Existen cinco causas principales de cambios dimensionales (Phillips, 2004):

- 1) Contracción por polimerización.
- 2) Liberación de un producto colateral (agua o alcohol) durante la reacción por condensación.
- 3) Contracción térmica al pasar de la temperatura de la cavidad a la temperatura ambiental.
- 4) Imbibición con la exposición al agua, un desinfectante o un ambiente muy húmedo durante un tiempo.
- 5) Recuperación incompleta de la forma debido al comportamiento viscoelástico.

Es evidente que las siliconas por condensación contraen más en el tiempo que las siliconas por adición, debido a la liberación de alcohol como subproducto (Phillips, 2004).

Para lograr la mayor exactitud posible con las siliconas de condensación se debe realizar el vaciado antes de pasado 30 minutos de la toma de la impresión (Phillips, 2004).

Se sugiere no vaciar las impresiones de silicona por adición de manera inmediata, debido a que las burbujas de hidrógeno (producto de la reacción de polimerización) afectarán la superficie del yeso. Estudios muestran que un modelo obtenido entre 24 horas y una semana de tomada la impresión, es tan exacto como uno obtenido tras una hora de realizada la impresión (Phillips, 2004).

1.3.1. Estabilidad dimensional de siliconas por adición versus siliconas por condensación.

Ambos tipos de siliconas (adición y condensación) producen modelos de yeso más grandes en diámetro y más pequeños en altura que la preparación del diente. Ambas tuvieron pequeños cambios en la distancia entre las preparaciones de los modelos de yeso comparados con el estándar (Jonson & Craig, 1986).

La mayor diferencia significativa entre tipos de silicona fue para la silicona por condensación que produjo moldes significativamente más cortos (-0,24% a -0,37%) que la silicona por adición (-0,08%) (Jonson & Craig, 1986).

La misma exactitud de impresiones fue alcanzada para todas las técnicas pesada - liviana, mezcla individual y de doble mezcla cuando las siliconas por adición fueron ocupadas, en donde la técnica pesada - liviana produjo moldes más exactos para siliconas por condensación (Jonson & Craig, 1986).

El uso de una cubeta individual produjo moldes mucho más exactos en dimensiones verticales (-0,03%) que la cubeta stock (-0,15 a -0,21%) (Jonson & Craig, 1986).

1.3.2. Técnica diferida versus simultánea.

En 1992, Hung et al. compararon la exactitud de la técnica de impresión con silicona por adición simultánea versus la diferida, y encontraron que no hay diferencia entre ellas. En el mismo año, Chee y Donovan informaron que la técnica de impresión simultánea es el peor método. En 1995, Lee et al. compararon la técnica simultánea con la impresión diferida pero con menos movimiento, observándose diferencias no significativas en la exactitud (Chen et al., 2004; Lee et al., 1995).

Hubo una tendencia a la formación de burbujas en las impresiones, lo cual ocurrió más en las técnicas de impresión simultánea que en la diferida (Nissan, 2000).

1.3.3. Exactitud.

La distorsión de una impresión no es sólo causada por el material. Resulta de muchos otros factores, como el espacio entre la cubeta y la preparación del diente, técnica de impresión, condiciones de almacenamiento, relajación de stress debido al uso de una cubeta no rígida, excesiva presión de asentamiento, retiro demasiado lento desde la boca, o una remoción de la impresión antes de una polimerización completa (Lapria et al., 2008; Tjan et al., 1986).

La selección de la técnica afecta la exactitud de la silicona por condensación en general. Confirmando el uso de una técnica pesada - liviana para siliconas por condensación para mejorar la exactitud (Jonson & Craig, 1986).

La exactitud de los materiales de impresión de silicona por adición evaluados fue más afectada por el material que por la técnica (Hung et al., 1992; Jonson & Craig, 1986).

Para todas las técnicas, la silicona por adición produce moldes más exactos (-0,1%) comparado con la silicona por condensación (-0,2% a -0,4%): los cambios más pequeños en la altura para la silicona por condensación fue con la técnica pesada - liviana (-0,24%) que era más del doble que la silicona por adición.

Las siliconas por adición son el material de elección por sobre la silicona por condensación. Ellas son también, dimensionalmente más estables en el tiempo, porque no se produce una reacción de los productos y la polimerización es, virtualmente, completa cuando la impresión es removida (Jonson & Craig, 1986).

Hubo una interacción importante entre los materiales y los tiempos de almacenamiento en la exactitud de las impresiones (Chen et al., 2004).

1.3.4. Precisión

Para registrar los detalles finos de los tejidos orales duros y blandos, el material de impresión debe ser fluido cuando se inserta en la boca. Esto requiere una baja viscosidad o cierto grado de pseudoplasticidad (McCabe, 1988 a).

La forma en que el material interacciona con la saliva es otro factor que afecta a la reproducción de los detalles finos. Algunos productos son hidrofóbicos y pueden ser repelidos por la humedad en áreas críticas de la impresión. Esto puede dar lugar a la formación de “burbujas” en la impresión. Otros materiales son más compatibles con la humedad y no requieren precauciones especiales (McCabe, 1988 a).

El endurecimiento de los materiales de impresión, tanto si implican una reacción química como un simple cambio de estado físico, suele producir un cambio dimensional que, sin duda, afecta a la precisión. La mayor parte de los materiales, contraen, suponiendo que el material esté firmemente unido a la cubeta, produce una expansión del “espacio” de impresión y un troquel de mayor tamaño. Los materiales que sufren de fraguado, dan lugar a troqueles más pequeños (McCabe, 1988 a).

Al retirar la impresión de boca (32° a 37° C) a la consulta dental (23° C aprox), la impresión sufre un enfriamiento que causa una contracción térmica cuya magnitud depende del valor del coeficiente de expansión térmica del material y de la cubeta a la que esté unido. Es importante que el material de impresión permanezca unido a la cubeta de impresión durante el registro de la impresión. Un desprendimiento parcial puede producir grandes distorsiones de la impresión sin ser detectadas y que podrían producir restauraciones mal ajustadas (McCabe, 1988 b).

A modo específico, los materiales de impresión deben tener propiedades elásticas y una resistencia al desgarrar adecuadas para registrar aquellas zonas retentivas y así no afectar mayormente la precisión (McCabe, 1988 b).

1.3.5. Espesor de silicona liviana.

Un estudio de Araujo y Jorgensen (1985) demostró que un aumento en el grosor del material de impresión disminuye la exactitud (Craig, 1988).

Los materiales de impresión elastoméricos son más exactos cuando son usados con grosores uniformes de 1,5 a 2,5 mm. Esto para ser usado rutinariamente con cubetas de resina acrílica individual (Chee & Donovan, 1992).

El espacio de interfase de 2 mm produce la más exacta impresión para todos los materiales probados (Eames et al., 1979).

Algunos han indicado conclusiones sobre el efecto del grosor en la exactitud, en la forma entre el espacio y la cubeta. Hubo poco acuerdo en el grosor óptimo y su efecto en la exactitud. Phillips recomendó un espacio máximo de 2 mm. Reisbick y Matyas sugirieron de 2 a 4 mm, mientras que Asgar sugirió

de 3 a 4 mm. Nogawa, postuló que grosores entre 1 a 5 mm no producirán diferencias significativas si la impresión es vaciada inmediatamente (Eames et al., 1979).

El espesor de la silicona liviana es un factor fundamental que influye en la exactitud de los materiales de impresión elastoméricos (Nissan et al., 2000).

Un espacio uniforme para la silicona liviana es esencial para la exactitud. La técnica de impresión diferida con 2 mm de espesor fue la más exacta, resultando en la elaboración de modelos más precisos. Cuando los modelos de yeso y el modelo maestro fueron comparados, la dimensión vertical del modelo de yeso disminuyó, mientras que en el aspecto horizontal aumentó. Además, los cambios en la dimensión vertical fueron más notables que los de la horizontal. Este fenómeno ocurre porque la contracción del material de impresión es hacia las paredes de la cubeta, haciendo modelos de yeso más amplios en el aspecto horizontal y más cortos en el aspecto vertical (Eames et al., 1979; Nissan et al., 2000).

Las mayores diferencias dimensionales fueron vistas en la técnica simultánea y en la técnica de impresión con polietileno y fueron mínimas en la técnica de impresión diferida. En la técnica diferida, la silicona liviana es colocada después que la silicona pesada ha sido puesta y se ha contraído, y luego colocada en una cubeta individual. El espesor controlado de silicona liviana compensa esta contracción con mínimos cambios dimensionales (Nissan et al., 2000).

Por lo tanto, el factor crítico que influencia en la exactitud dimensional de la técnica diferida es el control en el espesor de silicona liviana, el cual está ausente en la técnica simultánea y en la técnica de polietileno. En estas técnicas, la silicona pesada podría duplicar partes de la preparación dentaria, incluyendo los márgenes (Nissan et al., 2000).

1.4. Sobre la cubeta

El uso de cubetas individuales resulta en la reproducción más exacta de la distancia entre las preparaciones (Johnson & Craig, 1986).

El uso de cubeta individual resultó en pequeños cambios (-0,03%) en la altura del molde comparada con la de la cubeta stock, con un rango entre -0,15% a -0,21%. El grado de cambio vertical se relaciona en algo con el grosor de material de impresión en la cubeta (Jonson & Craig, 1986).

El uso de cubeta individual dio las impresiones más exactas para la silicona por adición. Aunque la exactitud asociada a la cubeta individual no varió mayormente a la producida por otras cubetas (Johnson & Craig, 1986).

La cubeta individual es la cubeta de elección para impresiones porque ayudará a minimizar el cambio en la dimensión vertical del material de impresión (Johnson & Craig, 1986).

Sin embargo, las cubetas stock siguen siendo las más populares por su mejor disponibilidad y facilidad de uso (Thongthammachat et al, 2002).

La estructura de las cubetas stock tiene por objetivo brindar una estructura rígida, que provea retención al material de impresión. Carrote et al, sugirió que las cubetas rígidas stock metálicas y plásticas dan mejor precisión que las cubetas flexibles plásticas (Thongthammachat et al, 2002).

1.5. Retiro de la impresión

Se debe esperar a que la polimerización de las siliconas alcance un nivel de elasticidad que no nos produzca distorsiones al momento del retiro. Lo normal es que la impresión pueda ser retirada pasado 10 minutos de la mezcla inicial, es decir, 6 a 8 minutos tras estar en boca. Al ser materiales viscoelásticos, es necesario realizar un movimiento rápido en la remoción de la cubeta para minimizar la deformación plástica de la impresión (Phillips, 2004).

2. Modelos

La obtención de un modelo consiste en conseguir del “negativo” de la boca (la impresión) el correspondiente “positivo” (modelo) (Macchi, 2000 c).

Al igual que en el caso de los materiales de impresión, es requisito que el material para modelo pueda brindar una masa plástica capaz de fluir sobre la impresión, registrando sus detalles. Luego, debe endurecer manteniendo los detalles registrados como también las dimensiones de los mismos (Macchi, 2000 c).

Otras propiedades que se le demandarán al modelo, dependiendo si será un modelo de diagnóstico o de trabajo, consisten en sus características mecánicas, siendo requisito que los segundos sean más resistentes, para poder soportar los esfuerzos a los que será sometido (Macchi, 2000 c).

Ahora bien, existen variados materiales para realizar vaciados, entre lo que contamos materiales derivados del electrodeposición (galvanoplastia) y las resinas epóxicas. Sin embargo, lejos el material más utilizado es el yeso, por lo que sólo nos limitaremos a describir este material (Macchi, 2000 c).

2.1. Yeso

Es un mineral que se encuentra en la naturaleza con cierta abundancia. De características multicristalinas, está formado por azufre, oxígeno y calcio, en forma de sulfato de calcio, e hidrógeno y oxígeno como agua de cristalización. Es habitual describir al yeso como un sulfato de calcio dihidratado o dihidrato (Macchi, 2000 c).

Para ser utilizado por el odontólogo, el yeso es sometido a un proceso donde se le retira el agua por medio de calor, formándose el hemihidrato cálcico,

presentado en forma de polvo. Para revertir el proceso se le adiciona agua, generándose una reacción exotérmica (fraguado) (Macchi, 2000 c).

Las propiedades mecánicas del yeso son influenciadas, predominantemente, por la proporción agua-polvo (Chen et al, 2004).

