

# Distribución de tensiones de dos tipos de postes expuestos a fuerzas mediante el método de elemento finito.

## *Tension distribution of two types of posts exposed to forces by finite element method.*

Stefania Alfaro Moreno<sup>1</sup>, Marisol Castilla Camacho<sup>2</sup>, Rodolfo Valdivia Maibach<sup>3</sup>

### Resumen

**Objetivo:** Fue evaluar a través del ensayo del elemento finito la máxima de tensión compresiva y tangencial en premolares inferiores con tratamiento de conductos de acuerdo al número de paredes coronarias remanentes, rehabilitadas con postes nickel-cromo y de fibra de vidrio con muñón de resina, ambos grupos con coronas metal cerámica. **Métodos:** Se realizó un estudio mediante el método del elemento finito en donde se realizaron diseños correspondientes a un premolar inferior rehabilitado con poste de fibra de vidrio y otro con poste colado ambos con la presencia de 4, 3 y 2 paredes de zuncho. Se aplicó una fuerza compresiva y una fuerza tangencial de 100 N. **Resultados:** Se encontraron diferencias en la máxima tensión con fuerzas tangenciales y compresivas tanto en los postes de fibra de vidrio y postes colados así como en sus paredes. Siendo la menor tensión en el de 4 paredes y la mayor tensión se encontró en el de 2 paredes. **Conclusión:** El mayor estrés producido con la tensión compresiva y tangencial se dio en el grupo del poste colado, tanto en el poste como en las paredes del zuncho.

**Palabras clave:** Postes, estrés, método, finito.

### ABSTRACT

**Aim:** Evaluate through the finite element the maximum compressive and tangential stress distribution in inferior pre molars with canal treatments according to the number of remaining coronary walls, rehabilitated with nickel-chromium post-core and glass fiber post + composite resin core, both groups with metal ceramic crowns. **Methods:** A study was carried out through the method of the finite element where design was made corresponding to a rehabilitated inferior pre molar with glass fiber post and another with nickel-chromium post-core both with the presence of 4, 3 and 2 remaining walls. A 100 N compressive force and tangential force were applied. **Results:** Differences were found between fiber post and nickel-chromium post-core group, the most stress was found in nickel-chromium post-core group, tangential forces showed more stress than compressive forces and we saw it in the group of two walls. **Conclusion:** The most stress produced with the compressive and tangential tension was given in the nickel-chromium post-core group, the stress was found both in the post as in the remaining walls.

**Key words:** Post and core, analysis, finite element.

La restauración de piezas endodónticamente tratadas es un proceso complejo lo que implica piezas dentales débiles debido a una pérdida significativa de estructura dental.<sup>(1)</sup> Es importante restaurar dientes que han sido destruidos por caries.<sup>(2)</sup> Matson<sup>(3)</sup> en 1996 describe el análisis del elemento finito como un modelo numérico de estructura y de elementos continuos el cual permite la simulación de situaciones clínicas. La función predominante de un poste endodóntico es retener la

corona, la cual provee una base adecuada para la restauración final.<sup>(4)</sup> En restauraciones con postes y núcleos, la distribución del estrés dentro de la estructura es multiaxial, no uniforme, y depende de la magnitud y dirección de la fuerza externa aplicada.<sup>(5)</sup> En algunos casos este estrés produce la fractura de la raíz o del poste causando el fracaso de la restauración. El material restaurador debe de tener una elasticidad similar a la de la dentina.<sup>(6)</sup>

Estos estudios por sus resultados han demostrado que

1. Maestranda en Rehabilitación Oral de la Universidad Científica del Sur.

2. Profesora de Posgrado en Rehabilitación Oral Escuela de Estomatología de la Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

3. Profesor de Posgrado en Rehabilitación Oral Escuela de Estomatología de la Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

**Correspondencia:** Dra. Stefania Alfaro Moreno **Dirección:** Av. San Martín 289 dpto 102 Pueblo libre, Lima, Perú. **Correo:** Stefania.alfaro@gmail.com.

un efecto de férula de mínimo 2 mm ejerce un resultado benéfico en el comportamiento biomecánico de los dientes tratados endodónticamente. El efecto de férula no se puede tomar como una variable individual definitiva puesto que su resistencia también depende del número de las paredes presentes, de su distribución y del espesor que las conforman.<sup>(7)</sup> En los postes de fibra de vidrio, la hipótesis es que este tipo de postes y núcleos dispersan el estrés a lo largo del poste y disminuye la posibilidad de una fractura vertical del canal así como también evitan la fractura del canal.<sup>(8)</sup>

El propósito de la investigación fue evaluar la máxima tensión compresiva y tangencial en premolares inferiores con tratamiento de conductos con la presencia de 4, 3 y 2 paredes coronarias remanentes, rehabilitadas con postes colados y de fibra de vidrio con muñón de resina ambos con coronas metal porcelana con el método del elemento finito.