Entre los distintos tipos de yesos comercializados vemos los siguientes (Macchi, 2000 c):

- Yeso tipo I (yeso para impresiones): Actualmente se ha sustituido por materiales menos rígidos.
- Yeso tipo II (Yeso taller, corriente o Paris): Generado a partir de la calcinación en seco, causando gran cantidad de poros en cristales y partículas. Para manipularlo se requiere de una cantidad de agua mayor que la de los otros tipos de yeso, lo que los hace poco resistente y poroso tras el fraguado.
- Yeso tipo III (Yeso piedra) Generado a partir de calcinación en autoclave y bajo presión, dando cristales más regulares y menos porosos. Se obtiene un yeso con menos cantidad de agua necesaria para manipular y, por ende, más resistente tras el fraguado.
- Yeso IV (Yeso piedra mejorado, extraduro, densita o yeso para troqueles): Se obtiene mediante un procedimiento que incluye una solución de sales de cloruro de calcio o sintéticamente con el uso de otras sustancias químicas. Se alcanzan relaciones agua/polvo muy bajas, por lo que los yesos fraguados serán más resistentes que los anteriores.

Como ayuda al odontólogo, se incorporan elementos como el sulfato de potasio, que acelera el proceso de fraguado, reduciendo el tiempo de trabajo. También se adiciona bórax (borato de sodio hidratado), que dificulta la disolución del hemihidrato retardando el proceso de fraguado, aumentando el tiempo de trabajo (Macchi, 2000 c).

El polvo debe almacenarse de manera hermética. Conviene agitar el envase antes de abrirlo para distribuir las partículas de diferente tamaño de forma uniforme (Macchi, 2000 c).

Su mezcla debe realizarse en una taza de goma y una espátula metálica. Hay dispositivos de mezcla mecánica y para ser realizada con presión ambiental negativa ("al vacío"), disminuyendo la presencia de burbujas (Macchi, 2000 c).

Se debe utilizar la proporción indicada para cada tipo de yeso empleado. Conviene medir el agua y pesar el polvo para garantizar una correcta mezcla (Macchi, 2000 c). La mezcla debe hacerse hasta obtener una masa sin grumos y con todo el polvo incorporado a ésta, esto toma usualmente entre 30 a 60 segundos. Una incorporación tardía de polvo o agua resultará en un aumento de porosidad del yeso, disminuyendo su resistencia (Macchi, 2000 c). Los análisis de los cambios tridimensionales de los vaciados de yeso sobre un periodo de 6 semanas utilizando los métodos de medición de CAD CAM, determinaron que no hay cambios dimensionales ocurridos durante el periodo de observación (Luthardt et al., 2003).

3. Instrumentos para la medición de los modelos.

Una vez obtenidos los modelos de yeso debemos medirlos de alguna manera fehaciente. Las medidas deben hacerse en los tres planos del espacio, cuantificando las discrepancias entre los modelos de estudio y el modelo maestro.

Entre los métodos utilizados para la medición se cuentan los siguientes.

3.1. Usando análisis de software a fotografías.

Los rangos de medida de los modelos pueden ser determinados por fotografías tomadas con una cámara digital, seguido por un sistema de integración digital de fotografía en un computador personal (Chen et al., 2004).

Existen varios software que nos permiten medir las imágenes en distintas unidades (centímetros, pulgadas, pixeles, etc.), y realizar conversión entre éstas (Chen et al., 2004).

Se debe procurar tener una estandarización de la posición de la cámara y el modelo a ser registrado, como también

tener acceso a una cámara de resolución suficiente para tener registros de una sensibilidad suficiente para el estudio (Chen et al., 2004).



Figura V: Microscopio Gaertner de medición digital modelo W216.

3.2. Mediante el uso de microscopio.

Los microscopios ópticos utilizados traen consigo generalmente un dispositivo de captura de imagen digital, que las traspasa a un sistema electrónico de base de datos.

En general se ha reportado que los microscopios tienen una precisión de hasta 0.001 mm.

3.3. Mediante escáner y sensores piezo-eléctricos.

El uso de este tipo de instrumento se enfoca directamente en la fabricación de restauraciones totalmente cerámicas en clínica, esta técnica es llamada CAD-CAM (diseño asistido por computadora-fabricación asistida por computadora). Se utiliza ya sea un sensor piezoeléctrico que mide la distancia entre dos puntos contactados por su punta medidora, o una cámara óptica para generar una imagen tridimensional del modelo. Una cámara intraoral digital, por ejemplo, es el componente integral del sistema CEREC®, al igual que el uso de un polvo de dióxido de titanio (CEREC® Powder) que crea una fina capa sobre el modelo, creando una alta uniformidad en la distribución de la luz. Esto mejora la nitidez de la imagen tridimensional capturada por la cámara (Mörmann, 2006; Strub et al., 2006).

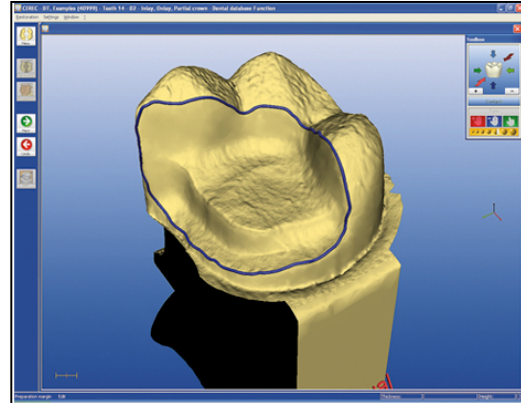


Figura VI: Captura del renderizado tridimensional creado por el software del sistema CEREC®.

La evaluación del modelo maestro puede ser desarrollada por maquinarias de medición ópticas o mecánicas. Los sistemas mecánicos son limitados debido al diámetro de la sonda ocupada; mientras que los sistemas ópticos son limitados por la reflexión de las superficies resplandecientes (Luthardt et al., 2003).

Muchos digitalizadores ópticos son excepcionalmente sensibles a cualquier movimiento. Cualquier movimiento ligero durante la adquisición de la imagen comprometerá en la calidad de los datos, llevando, finalmente, a un registro equivocado y a una restauración que no ajustará (Luthardt et al., 2003).

La aplicación de polvos especiales altera la geometría, por lo tanto, una evaluación confiable de la forma, no se puede desarrollar directamente (Luthardt et al., 2003).

La exactitud de los digitalizadores ópticos y mecánicos, reportados en la literatura, se extiende dentro de una amplia gama. Yamashita et al. reportaron una desviación de error de ± 10 y ± 30 micrones, Mehl et al. encontraron una exactitud media de 3 micrones (Luthardt et al., 2003).

Por otro lado, los análisis tridimensionales basados en la comparación de imágenes digitalizadas del modelo de yeso usando el sistema CAD-CAM, mostró ser un procedimiento confiable (Luthardt et al., 2003).

La investigación de materiales dentales con respecto a la precisión dimensional a través del tiempo, deberían tomar en consideración análisis tridimensionales. Por lo tanto, procedimientos limitados a mediciones de líneas de referencia (2 dimensiones) son sobrepasados por los procedimientos 3D (Luthardt et al., 2003).

Hipótesis de investigación

“No existe diferencia estadísticamente significativa en la estabilidad dimensional de modelos obtenidos entre los distintos grosores de silicona liviana en las técnicas de Impresión Simultánea y Diferida con siliconas por adición”.

Objetivos

1. Objetivo principal

- Comparar las discrepancias dimensionales en los modelos de yeso obtenidos de impresiones tomadas con Técnica Simultánea y Diferida con distintos espesores de silicona liviana, utilizando Siliconas por Adición.

2. Objetivos específicos

- Determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los porcentajes de discrepancia de los modelos resultantes de impresiones tomadas con Técnicas Simultánea y Diferida.

- Determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los porcentajes de discrepancia de los modelos resultantes de impresiones tomadas con distintos espesores de silicona liviana.

- Determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los porcentajes de discrepancia de rangos específicos de los modelos resultantes de las impresiones obtenidas.

- Determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los rangos de medidas de los modelos resultantes de las impresiones tomadas.

Materiales y métodos

1. Diseño del estudio:

La investigación presentó un diseño Experimental, ciego simple *In Vitro* que comparó la estabilidad dimensional de impresiones, medidas en porcentaje de discrepancia utilizando la técnica Simultánea y la Técnica Diferida usando Silicona por Adición, y que contó con un grupo maestro, referencial o control y tres grupos de estudio o de prueba.

La medición de valores dimensionales del modelo maestro se efectuó previa a la medición de cada uno de los cuerpos de prueba.

2. Universo y Muestra:

El Universo que respecta a este estudio, correspondió (igual) al Marco Muestral a determinar, debido a las características del diseño de la investigación (in vitro); en donde el modelo maestro y todos los cuerpos de prueba, que correspondieron a modelos de yeso (Universo), fueron obtenidos mediante la determinación del Tamaño de la Muestra.

2.1 Marco Muestral:

Determinamos nuestro marco muestral basándonos en la investigación de Idris et al (1995), en la cual:

μ_1 = media esperada del grupo 1 (control): 39.604

μ_2 = media esperada del grupo 2 (experimental): 39.679

s = desviación estándar: 0.041

k = número de grupos: 4

f = efecto tamaño

$$f = \frac{s}{\mu_1 - \mu_2}$$

Según la tabla para cálculo del tamaño de la muestra necesaria para el ANOVA de un tratamiento, para un f de 0.6 aproximadamente, el valor de n fue de 15, tomando en cuenta que trabajamos con un $\alpha = 0.01$ y un $\beta = 0.10$.

n = 15. Donde n corresponde al número de cuerpos de prueba por cada grupo de técnica de impresión (técnica simultánea, diferida de 1 mm de espesor y diferida con 2 mm de espesor).

3. Criterios de exclusión:

Se excluyeron las impresiones defectuosas, que al examen visual presentaron burbujas, zonas de sobrecompresión, desgarros o falta de material en algún punto, y fueron tomadas nuevamente. También se excluyeron aquellos vaciados con burbujas y/o nódulos en las zonas críticas de medición y/ o fracturados al momento de retirar la impresión.

4. Clasificación y definición de las Variables:

4.1. Clasificación de las Variables

Tabla II: Clasificación y descripción de las variables

<i>Nombre de la variable</i>	<i>Tipo</i>	<i>Escala</i>	<i>Naturaleza de la Variable</i>
Técnica de Impresión	Independiente	Simultánea - Diferida	Cualitativa Nominal
Rango de medida	Independiente	AB – AC – AF – DE y GH	Cualitativa Nominal
Estabilidad Dimensional	Dependiente	Numérica (porcentual)	Cuantitativa Continua
Espesor de silicona liviana	independiente	menos de 1mm – 1mm - 2mm	Cualitativa Ordinal

4.2. Definiciones Conceptuales

4.2.1. Técnica de impresión:

Consiste en el procedimiento y modo de utilización de un material de impresión por parte del operador, donde se busca aprovechar todas las propiedades beneficiosas del material y disminuir las perjudiciales. En este procedimiento se debe considerar: manipulación del material de impresión, tiempos de mezcla y trabajo, tiempos de vaciado, uso de distintos tipos de cubetas, etc.

4.2.2. Rango de medida:

Amplitud de medida estable entre dos puntos arbitrariamente seleccionados.

4.2.3. Estabilidad dimensional:

Propiedad de un cuerpo de mantener sus dimensiones en las tres dimensiones del espacio a través del tiempo sin variaciones.

4.2.4. Espesor de silicona:

Grosor de un cuerpo de silicona.

4.3. Definición operacional de las Variables:

4.3.1. Técnicas de Impresión

Se consideró como Impresión Simultánea aquella realizada en un sólo tiempo operatorio, utilizando siliconas pesada y liviana. La Impresión Diferida se realizó, con siliconas pesada y liviana, en dos tiempos operatorios; con un espesor uniforme de 1 y 2 mm de silicona liviana, obtenido por un espacio conseguido con un grosor uniforme de cera sobre el modelo maestro.

4.3.2. Rango de Medida

Se consideraron ocho puntos clave dentro del modelo maestro: A, B, C, D, E, F, G y H, cuya unión desarrolla cinco rangos escogidos para realizar las mediciones correspondientes: AB – AC – AF – DE y GH.

4.3.3. Estabilidad Dimensional

Se consideró como variación en la estabilidad dimensional (discrepancia), todo valor porcentual que supere (expansión) o sea inferior a cero (contracción) según la fórmula:

$$\text{Discrepancia} = \left(\frac{\text{medida del modelo de trabajo} - \text{medida del modelo maestro} \times 100}{\text{medida del modelo maestro}} \right) \pm \text{Expansión del yeso}$$

Si el valor final es un porcentaje igual a cero, no existe discrepancia con el modelo maestro y, por lo tanto, existe Estabilidad Dimensional.

4.3.4. Espesor de silicona

Se controló el espesor de la silicona liviana mediante el uso de un revestimiento de cera en el diente maestro, al momento de tomar la impresión con la silicona pesada en la técnica diferida, los espesores fueron de 1 y 2 mm.

5. Procedimientos e instrumentos para la recogida de la Información.

Para la estandarización del lugar de medición y control de los factores modificadores de la Estabilidad Dimensional que no corresponden a esta investigación (descritos en el desarrollo del Marco Teórico), el proceso y recogida

de datos se llevará a cabo en un mismo entorno físico, que mantenga una temperatura y humedad ambiental relativa constantes.

5.1. Tallado de la cavidad

Un investigador previamente entrenado talló una preparación cavitaria tipo, para incrustación MOD, realizada sobre un primer molar superior derecho (diente 1.6) de melamina montado sobre una arcada ideal (utilizada en la Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso). A la arcada ideal se le removieron todos los dientes a excepción del diente tallado y se mantuvo el canino superior derecho (diente 1.3). Dentro del tallado, se incluyeron la profundización de los puntos clave de medición, con una Piedra de Diamante de 0.5 mm. de diámetro en su parte activa, como parte de la preparación. Así, se confeccionó un único modelo maestro o referencial (considerado como grupo control).



Figura VII: Vista oclusal de la arcada modelo donde va montado el diente 1.6 con la preparación a ser impresionada.

5.2. Toma de impresiones

Posteriormente, se realizó la toma de impresiones sobre el modelo maestro limpio y seco. Para este procedimiento se utilizaron los siguientes materiales:

- Un modelo referencial o maestro.
- Cubetas parciales plásticas tipo President®.
- Adhesivo para silicona Adhesive Coltene/Whaledent.
- Dos kits de Silicona de Adición cuadrifuncional Aquasil EasyMix Putty.
- Un kit de Silicona de Adición cuadrifuncional Aquasil Ultra LV.
- Loseta de vidrio.
- Jeringa para inyección de Silicona liviana.
- Espátula para mezcla de Silicona.
- Láminas de Cera calibradas de 0,5 mm de grosor.
- Toalla Absorbentes.
- Cinta Adhesiva Masking Tape.
- Plumón indeleble.
- Cronómetro.
- Lápices de Pasta.
- Tabla de Registro.
- Lupa.

5.2.1 Grupos de estudio

5.2.1a. El primer grupo de estudio correspondió a 15 impresiones obtenidas mediante Técnica Simultánea con Silicona por Adición. Para la preparación de la silicona pesada y liviana se siguieron las instrucciones del fabricante. La mezcla se realizó de manera simultánea y efectuada por dos operadores. Antes de rellenar la cubeta, se aplicó el adhesivo de silicona sobre ella y se esperó el tiempo de secado según las instrucciones recomendadas por el fabricante. Uno de los operadores cargó la cubeta con una capa uniforme de silicona pesada de tal manera que el material sobrepasare el flanco de la cubeta. Mientras se cargaba la cubeta, el otro operador posicionó la silicona liviana en la jeringa para inyección y la aplicó, tanto en la preparación cavitaria, como sobre el material pesado no polimerizado. Se colocó entonces, la cubeta rellena de ambas siliconas en estado plástico en el modelo maestro y se asentó sobre el material ligero que fue previamente extendido sobre las preparaciones. La presión de asentamiento fue controlada por dos topes posicionados por fuera de la impresión y del modelo maestro para lograr un grosor óptimo y uniforme en todas las impresiones; es decir, que no se sobrepasen los 2,5 mm de espesor del material recomendado por la literatura citada. Luego se esperó el tiempo de polimerización recomendado por el fabricante. Posteriormente, se procedió a retirar la impresión con un sólo movimiento, firme y sin báscula. Finalmente, se inspeccionó la impresión bajo aumento con el objeto de incluirla o excluirla dentro del grupo.

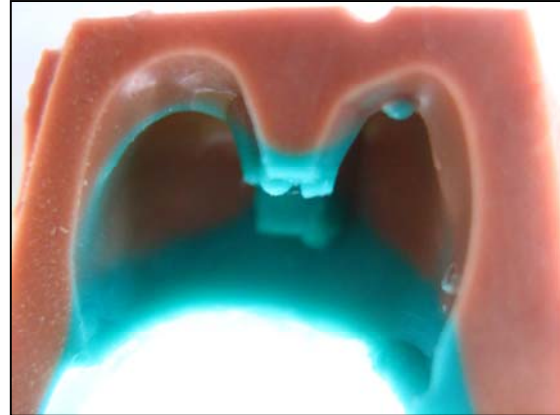


Figura VIII: Corte vestibulo-palatino de una impresión con técnica simultánea.

5.2.1b. El segundo grupo de estudio correspondió a 15 impresiones obtenidas mediante Técnica Diferida con Silicona de Adición. Antes de rellenar la cubeta, se aplicó el adhesivo de silicona sobre ella y se esperó el tiempo de secado según las instrucciones recomendadas por el fabricante. Luego se mezclaron las porciones de silicona pesada según las instrucciones pertinentes y se aplicó una capa de tal manera

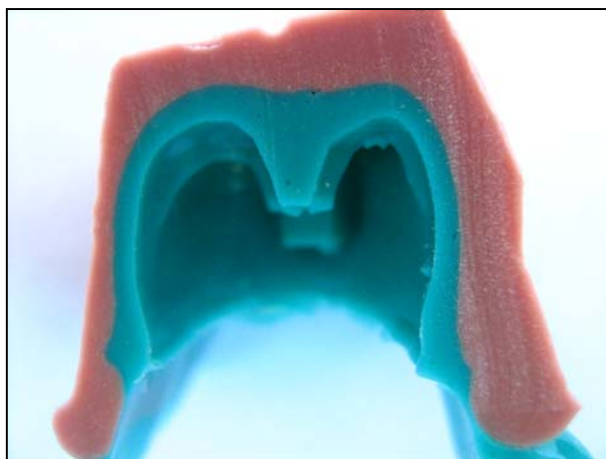


Figura IX: Corte vestibulo-palatino de una impresión de técnica diferida con espesor de silicona liviana de 1 mm.

que el material sobrepasare el flanco de la cubeta. El espacio para la silicona liviana se consiguió colocando un grosor uniforme de cera alrededor del modelo maestro (1mm), entre el diente y la cubeta cargada. Se asentó la cubeta sobre la preparación, esperando el tiempo de polimerización del material pesado recomendado por el fabricante más 1.5 minutos, controlando la presión de asentamiento con los topes ya mencionados. Luego se procedió a su retiro con un sólo movimiento, firme y sin báscula. Se colocó material ligero sobre la silicona pesada ya polimerizada y sobre la preparación cavitaria, y luego se llevó la combinación pesada-liviana al modelo maestro para obtener la impresión final. Se esperó el tiempo de polimerización indicado por el fabricante para el material ligero más 1.5 minutos. Luego se retiró e inspeccionó la impresión bajo aumento con el objeto de incluirla o excluirla dentro del grupo.



Figura X: Corte vestibulo-palatino de una impresión de técnica diferida con espesor de silicona liviana de 2 mm.

5.2.1c. El tercer grupo de estudio correspondió a 15 impresiones obtenidas mediante Técnica Diferida con Silicona de Adición. Realizamos el mismo procedimiento que en el grupo anterior, sólo cambiando el grosor de la cera que fue de 2 mm.

5.3 Realización de los vaciados y obtención de los modelos (unidades de estudio).

La forma de evaluación de la estabilidad dimensional de las impresiones obtenidas, se analizó indirectamente sobre sus correspondientes modelos de trabajo, según la literatura revisada; realizando un riguroso control de los factores (mencionados durante el desarrollo del Marco Teórico) que pudiesen afectarla durante el proceso de obtención de los modelos. Para este propósito, se realizaron los vaciados de las impresiones obtenidas en los dos grupos, utilizando los siguientes materiales:

- Impresiones obtenidas de los Grupos de Estudio
- Yeso extraduro.
- Agua destilada.
- Balanza para medición de la cantidad de yeso.
- Probeta de 25 ml. para proporcionar el Agua.
- Máquina para mezcla al vacío y espatulado mecánico de yeso.
- Máquina eléctrica vibradora de yeso.
- Espátula de yeso.
- Taza de goma mediana.
- Toalla Absorbente.
- Cinta Adhesiva Masking Tape.
- Plumón indeleble.
- Cronómetro.
- Lápices de Pasta.
- Tabla de Registro.
- Lupa.

Los vaciados fueron efectuados en yeso extraduro, siguiendo las instrucciones del fabricante para su relación Agua/Polvo, tiempo de mezcla, espatulado y fraguado.

Esperado el tiempo de fraguado del yeso recomendado por el fabricante, se retiraron los modelos resultantes de las impresiones y se inspeccionaron (bajo aumento) con el objeto de incluirlos o excluirlos dentro de los grupos. Cada modelo calificado se marcó con plumón indeleble en el zócalo con el número de registro correspondiente y el grupo de estudio al que pertenece.



Figura XI: Mezcladora al vacío y espatulado mecánico del yeso.



Figura XII: Balanza para pesar el yeso.

5.4 Recogida de los Datos: Mediciones del Modelo Referencial y Modelos de Trabajo

Para realizar las mediciones de los modelos se utilizó el Sistema CEREC 3®. Antes de la captura óptica tridimensional por el lente, cada modelo fue preparado, espolvoreando CEREC3® Powder (como parte del protocolo de utilización del Escáner), para obtener imágenes más nítidas.

Se determinaron 8 puntos clave de medición, incluidos dentro del tallado de la preparación cavitaria tipo MOD del diente 1.6, realizados con una Piedra de Diamante de 0.5 mm., y la cúspide del diente 1.3 (Figura XVII); a modo de ser registrados de forma estándar por las impresiones del modelo referencial, los vaciados y, por lo tanto, por las imágenes capturadas por el Escáner CEREC 3®.



Figura XIII: Cámara del sistema CEREC 3® para el registro digital de modelos.

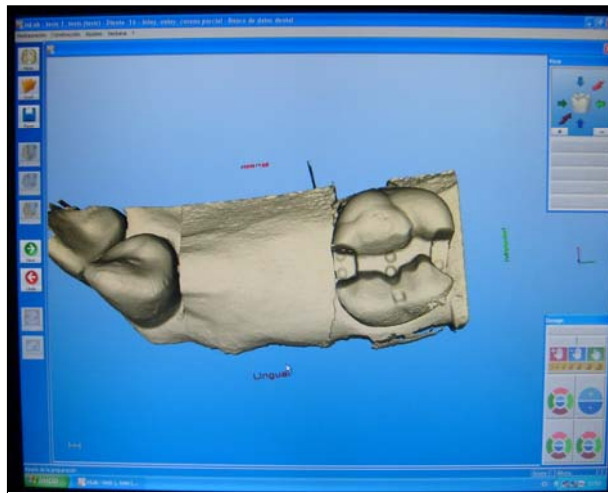


Figura XIV: Registro digital del modelo maestro en el software del sistema CEREC 3®.

En la imagen renderizada por el software (figura 14), se procedió a medir los rangos establecidos (Tabla IV), mediante la herramienta de medición de distancias, dándonos los resultados en milímetros. Luego, estas mediciones se agregaron a la base de datos confeccionada con la ayuda del programa Excel 2007 (ver Anexo).

Tabla III: Ubicación de los puntos clave de medición

Punto	Ubicación
Vista Oclusal:	
A	Cajón mesial del molar (1.6), ángulo vestibulomesiogingival.
B	Cúspide del canino 1.3.
C	Cajón distal del molar (1.6), ángulo vestibulodistogingival
D	Ángulo oclusovestibular del molar (1.6).
E	Ángulo oclusopalatino del molar (1.6).
F	Cajón mesial del molar (1.6), ángulo palatomesiogingival.
Vista Sagital:	
G	Unión de vertientes internas de cúspides vestibulares del molar (1.6).
H	Punto medio del ancho mesiodistal del molar (1.6) localizado en el sector del margen gingival.

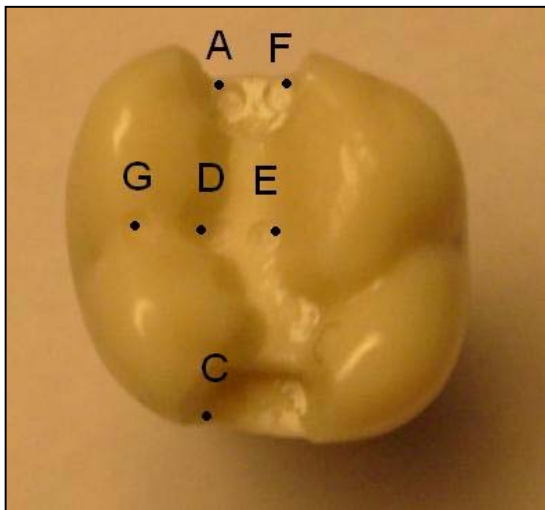


Figura XV: Vista oclusal del diente maestro, mostrando los puntos clave.

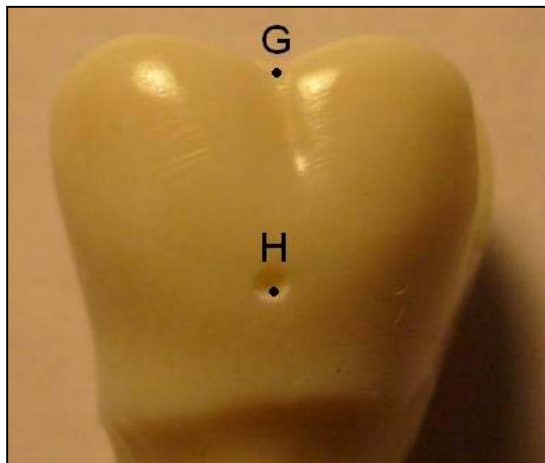


Figura XVI: Vista vestibular del diente maestro, mostrando los puntos clave.

Tabla IV: Descripción de los rangos.

Rango	Descripción
A-B	Distancia entre el cajón mesial de la preparación cavitaria y el canino de la misma hemiarcada.
A-C	Distancia entre ambos cajones proximales de la misma preparación cavitaria.
A-F	Longitud vestibulo-palatino del cajón mesial de la preparación cavitaria.
D-E	Longitud vestibulo-palatino del cajón oclusal de la preparación cavitaria.
G-H	Longitud ocluso-cervical de la cara vestibular del diente maestro.



Figura XVII: Puntos clave del modelo maestro (vista oclusal).

De acuerdo a las especificaciones del yeso extraduro utilizado (yeso tipo Velmix, KerrLab®), éste expande en un 0.09% a las 48 horas, siguiendo siempre las indicaciones del fabricante en cuanto a las proporciones polvo/agua y tiempo de mezcla se refiere. Por ende, se esperó un mínimo de 48 horas tras el vaciado de los modelos para someterlos a medición en el sistema CEREC 3®. Para eliminar la expansión del yeso como variable distractora en nuestra investigación, sumamos o restamos según fuese indicado, el valor en porcentaje resultante de los cálculos presentes dentro del paréntesis de la fórmula, ya que un 0.09% de este valor es un aporte de la expansión del yeso. Por ende:

- Siendo el resultado del cálculo dentro del paréntesis de la fórmula un porcentaje positivo, se le restó 0.09%, para acercar el valor a cero.
- Siendo el resultado del cálculo dentro del paréntesis de la fórmula un porcentaje negativo, se le sumó 0.09%, para acercar el valor a cero.

$$\text{Discrepancia} = \left(\frac{\text{medida del modelo de trabajo} - \text{medida del modelo maestro} \times 100}{\text{medida del modelo maestro}} \right) \pm 0.09\%$$

Estos valores, dependiendo del signo que les precede, indican la resultante de un proceso de contracción de la silicona y de expansión del yeso en relación al modelo maestro, la cual puede ser positiva (si hay un incremento del tamaño), o ser negativa (si hay un decremento del tamaño).

6. Control de sesgo.

Como medidas de control de sesgo, cada operador fue entrenado para realizar una labor en particular durante cada proceso. Una vez que un investigador comenzó a dedicarse a una actividad específica, fue éste mismo (y sólo él) quien continuó la misma etapa; de esta forma, evitamos un “cruce de labores” que provocara una sumatoria de errores y que se viera afectado el resultado final de la investigación.

Además, siendo este estudio ciego simple (debido a que el operador que tomó los registros digitales no conocía el grupo de procedencia de los modelos medidos) se evita la ocurrencia de sesgos de información que pueden surgir bajo la influencia física o psicológica del conocimiento de las intervenciones asignadas entre los participantes del estudio, y que podrían afectar el análisis final de los datos.

7. Análisis de los datos

Antes del análisis estadístico, se plantearon los estadísticos descriptivos más relevantes obtenidos para las variables descritas dentro de Materiales y Métodos, a modo de ser sometidos a discusión y comparación entre las investigaciones concernientes a este tema.

Los análisis estadísticos utilizados se determinaron según el diseño de esta investigación, características de ella, naturaleza de las variables, y distribución de los datos. Dichos análisis y los cruces de variables se muestran en la Tabla IV.

Para el análisis de los datos se utilizó un Intervalo de Confianza de un 95% y un nivel de significancia o $p < 0.05$. Así mismo, se utilizó como software estadístico el SPSS® 17.0, debido a las excelentes críticas que ha recibido a lo largo de todas sus versiones.

Tabla V: Cruce de variables y análisis estadísticos utilizados

Cruce de variables.	Análisis estadístico.	Test Posterior.
Técnica de impresión – Estabilidad dimensional.	Prueba de Mann-Whitney.	
Espesor de silicona liviana – Estabilidad dimensional.	Prueba de Kruskal-Wallis.	Prueba de Dunn.
Rango de medida – Estabilidad dimensional.	Prueba ANOVA de una vía.	Prueba de Games-Howell.
Rangos de medida – Espesor de silicona liviana.		Prueba de Scheffe.
Rangos de medida – Técnica de impresión.	Prueba T de Student.	

Resultados

En correlación a los objetivos que en un principio enunciarnos, y con la finalidad de validar o desestimar nuestra hipótesis de trabajo, los resultados obtenidos son los que describimos a continuación:

1. Estabilidad Dimensional y Técnicas de Impresión (Simultánea y Diferidas).

Se determinaron los estadísticos descriptivos de los datos obtenidos para las variable independiente Técnica de Impresión (ver tabla VI).

Tabla VI: Algunos de los Estadísticos Descriptivos para la variable Técnica

Técnica	Media	Desv Estándar	Asimetría	Curtosis
Simultánea	-2,40295	5,539214	-1,384	2,608
Diferida	-0,20791	7,444350	-0,879	2,229

Según lo indicado en la Tabla VI, el parámetro de Curtosis para las técnicas Simultánea y Diferidas muestra valores de 2,608 y 2,229 respectivamente. Como sabemos, valores entre +2 y -2 para este mismo descriptivo indicarían que los datos obtenidos se distribuyen dentro de parámetros normales. Al estar estos valores sobre lo establecido, los datos se escapan del rango de distribución normal y, por lo tanto, el análisis siguiente no puede ser un Test Paramétrico. Por ello, corresponde utilizar la Prueba de Mann-Whitney (Tabla VII).

Tabla VII: Prueba de Mann-Whitney

Técnica	Rango promedio	Suma de rangos
Simultánea	93,17	6987,50
Diferidas	122,23	18212,50

Estadísticos de contraste ^a

	% de discrepancia
U de Mann-Whitney	4137,500
W de Wilcoxon	6987,500
Z	-3,168
Sig. Asintot. (bilateral)	0,002

a. Variable de agrupación: Técnica

Según los datos entregados, para el análisis estadístico no se puede ocupar un Test Paramétrico, debiendo utilizar su equivalente No Paramétrico, que en este caso corresponde a la Prueba de Mann-Whitney para dos muestras independientes a un nivel de significancia $p < 0,05$ y un IC de 95%. Éste arrojó diferencias estadísticamente significativas para las discrepancias obtenidas de los modelos de estudio entre ambos tipos de Técnicas de impresión, indicado por la significancia asintótica bilateral con un valor $p < 0,05$ ($p = 0,002$). (Tabla VII)

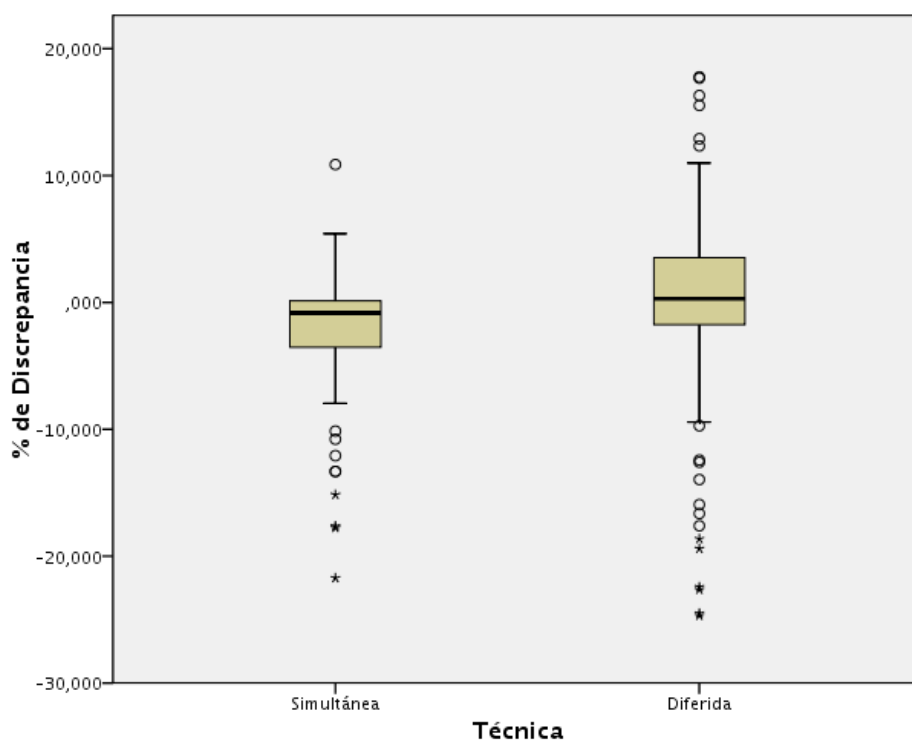


Gráfico 1: Gráfico de cajas y bigotes para los resultados del análisis estadístico entre las variables técnica de impresión “Simultánea” y “Diferidas” y “Discrepancia” (expresado en porcentaje).

En el gráfico 1, se observan los resultados del análisis estadístico entre el porcentaje de discrepancia y las técnicas de impresión. Los valores para las medianas fueron los siguientes; técnica “Simultánea” -2,40295, técnicas “Diferidas” -0,20791. Los valores mínimos y máximos para el grupo “Simultánea” variaron entre -2,172% y 10,867%, para el grupo “Diferidas” entre -24,68% y 17,77%. El grupo “Simultánea” evidencia una mayor tendencia a la contracción. El grupo de “Diferidas” presenta una mayor cantidad de valores extremos (tanto para expansión y contracción) en comparación con el grupo “Simultánea”.

2. Espesor de silicona liviana y Estabilidad Dimensional

Se determinaron los estadísticos descriptivos de los datos obtenidos para la variable independiente Técnica de Impresión (ver tabla VIII).

Tabla VIII: Algunos estadísticos Descriptivos para la variable Independiente Técnica de Impresión.

Técnica	Media	Desv Estándar	Asimetría	Curtosis
Simultánea	-2,40295	5,539214	-1,384	2,608
Diferida 1	-0,827640	8,219889	-1,026	2,074
Diferida 2	0,41181	6,575751	-0,435	1.631

Según lo indicado en la Tabla anterior, el parámetro de Curtosis para las técnicas “Simultánea” y “Diferida 1” muestran valores de 2,608 y 2,074 respectivamente. Como sabemos, valores entre +2 y -2 para este mismo descriptivo indicarían que los datos obtenidos se distribuyen dentro de parámetros normales. Al estar estos valores sobre lo establecido, los datos se escapan del rango de distribución normal y, por lo tanto, el análisis siguiente no puede ser un Test Paramétrico. Por ello, corresponde utilizar la Prueba de Kruskal Wallis para tres grupos a un nivel de significancia $p < 0,05$ y un IC de 95%.

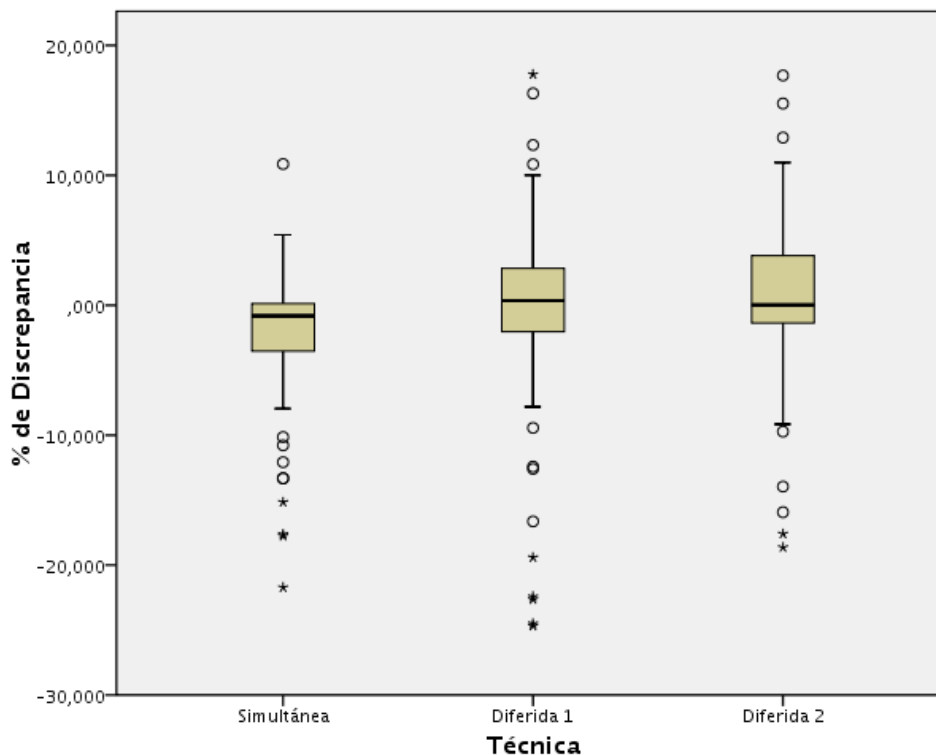


Gráfico 2: Gráfico de cajas y bigotes para los resultados del análisis estadístico entre las variables técnica de impresión “Simultánea”, “Diferida 1” (con 1 mm de espesor de silicona liviana), “Diferida 2” (con 2 mm de espesor de silicona liviana) y “Discrepancia” (expresado en porcentaje).

En el gráfico 2, se observan los resultados del análisis estadístico entre el porcentaje de discrepancia y la técnica de impresión. Los valores para las medianas corresponden para la técnica “Simultánea” -2,40295, la “Diferida 1” -0,82764 y la “Diferida 2” 0,41181. Por lo tanto, asumimos que el grupo “Diferida 2”, con un espesor controlado de 2 mm de silicona liviana, nos proporcionó impresiones con una mayor estabilidad dimensional. En el otro extremo encontramos el grupo “Simultánea”, donde vemos la menor estabilidad dimensional, ya que su valor es el más alejado del punto “0”, el cual fue definido operacionalmente como la estabilidad “dimensional absoluta”. La dispersión de los datos fue mayor en el grupo “Diferida 1”. Los valores mínimos y máximos para el grupo “Simultánea” variaron entre -2,172% y 10,867%, para el grupo “Diferida 1” entre -24,68% y 17,77%, para el grupo “Diferida 2” entre -18,63% y 17,683%.

Tabla IX: Prueba Kruskal-Wallis.

Estadísticos de contraste ^{a,b}

	% de discrepancia
Chi-cuadrado	10,700
Grado de libertad	2
Sig. asintótica	0,005

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Técnica

Tabla X: Promedio de rangos.

Rangos

Técnica	Rango promedio
Simultánea	93,21
Diferida 1	119,99
Diferida 2	125,80

De acuerdo al resultado de la prueba de Kruskal-Wallis (Tabla IX), los valores arrojaron diferencias estadísticamente significativas para las discrepancias obtenidas de los modelos de estudio entre los distintos tipos de técnicas de impresión, indicado por la significancia asintótica con un valor $p < 0,05$ ($p = 0,005$).

La prueba Post- Hoc para determinar las diferencias entre las técnicas de impresión comparadas entre sí, es la Prueba de Dunn. Esta prueba no está incluida en el programa estadístico que utilizamos (SPSS 17.0), por lo que debimos hacerla en forma manual.

Tabla XI: Prueba de Dunn

a	0,0083
1-a	0,9916
Z 1-a	2,3910557858
N	225

$$\Delta_{ij} = Z_{1-\alpha} \sqrt{\frac{N(N+1)}{12} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

Delta ij

	nj	75	75
ni		Diferida 1	Diferida 2
75	Simultánea	10,996	10,996
75	Diferida 1		10,996

	R2	119,99	125,8
R1		Diferida 1	Diferida 2
93,21	Simultánea	26,78	32,59
119,99	Diferida 1		5,81

En la prueba de Dunn (Tabla XI), si el valor absoluto de $R1-R2$ es mayor al Δ_{ij} (n_i-n_j), entonces la diferencia entre estos grupos es estadísticamente significativa. Por ende, el grupo “Simultánea” se diferencia significativamente de los grupos “Diferida 1” y “Diferida 2”, vale decir, que con impresiones tomadas con un espesor controlado de silicona liviana (1 y 2 mm correspondientemente) obtenemos modelos con mayor estabilidad dimensional en comparación a la técnica simultánea donde no hay un espesor uniforme de silicona liviana. Sin embargo, no podemos encontrar una diferencia estadísticamente significativa entre los espesores de 1 y 2 mm (“Diferida 1” y “Diferida 2”).

3. Rango de medida y estabilidad dimensional

En primera instancia, fue necesaria la determinación de los estadísticos descriptivos de los datos obtenidos para la variable independiente Rangos de Medida (ver tabla XII).

Como se puede observar en la tabla XII, los valores de Curtosis y Asimetría para todos los rangos de medida, se mantienen dentro de la normalidad, ya que todos sus valores se encontraron entre -2 y +2.

Tabla XII: Algunos estadísticos Descriptivos de los Porcentajes de Discrepancia

Rangos	Media	Desv Estándar	Asimetría	Curtosis
A-B	-0,16800	1,033763	-0,053	-0,181
A-C	-0,522733	1,380486	0,444	0,918
A-F	-7,43493	8,272342	-0,054	-0,251
D-E	-0,373200	9,589641	-0,318	0,331
G-H	3,80091	3,759192	0,454	-0,003

Por esta misma razón, asumimos que los valores poseen una distribución normal, debiendo ser sometidos a un análisis estadístico, en este caso, el test de ANOVA de una vía (tabla XIII).

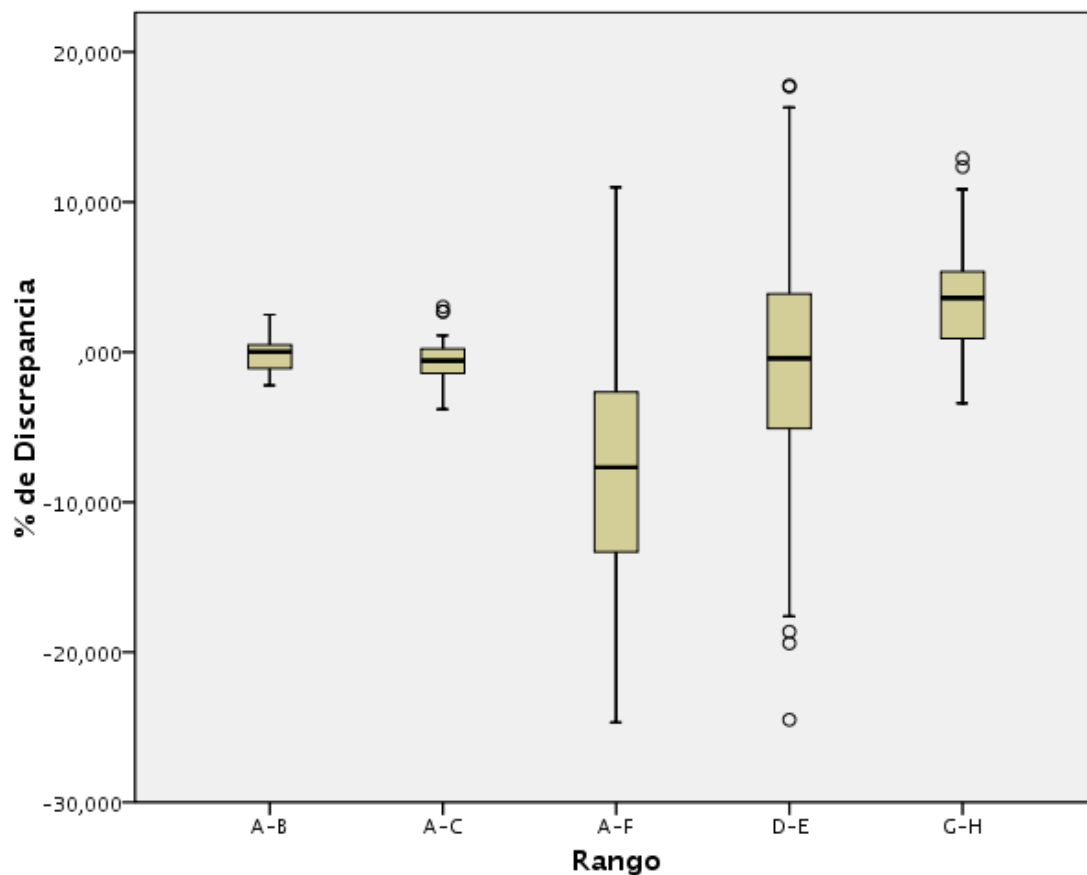


Gráfico 3: Gráfico de cajas y bigotes para los resultados del análisis estadístico entre las variables Rango de Medida y porcentaje de Discrepancia.

En el gráfico 3, se observan los resultados del análisis estadístico entre el porcentaje de discrepancia y los Rangos de Medida. Los valores para las medianas corresponden para el rango (A-B) -0,168; (A-C) -0,522733; (A-F) -7,43493; (D-E) -0,3732; (G-H) 3,80091. La dispersión de los datos fue mayor en los grupos A-F y D-E y menor en el grupo A-B. Los valores mínimos y máximos para el grupo A-B variaron entre -2,216% y 2,485%, para el grupo A-C entre -3,811% y 3,019%, para el grupo A-F entre -24,68% y 10,989%, para el D-E entre -24,5% y 17,77%, para el grupo G-H entre -3,402% y 12,904%. El rango A-F presenta en más del 50% de las muestras una tendencia a la contracción, mientras que el rango G-H presenta una expansión en más del 50% de las muestras.

Tabla XIII: Test ANOVA de una vía.

ANOVA		
% de discrepancia		
	F	Sig.
Entre los grupos	20,837	0,000

Al obtener un valor de significancia inferior a 0,05, asumimos que hay diferencias estadísticamente significativas dentro de los grupos. Para determinar que prueba Post - Hoc utilizamos, primero fue necesario aplicar el test de Levene a las varianzas (Tabla XIV).

Tabla XIV: Test de Levene.

Test de homogeneidad de las variables	
% de discrepancia	
Estadístico de Levene	Sig.
24,663	0,000

En este caso, como el test de Levene dio un valor significativo (menor a 0,05), se asume que las varianzas no son homogéneas, por lo tanto el test Post-Hoc a utilizar será el de Games-Howell (Tabla XV).

Tabla XV: Test de Games-Howell.

% de discrepancia Games-Howell			
(I) Rango	(J) Rango	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
A-B	A-C	0,354733	0,642
	A-F	7,266933*	0,000
	D-E	0,2052	1,000
	G-H	-3,968911*	0,000
A-C	A-B	-0,354733	0,642
	A-F	6,912200*	0,000
	D-E	-0,149533	1,000
	G-H	-4,323644*	0,000
A-F	A-B	-7,266933*	0,000
	A-C	-6,912200*	0,000
	D-E	-7,061733*	0,003
	G.H	-11,23584*	0,000
D-E	A-B	-0,2052	1,000
	A-C	0,149533	1,000
	A-F	7,061733*	0,003
	G.H	-4,174111	0,063
G-H	A-B	3,968911*	0,000
	A-C	4,323644*	0,000
	A-F	11,235844*	0,000
	D-E	4,174111	0,063

Según los resultados de esta prueba se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los rangos: A-B y A-F; A-B y G-H; A-C y A-F; A-C y G-H; A-F y D-E; A-F y G-H, debido a los valores de significancia entre ellos fue inferior a 0,05.

4. Espesor de silicona liviana y rangos de medida.

En primera instancia, fue necesaria la determinación de los estadísticos descriptivos de los datos obtenidos para la variable independiente Rangos de Medida (ver tabla IV).

Como se puede observar en la tabla XVI, los valores de Curtosis y Asimetría para todos los rangos de medida, se mantienen dentro de la normalidad, ya que todos sus valores se encontraron entre -2 y +2. Por esta misma razón, asumimos que los valores poseen una distribución normal, debiendo ser sometidos a un análisis estadístico, en este caso, el test de ANOVA de una vía.

Tabla XVI: Algunos Estadísticos Descriptivos para la variable Rangos de Medida

Rangos	Media	Desv Estándar	Asimetría	Curtosis
A-B	20,0778	0,223596	-0,012	-0,38
A-C	8,41189	0,122155	0,476	0,742
A-F	1,31082	0,117908	-0,036	-0,25
D-E	1,15449	0,111908	-0,309	0,304
G-H	5,11507	0,187316	0,415	-0,027

Se realizó el cruce entre los distintos rangos de medida, dando como resultado una única diferencia estadísticamente significativa, la que se le atribuye al rango GH debido a que su valor $p < 0,05$ (sig). Para los otros rangos (AB, AF, AC Y DE) no se encontró una diferencia estadísticamente significativa.

Tabla XVII: Test ANOVA Para Rangos de Medida.

ANOVA			
Rango	Cuadrado de medias	F	Sig.
A-B	0,122	2,62	0,085
A-C	0,01	0,691	0,507
A-F	0,033	2,572	0,088
D-E	0,01	0,788	0,461
G-H	0,235	9,204	0,000

A continuación, se realizó una prueba para determinar la homogeneidad de las varianzas, la cual determina el test Post - Hoc a utilizar. El test escogido en este caso fue el Test de Levene (Tabla XVIII).

Tabla XVIII: Test de Homogeneidad de Levene

Test de homogeneidad de las variables		
Rango	Levene	Sig.
A-B	1,275	0,29
A-C	2,571	0,088
A-F	2,398	0,103
D-E	4,334	0,019
G-H	1,263	0,293

Para el caso específico del rango G-H, el resultado del test de homogeneidad de Levene arrojó un valor de 0,293; vale decir, no presentó significancia estadística. De lo anterior podemos concluir que las varianzas son homogéneas.

A continuación, se utilizó la prueba Post - Hoc, se utilizó el test de Scheffe, con la finalidad de conocer dónde se encontraba la diferencia en los grupos en forma particular (tabla XIX).

Tabla XIX: Test De Scheffe

Variable	(I) Técnica	(J) Técnica	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
G-H	Simultánea	Diferida 1	-0,217200*	0,003
		Diferida 2	-0,216600*	0,003
	Diferida 1	Simultánea	0,217200*	0,003
		Diferida 2	0,0006	1,000
	Diferida 2	Simultánea	0,216600*	0,003
		Diferida 1	-0,0006	1,000

Para el rango G-H en particular, se compararon todas las opciones posibles de combinación que tuvo este rango en esta investigación. En primera instancia, se comparó la Técnica Simultánea con las dos Técnicas Diferidas, siendo “Diferida 1” la Técnica Diferida con un espesor de 1 mm de silicona liviana; y “Diferida 2” la Técnica Diferida con un espesor de 2 mm de silicona liviana. Luego, se comparó la Técnica “Diferida 1” con la Técnica “Simultánea” y la Técnica “Diferida 2”; y, por último, se comparó la Técnica “Diferida 2” con la Técnica Simultánea y la “Diferida 1”.

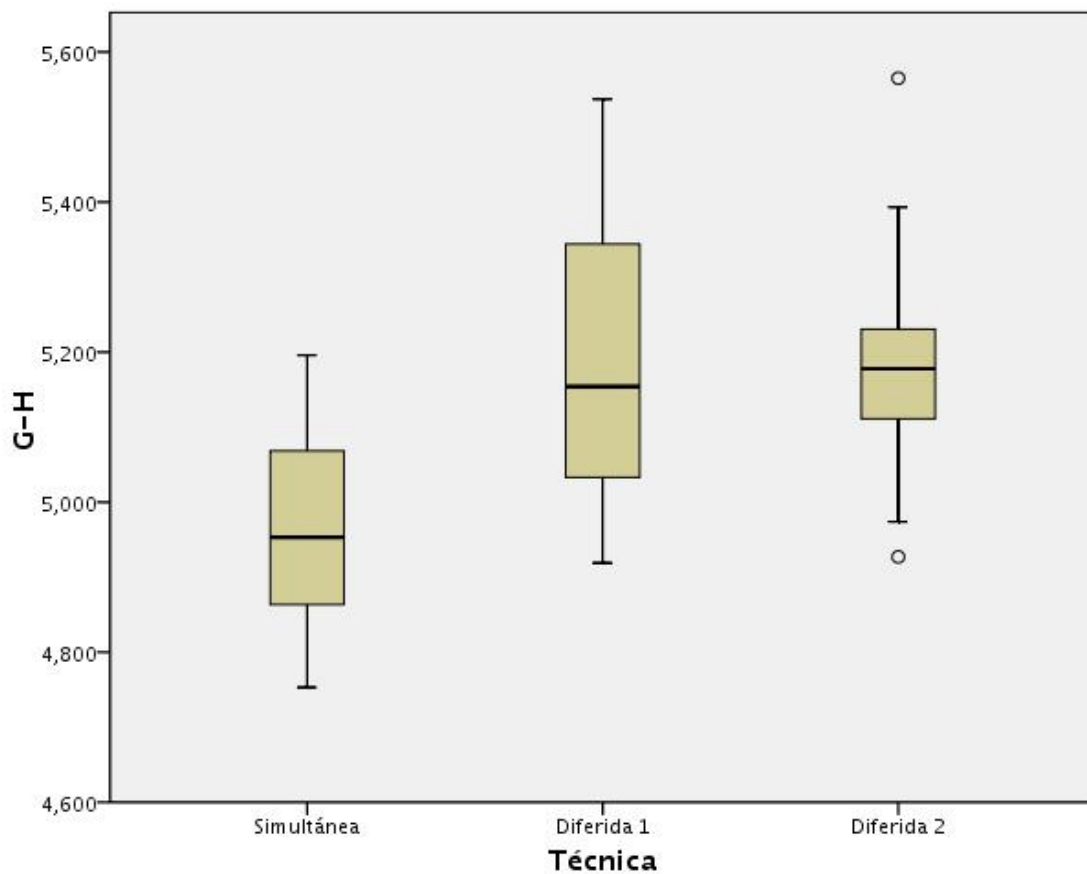


Gráfico 4: Gráfico de cajas y bigotes para los resultados del análisis estadístico entre las variables Rango G-H y Espesor de silicona liviana.

Este test, arrojó una significancia de 0,003. Por lo tanto, decimos que hay diferencia estadísticamente significativa entre el grupo “Simultánea” y el grupo “Diferida 1”; y entre el grupo “Simultánea” con el grupo “Diferida 2”; no así entre el grupo “Diferida 1” y “Diferida 2”. Por ello se puede observar que los valores de G-H son discrepantes entre las técnicas “Simultánea” por si sola y “Diferida 1” junto con “Diferida 2”. Es decir, la altura representada por el rango G-H, es la zona del diente que presentó mayores variaciones dimensionales con respecto al modelo maestro. En Los valores para las medianas corresponden para el grupo “Simultánea” 4,976; “Diferida 1” 5,188 y “Diferida 2” 5,187. Los valores mínimos y máximos para el grupo “Simultánea” variaron entre 4,753 y 5,196; para el grupo “Diferida 1” entre 4,919 y 5,537 y para el grupo “Diferida 2” entre 4,927 y 5,565 (Gráfico 4).

5. Rangos de medida y Técnica de impresión (Simultánea y Diferidas).

Tabla XX: Prueba t de Student

		Test de Levene para Homogeneidad de las Varianzas		t-test para Igualdad de Medias	
		F	Sig.	t	Sig. (2-tailed)
A-B	Se asumen varianzas iguales	0,257	0,615	-1,831	0,074
	No se asumen varianzas iguales			-1,743	0,094
A-C	Se asumen varianzas iguales	3,181	0,082	0,445	0,658
	No se asumen varianzas iguales			0,499	0,621
A-F	Se asumen varianzas iguales	3,126	0,084	-2,002	0,052
	No se asumen varianzas iguales			-2,341	0,024
D-E	Se asumen varianzas iguales	8,158	0,007	-0,426	0,672
	No se asumen varianzas iguales			-0,537	0,594
G-H	Se asumen varianzas iguales	0,252	0,618	-4,341	0,000
	No se asumen varianzas iguales			-4,651	0,000

A continuación, procedimos a realizar la prueba t, donde comparamos la técnica simultánea, con el conjunto de las 2 técnicas diferidas. Para ello fue necesario hacer antes la prueba de Levene, para ver la homogeneidad de las varianzas. Solo en el caso del rango D-E se apreció un valor estadísticamente significativo.

En la prueba t, los valores de los rangos A-B, A-C y A-F no fueron estadísticamente significativos. El rango D-E, tras haber dado un resultado estadísticamente significativo en la prueba de Levene, no lo dio en la prueba t.

El único valor estadísticamente significativo en la prueba t es el del rango G-H con una significancia menor a 0,05 (Gráfico 5).

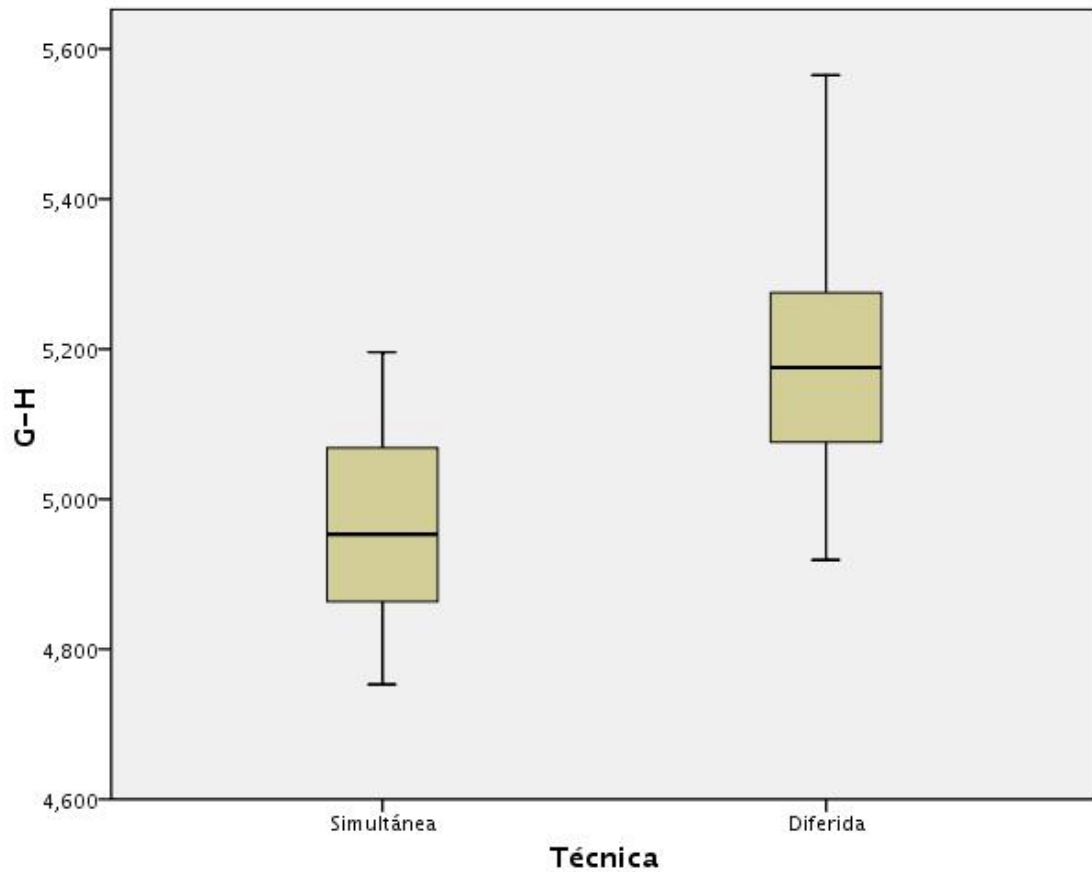


Gráfico 5: Gráfico de cajas y bigotes para los resultados del análisis estadístico entre las variables Rango G-H y Técnica de impresión (Simultánea y Diferidas).

Discusión

Los materiales de impresión elastoméricos, en este caso, las siliconas de adición, han sufrido un gran desarrollo en los últimos años. Esto es debido a las sus excelentes propiedades físicas y su manipulación (Idris et al., 1995).

El uso de siliconas de adición ha sido ampliamente aceptado por su elasticidad, excelentes propiedades de polimerización (incluyendo vaciados tardíos y la posibilidad de hacerlo varias veces) y estabilidad dimensional (Johnson & Craig, 1985; Raigrodski et al, 2009)

Estas siliconas tienen una estabilidad insuperable, pudiendo registrar detalles finos. Tienen también la mejor recuperación elástica de todos los materiales de impresión; debido a que, virtualmente, no tienen subproductos de polimerización, siendo impresiones dimensionalmente estables. Pueden permitir un segundo vaciado (Chee & Donovan, 1992).

Aunque la técnica que combina siliconas de consistencia pesada y liviana se recomendó originalmente para abordar los problemas de contracción de polimerización en las siliconas de condensación, estas técnicas también han sido sugeridas para el uso de siliconas de adición (Idris et al 1995).

Según nuestro estudio, podemos concluir que la técnica de impresión es un factor a considerar pensando en la estabilidad dimensional de los vaciados. Como se ve en la tabla VI, la media de las discrepancias fueron las siguientes, -2.40295 para la técnica simultánea y -0.20791 para las técnicas diferidas, lo que evidencia que las técnicas diferidas son más estables dimensionalmente que la técnica simultánea.

Al utilizar solo un material de impresión, el elemento que causa los cambios dimensionales es la técnica. Ello concuerda con estudios realizados por Craig (1988), Nissan et al. (2000) y Caputi y Varvara (2008). Esto coincide con los resultados de nuestra investigación, ya que podemos afirmar, que con el uso de un único material de impresión (silicona de adición), la técnica que resultó tener una mayor estabilidad dimensional fue la Diferida, ya que compensa fenómenos como la contracción de la silicona pesada y establece un espesor uniforme de la silicona liviana para un mejor registro de los detalles. Sin embargo, otros autores que han investigado este punto, han llegando a resultados distintos, tal es el caso de Johnson y Craig (1986), Hung et al. (1992) e Idris et al. (1995). Ellos

determinaron que la exactitud de los materiales de impresión evaluados fue más afectada por el material en sí que por la técnica.

Otro aspecto a considerar en nuestro estudio, fue acerca del espesor de la silicona liviana y la estabilidad dimensional de los modelos de yeso obtenidos. Como se ve en la tabla VIII, la media de las discrepancias fueron las siguientes: -2.40295 para la técnica simultánea, -0.827640 para la técnica diferida con 1 milímetro de espesor de silicona liviana y -0.41181 para la técnica diferida con 2 milímetros de espesor de silicona liviana, lo que evidencia que la técnica diferida con un espesor uniforme de 2 milímetros de silicona liviana es la más estable dimensionalmente.

En los modelos resultantes de la técnica simultánea de impresión, se apreció una tendencia a la contracción. Sin embargo, en ambas técnicas diferidas no se observaron tendencias definidas, obteniéndose resultados que indicaban tanto expansiones como contracciones, pero que en todo momento fueron más cercanas a los valores presentados por el modelo maestro.

A través del tiempo se han realizado múltiples investigaciones sobre este mismo tema. Para Nissan et al. (2000) la técnica de impresión diferida es considerada la más exacta para la fabricación de modelos de yeso y resulta en modelos precisos. Algunos autores consideran la impresión simultánea como una técnica no aconsejable, dado que no es posible controlar el grosor del material en la impresión, y tampoco es posible definir qué material registra los detalles del margen de la preparación, siendo vital que las zonas más críticas de la preparación sean registradas con la silicona liviana, dada su mayor capacidad de reproducir detalles (Chee & Donovan, 1992; Nissan et al, 2000). Marshak et al (1990), recomiendan un espesor uniforme de 2 mm de silicona liviana para una óptima impresión. También hacen referencia a la existencia de surcos de escape, que si bien ayudan a la salida del exceso del material liviano, causa proyecciones de la silicona liviana en la pesada, afectando la exactitud de la impresión. Según Chee y Donovan (1992), los materiales de impresión elastoméricos son más precisos cuando son usados en espesores uniformes de 1,5 a 2,5 mm. Un estudio de Araujo y Jorgensen (1985) demostró que un aumento en el grosor del material de impresión disminuye la exactitud (Craig, 1988). Consecutivamente, varios autores han postulado distintos espesores de silicona liviana sin llegar a un consenso. Phillips recomendó un espacio máximo de 2 mm. Reisbick y Matyas sugirieron de 2 a 4 mm, mientras que Asgar sugirió de 3 a 4 mm. Nogawa, postuló que grosores entre 1 a 5 mm no producirán diferencias significativas si la impresión es vaciada inmediatamente (Eames et al., 1979). Según Eames et al.

(1979), Marshak et al. (1990) y Nissan et al. (2000), un espacio uniforme para la silicona liviana es esencial para la exactitud. Ello no ocurre en la técnica simultánea. En esta técnica, la silicona pesada podría duplicar partes de la preparación dentaria, incluyendo los márgenes. Para los autores antes citados, la técnica de impresión diferida con 2 mm de espesor fue la más exacta, resultando en la elaboración de modelos más precisos. Esto último está en concordancia con los resultados obtenidos en nuestra investigación, donde un espesor uniforme de 2 milímetros de silicona liviana logró la mayor estabilidad dimensional respecto al modelo maestro. Si bien, la impresión diferida de 1 milímetro también demostró tener una estabilidad dimensional similar a la del modelo maestro, ésta en comparación a la demostrada por la técnica diferida de 2 milímetros, no fue tan exacta. Esto a nivel clínico puede no ser determinante en el posible fracaso de la restauración.

Para Chee y Donovan (1992), el peor método para hacer impresiones usando silicona pesada-liviana en siliconas de adición, es la técnica simultánea. Estos autores llegaron a conclusiones tan categóricas como evitar el uso de la técnica simultánea. Sin embargo, no concordamos con este enunciado, ya que no consideramos correcto desestimar una técnica cuyos resultados clínicos satisfacen las exigencias del tratamiento. Si bien, hay diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas, a nivel clínico no son significativas.

La silicona por adición, el polivinil siloxano, ha sido considerada como el más exacto y dimensionalmente estable entre los materiales de impresión (Nissan et al., 2000). Lo anterior, es primordial para lograr modelos exactos y por ende, restauraciones indirectas aceptables. Se ha descrito que una discrepancia dimensional clínicamente significativa es aquella que supera los 60 μm (equivalente al grosor de un cabello humano o la punta de una sonda para caries).

Las siliconas de adición producen modelos de yeso más grandes en diámetro y más pequeños en altura que la preparación del diente. Se observaron pequeños cambios en la distancia entre las preparaciones de los modelos de yeso comparados con el estándar (Johnson & Craig, 1986).

Según Eames et al. (1979) y Nissan et al. (2000) los cambios en la dimensión vertical fueron más notables que los de la horizontal. Este fenómeno ocurre porque la contracción del material de impresión es hacia las paredes de la cubeta, haciendo modelos de yeso más amplios en el aspecto horizontal y más cortos en el aspecto vertical. No obstante, no coincidimos con lo anteriormente planteado a la luz de nuestros resultados, ya que los valores obtenidos en el rango

de altura (G-H) para los tres tipos de técnicas de impresión usadas, resultó en una expansión. Los valores fueron los siguientes:

Rango G-H para técnica Simultánea: una expansión de 45 μm .

Rango G-H para técnica Diferida 1: una expansión de 258 μm .

Rango G-H para técnica Diferida 2: una expansión de 257 μm .

Esto puede explicarse por un fenómeno de arrastre del material de impresión, ya que es en el eje vertical de la preparación dentaria en donde se desarrollan las fuerzas principales en el proceso de impresión (axiales). Se puede observar que fue mínima en el caso de la impresión simultánea, y que fue de mayor valor para ambas impresiones diferidas, teniendo una fluctuación mínima entre ellas; esto puede explicarse a la presencia de una mayor cantidad de silicona liviana, que debido a su consistencia permitió un mayor arrastre en comparación a la técnica simultánea, donde la cantidad de silicona liviana es menor y distribuida sin uniformidad.

Otro fenómeno que también pudo haber causado el aumento de la medida del rango G-H es una deformación causada por la tracción aplicada al momento de retirar la impresión del modelo maestro. Una de las características más importantes de los materiales de impresión es su alta recuperación elástica, siendo en el caso de las siliconas de adición, una de las más altas dentro de los materiales de impresión, ya que prácticamente no existe distorsión cuando se retiran de zonas retentivas, debido a que estos materiales presentan la deformación permanente más baja tras una tensión. La recuperación elástica del material se hace presente una vez que ha polimerizado por completo, por lo que es importante seguir un estricto protocolo en lo que se refiere al manejo de los materiales de impresión. Sin embargo, para investigadores como Chia-Yi Chen, muchas veces los tiempos de polimerización establecidos por el fabricante o determinados por un reómetro, no son siempre adecuados para conseguir una elasticidad suficiente y evitar la deformación permanente al retirar la impresión, especialmente en el caso de las siliconas de adición. Sin embargo, estas propiedades elásticas tan buenas presentan un problema, y es que el material pesado empieza a adquirir propiedades elásticas cuando aún se encuentra en el tiempo de trabajo. Si el material está en un avanzado estado de elasticidad y es comprimido excesivamente durante la colocación de la impresión en boca, esta puede distorsionarse cuando el material se recupera elásticamente (Phillips, 2004; Lu et al., 2004).

El punto H es bastante crítico en relación al resto de los puntos de referencia del diente modelo, dado que solo éste se ubica bajo el ecuador dentario, al superar la máxima convexidad del diente.

En la recuperación elástica influyen, además de la composición química de los materiales, su consistencia y forma de remoción. El aumento de la consistencia suele incrementar la resistencia al desgarro del material. Esto se ve reflejado en nuestro estudio por las diferencias en las medidas del rango G-H de acuerdo a la consistencia de la silicona pesada y liviana. En el caso de la impresión simultánea, la mayoría de los detalles fueron registrados por la silicona pesada. No obstante, las técnicas diferidas al poseer un espesor uniforme de silicona liviana pudieron registrar la totalidad de los puntos del modelo maestro.

Es importante enfatizar que el retiro de la impresión debe hacerse de un sólo movimiento, firme y sin báscula. Todos los puntos del modelo maestro fueron sometidos a la misma cantidad de tensión al ser retirada la impresión.

Las distorsiones, a diferencia de los desgarros, no pueden ser detectadas visualmente. Ello puede generar restauraciones indirectas que no ajusten.

Limitaciones

Sin lugar a dudas, una de las más grandes limitaciones que surge al momento de analizar la experiencia práctica es el hecho de que haya sido “in vitro”. Esto podría restarle veracidad a los resultados, debido a que con esto se omiten condiciones importantes presentes en boca al momento de realizar una impresión; tales como la presencia de saliva, fluido crevicular e incluso sangre, si así fuese por las características propias de cada paciente. Además, señalar que dentro de la cavidad bucal se encuentran limitantes de espacio, luminosidad y de acceso que al realizarlo in Vitro se pierden; sin embargo, gracias a estas características tan peculiares de ejecución, se pudieron estandarizar aún más todas las situaciones posibles y así, manejar un número reducido de variables que, claramente, condicionan el resultado preciso y exacto que buscamos en una investigación de este tipo.

Del mismo modo, el hecho que las mediciones hayan sido realizadas por un operador humano, nos adiciona la posibilidad de un error de proceso, inherente a la condición propia del género y que en toda investigación se encuentra presente. Pero con la tecnología que actualmente se está desarrollando y continuamente progresando, podría reducirse al mínimo; e incluso, anularse. Si bien, el sistema CEREC 3® nos entrega una precisión y exactitud increíbles, podría haber un sistema de medición automatizada que hiciese mediciones sin la necesidad de que tal procedimiento lo hiciese un operador.

Conclusiones

1. Los resultados de este estudio concluyen que existen discrepancias dimensionales en los modelos resultantes de impresiones tomadas con Técnicas Simultánea y Diferida con espesores de 1 y 2 mm de silicona liviana utilizando Siliconas por Adición. Se establece una diferencia estadísticamente significativa entre ellas, siendo la técnica Diferida la que posee mayor precisión y exactitud.
2. Se ha determinado que existe diferencia estadísticamente significativa entre los porcentajes de discrepancia de los modelos resultantes de impresiones tomadas con Técnicas Simultánea y Diferida, siendo la técnica Diferida la de mayor estabilidad dimensional.
3. Se ha determinado que existe diferencia estadísticamente significativa para los porcentajes de discrepancia de los modelos resultantes de impresiones tomadas por la técnica Simultánea; sin embargo, no se determinó diferencia estadísticamente significativa para los modelos obtenidos de las técnicas “Diferida 1” y “Diferida 2”.
4. Se ha determinado que existe diferencia estadísticamente significativa solamente para los porcentajes de discrepancia del rango G-H (1.375%, 5.918% y 6.028% para Simultánea, Diferida 1 y Diferida 2, respectivamente) de los modelos resultantes de las impresiones obtenidas. No se encontró diferencia estadísticamente significativa para el resto de los porcentajes de los rangos.
5. Se ha determinado que existe diferencia estadísticamente significativa solamente para las medidas (en mm) del rango G-H de los modelos resultantes de las impresiones tomadas. No se encontró diferencia estadísticamente significativa para el resto de los rangos.

Según lo anteriormente expuesto se rechaza nuestra hipótesis de investigación. Por lo tanto:

“Existe diferencia estadísticamente significativa en la estabilidad dimensional entre los distintos grosores de silicona liviana en las técnicas de Impresión Simultánea y Diferida con siliconas por adición”.

Sugerencias

La gran mayoría de las investigaciones que se han realizado a la fecha, centran sus estudios en modelos inertes que simulan dientes. Creemos necesario, comenzar la investigación “in vivo”, para así reproducir las condiciones reales en boca y, de este modo, cuantificar las variaciones y semejanzas potenciales que podrían gestarse con los estudios “in Vitro”. Así, podrían contrastarse los resultados.

Futuras investigaciones podrían usar distintos tipos de cavidades, para así analizar otros puntos de interés dentro del área odontológica requerida, ya que el proceso de impresión no es exclusivo de la operatoria dental. Podrían analizarse áreas críticas de ajuste, ya sea de incrustaciones metálicas como de cofias para prótesis fija u otras.

Pensamos que podría ser más beneficioso, para darle una mayor confiabilidad al estudio, un aumento en la cantidad de muestras por técnica de impresión. Y así, podrían encontrarse nuevos hallazgos que pudieran aceptar o rechazar las interrogantes que planteamos en los objetivos.

Podrían realizarse investigaciones enfocadas en exclusividad al material de impresión, en este caso, silicona por adición. De este modo, no basarse en los modelos de yeso originados de la misma, y así, evitar la expansión propia del proceso de fraguado del yeso que, aunque despreciable clínicamente, podría causar algún tipo de falseamiento en el registro. El verdadero desafío estaría en encontrar algún procedimiento lo suficientemente veraz como para poder realizar las mediciones directamente desde la impresión.

Bibliografía

- Caputi S., Varvara G. (2008): Dimensional accuracy of resultant casts made by a monophasic, one step and two step and a novel two step putty/Light body impression technique: an in vitro study. *J Prosthet Dent.* 99, pp 274 – 281.
- Chee W. W., Donovan T. E. (1992): Polivinyl siloxane impresión materials: A review of properties and techniques. *J Prosthet Dent.* 68: 728-732.
- Chen S. Y., Liang W. M., Chen F. N. (2004): Factors affecting the accuracy of elastometric empression materials. *J Dent.* 32: 603-609.
- Craig R. G. (1988): Review of dental impression materials. *Adv Dent Res.* 2: 51- 64.
- Craig R. G. (1998): Materiales de Impresión. en *Materiales de Odontología Restauradora*, 281-332, Décima Edición, Harcourt Brace. Madrid, España.
- Donovan T., Winston W., Chee W. (2004): A review of contemporary impression materials and techniques. *Dent. Clin. N Am.* 48: 445-470.
- Eames W. B., Sieweke J. C., Wallace S. W., Rogers L. B. (1979): Elastomeric impresión materials: Effect of bulk on accuracy. *J Prosthet Dent.* 41: 304-307
- Fenske C. (2000): The influence of Five Impresión Techniques on the Dimensional Accuracy of Master Models. *Braz dent.* 11: 19-27.
- Hung S. H., Purk J. H., Tira D. E., Eick J. D. (1992): Accuracy of one-step versus two-step putty wash addition silicone impresión technique. *J Prosthet Dent.* 67: 583 – 589.
- Idris B., Houston F., Claffey N. (1995): Comparison of the dimensional accuracy of one- and two-step techniques with the use of putty/wash addition silicone impresión materials. *J Prosthet Dent.* 74: 535-541.
- Johnson G. H., Craig R. G. (1986): Accuracy of addition silicones as a function of technique. *J Prosthet Dent.* 55: 197-203.
- Lapria A. C., Silveira R. C., Macedo A. P., Chiarello M., Faria R. (2008): Accuracy of stone casts obtained by different impresión materials. *Braz Oral Res.* 22: 293- 298.
- Lee I. K., DeLong R., Pintado M., R. Malik R. (1995): Evaluation of Factors Affecting the Accuracy of Impresion Using Quantitative Surface Analysis. *Oper Dent.* 20: 246-252.

- Lu H., Nguyen B., Powers J. (2004): Mechanical properties of 3 hydrophilic addition silicone and polyether elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent.* 92: 151-154.
- Luthardt R. G., Kühmstedt P., Walter M. H. (2003): A new method for the computer aided evaluation of three dimensional changes in gypsum materials. *Dent Mater.* 19: 19-24.
- Macchi R., (2000 a): Impresiones y modelos. en *Materiales Dentales*, 201-203, Tercera Edición, Editorial Médica Panamericana. Argentina.
- Macchi, R., (2000 b): Elastómeros para impresión. en *Materiales Dentales*, 229- 239, Tercera Edición, Editorial Médica Panamericana. Argentina.
- Macchi, R., (2000 c): Yeso y Modelos. en *Materiales Dentales*, 219- 229, Tercera Edición, Editorial Médica Panamericana. Argentina.
- Marshak B., Assif D., Pilo R. (1990): A control Putty-wash impression technique. *J Prosthet Dent.* 64: 635 – 636.
- McCabe J. F. (1988 a): Materiales de Impresión: Clasificación y Requisitos. en *Materiales de aplicación Dental de Anderson*. 105 – 110. Sexta Edición, Salvat. Barcelona, España.
- McCabe J. F. (1988 b): Materiales de Impresión elásticos: elastómeros sintéticos. en *Materiales de aplicación Dental de Anderson*. 121 – 128. Sexta Edición, Salvat. Barcelona, España.
- Mörmann W. (2006): The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc.* 137: 7s-13s.
- Nissan J., Laufer B., Brosh T., Assif D. (2000): Accuracy of three polyvinyl siloxane putty-wash impresion techniques. *J Prosthet Dent.* 83: 161-165.
- Nissan J., Gross M., Shiffman A., Assif D. (2002): Effect of wash bulk on the accuracy of polyvinyl siloxane putty wash impression. *J Oral Rehabil* 29: 357 – 361.
- Phillips R. (2004): Materiales de impresión. en *La ciencia de los materiales dentales*, 205-253. Undécima Edición, Editorial Elsevier. Madrid, España.
- Raigrodski A., Dogan S., Mancl L., Heindl H. (2009): A clinical comparison of two vinyl polysiloxane impression materials using the one step technique. *J Prosthet Dent.* 102: 179-186.

- Rubio R., Chamy C., Nuñez R., Riveros C. (2009): Comparación de la estabilidad dimensional en dos técnicas de impresión. Trabajo de investigación, requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Valparaíso - Chile, Universidad de Valparaíso, Facultad de Odontología, Escuela de Odontología.
- Smith B. (1996): Restauraciones indirectas. en Utilización clínica de los materiales dentales, 73-78, Segunda Edición, Editorial Masson, S.A. Madrid, España.
- Strub J., Rekow E., Witkowski S. (2006): Computer-aided design and fabrication of dental restorations. J Am Dent Assoc. 137: 1289-1296.
- Thongthammachat S., Moore K., Barco T., Hovijitra S., Brown D., Andrés C. (2002): Dimensional accuracy of dental casts: influence of tray material, impression material, and time. J Prosthodont. 2: 98-108.
- Tjan A. H. L., Whang S. B., Tjan A. H., Sarkissian R. (1986): Clinically oriented evaluation of the accuracy of commonly used impression materials. J Prosthet Dent. 56: 4-8.

Anexos

Tabla XXI: Base de datos en Excel recogida del sistema CEREC 3® (valores numéricos)

	A-B	A-C	A-F	D-E	G-H
s1	19.973	8.323	1.307	1.286	5.074
s2	19.728	8.694	1.317	1.172	5.196
s3	19.807	8.403	1.108	1.189	5.063
s4	20.073	8.406	1.166	1.115	5.004
s5	20.197	8.356	1.227	1.156	4.967
s6	20.105	8.390	1.345	1.099	4.912
s7	19.817	8.363	1.272	1.152	4.845
s8	20.099	8.436	1.313	1.018	5.142
s9	20.469	8.532	1.263	1.150	4.753
s10	19.996	8.381	1.364	1.080	4.953
s11	20.290	8.445	1.201	1.140	4.880
s12	20.048	8.299	1.315	0.959	5.059
s13	19.649	8.374	1.227	1.151	4.828
s14	19.656	8.457	1.303	1.174	4.909
s15	19.909	8.310	1.363	1.164	4.847
d1-1	20.206	8.508	1.389	1.014	4.919
d1-2	20.241	8.516	1.363	1.155	5.208
d1-3	20.180	8.455	1.282	1.349	5.033
d1-4	20.214	8.303	1.180	1.090	5.341
d1-5	20.322	8.354	1.520	0.874	5.154
d1-6	19.847	8.273	1.469	1.212	5.374
d1-7	20.201	8.306	1.352	1.086	5.024
d1-8	20.323	8.284	1.305	1.187	5.347
d1-9	20.343	8.287	1.066	1.147	5.537
d1-10	19.819	8.497	1.310	1.366	5.083
d1-11	20.099	8.266	1.480	1.276	5.464
d1-12	20.207	8.506	1.406	1.241	5.193
d1-13	20.257	8.485	1.378	1.088	5.029
d1-14	20.022	8.722	1.098	0.933	5.076
d1-15	20.314	8.696	1.095	1.012	5.033
d2-1	20.202	8.514	1.457	1.205	5.173
d2-2	19.784	8.129	1.410	1.148	5.565
d2-3	20.295	8.332	1.362	1.153	5.107
d2-4	20.261	8.340	1.464	1.365	5.185

d2-5	20.227	8.378	1.278	1.340	5.115
d2-6	19.875	8.507	1.288	1.259	4.974
d2-7	20.057	8.238	1.426	1.205	5.178
d2-8	20.152	8.224	1.218	1.191	5.272
d2-9	19.844	8.428	1.291	1.120	4.927
d2-10	20.068	8.392	1.286	1.247	5.189
d2-11	20.631	8.469	1.322	0.942	5.172
d2-12	19.778	8.355	1.574	1.287	5.186
d2-13	19.933	8.445	1.293	1.201	5.275
d2-14	20.065	8.414	1.495	1.140	5.393
d2-15	19.828	8.560	1.190	0.954	5.095
Master	20.113	8.459	1.417	1.159	4.925

Tabla XXII: Base de datos en Excel recogida por el sistema CEREC 3® (valores porcentuales de discrepancia)

	A-B	A-C	A-F	D-E	G-H
s1	-0.606	-1.517	-7.672	10.867	2.935
s2	-1.824	2.688	-6.967	1.031	5.412
s3	-1.431	-0.572	-21.716	2.498	2.712
s4	-0.108	-0.536	-17.623	-3.706	1.514
s5	0.327	-1.127	-13.318	-0.168	0.762
s6	0.051	-0.725	-4.991	-5.086	-0.173
s7	-1.381	-1.044	-10.142	-0.513	-1.534
s8	0.021	-0.181	-7.249	-12.075	4.316
s9	1.679	0.772	-10.778	-0.686	-3.402
s10	-0.491	-0.832	-3.65	-6.726	0.478
s11	0.79	-0.075	-15.153	-1.549	-0.823
s12	-2.216	-0.914	-13.318	-0.6	-1.879
s13	-2.182	0.067	-7.955	1.204	-0.234
s14	-0.924	-1.671	-3.72	0.341	-1.493
s15	0.076	0.181	-17.764	-3.361	5.168
d1-1	0.372	0.489	-1.886	-12.42	-0.031
d1-2	0.546	0.583	-3.72	-0.255	5.656
d1-3	0.243	0.043	-9.437	16.303	2.102
d1-4	0.412	-1.754	-16.635	-5.863	8.356
d1-5	0.949	-1.151	7.178	-24.5	4.559
d1-6	-1.232	-2.108	3.579	4.482	9.026
d1-7	0.347	-1.718	-4.497	-6.208	1.92
d1-8	0.954	-1.978	-7.814	2.325	8.478
d1-9	1.053	-1.943	-24.68	-0.945	12.336
d1-10	-1.371	0.359	-7.461	17.77	3.118
d1-11	0.021	-2.191	4.356	10.004	10.854

d1-12	0.377	0.465	-0.686	6.985	5.351
d1-13	0.625	0.217	-2.662	-6.035	2.021
d1-14	-0.362	3.019	-22.422	-19.409	2.975
d1-15	0.909	2.711	-22.634	-12.593	2.102
d2-1	0.352	0.56	2.732	3.878	4.945
d2-2	-1.545	-3.811	-0.404	-0.859	12.904
d2-3	0.814	-1.411	-3.791	-0.427	3.605
d2-4	0.645	-1.316	3.226	17.683	5.189
d2-5	0.476	-0.867	-9.719	15.526	3.767
d2-6	-1.093	0.477	-9.013	8.538	0.904
d2-7	-0.188	-2.522	0.545	3.878	5.047
d2-8	0.103	-2.688	-13.953	2.671	6.955
d2-9	-1.247	-0.276	-8.802	-3.274	-0.05
d2-10	-0.133	-0.702	-9.154	7.502	5.27
d2-11	2.485	0.028	-6.614	-18.633	4.925
d2-12	-1.575	-1.139	10.989	10.954	5.209
d2-13	-0.804	-0.075	-8.66	3.533	7.016
d2-14	-0.148	-0.441	5.414	-1.549	9.412
d2-15	-1.326	1.103	-15.929	-17.597	3.361