## MÉTODOS

Para la confección de los modelos virtuales, las dimensiones de las partes de los modelos de los primeros premolares inferiores se diseñaron conteniendo dentina, ligamento periodontal, lamina dura, hueso esponjoso, hueso cortical, 4 mm de guta-percha, núcleos de resina, poste de fibra de vidrio de doble conicidad con diámetro en apical de 1.4 coronal x 0.65 apical (White post-FGM), agente cementante cemento resinoso dual de 50  $\mu$ m, corona metal porcelana, efecto zuncho en dos, tres y cuatro paredes de 2 mm de alto y de ancho para la pared vestibular 1.68mm, en lingual 1.72 mm, en mesial 1.28mm y en distal 1.34mm, con un hombro biselado de 135 grados y en otro modelo contendrá lo mismo variando por un poste colado de Ni-Cr, todos estos valores han sido sacados de una tomografía realizada a un primer premolar inferior con los respectivos cortes.<sup>(9-4)</sup> Figura 1-2

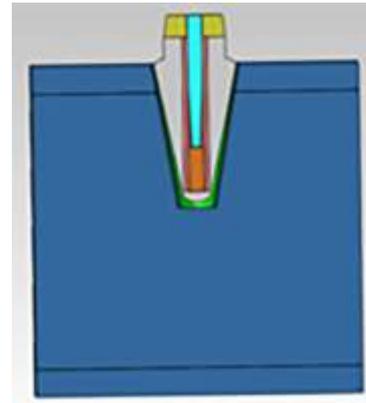


Figura 1. Diseño poste de fibra de vidrio

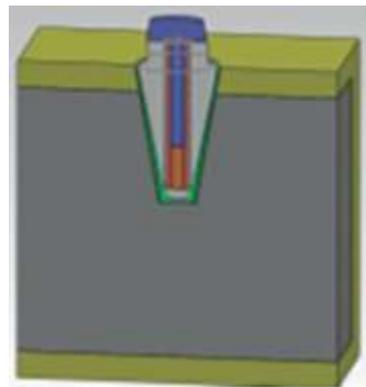


Figura 2. Diseño poste colado

RATIO	Mpa	POISON
Dentina	15000	0.31
Ligamento periodontal	69	0.45
Hueso esponjoso	345	0.31
Hueso Cortical	13700	0.30
Gutta-percha	0.69	0.45
Núcleos de resina	12000	0.33
Poste fibra de vidrio White doble conicidad	45000	0.25
Agente cementante	5500	0.27
Cofia (metal)	95000	0.33
Corona (porcelana)	69000	0,28
Poste Ni-Cr	203000	0,30

Tabla 1. Propiedades mecánicas de los materiales: Módulo de elasticidad

El modelo geométrico mediante el método de elemento finito fue generado en la pantalla de computadora. Una vez realizado el ensamble de todos los componentes de cada modelo de estudio se procedió a realizar el mallado.<sup>(10-11)</sup>

En este estudio se aplicó se aplicó una fuerza de 100 N de manera axial a la punta de la cúspide vestibular y la otra carga una fuerza de 100 N con una inclinación de 45° al eje axial del diente en la cúspide vestibular de acuerdo a los antecedentes de autor simulando la fuerza de mordida normal.<sup>3</sup> Figura 3A y B.

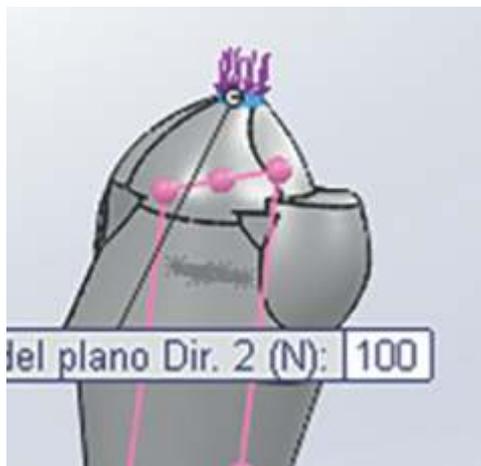


Figura 3A. Aplicación de fuerzas axiales.

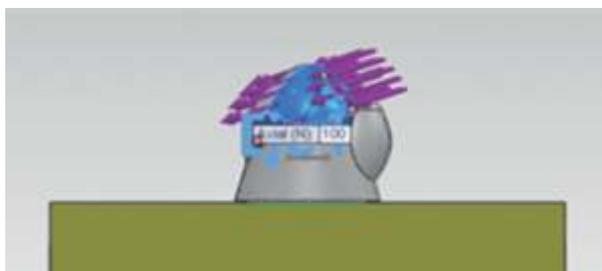


Figura 3B. Aplicación de fuerzas con angulación de 45 grados.

El análisis de tensiones se realizó mediante la comparación de tensiones normales, principales y equivalentes de von Mises (tensión efectiva).

Este análisis da los valores de tensiones en Megapascales va acompañado de una escala de colores del blanco al rojo, de tal manera que se pueda visualizar en cada uno de los tres modelos diseñados la gama de colores indicándonos en que zona del pilar donde se genera mayor tensión coloreando la zonas.

Otra característica es el ratio Poisson el cual define la relación entre la deformación del material en la dirección longitudinal de la fuerza aplicada así como también en dirección transversal.

**RESULTADOS**

Se calculó la tensión de von Mises en las paredes del premolar inferior y en los respectivos postes. Para cada

figura presentada se utilizó el programa COSMOWORKS 2011®, presenta una tabla con espectro de colores, en la cual cada color corresponde a una franja de valores de tensión en megapascales (MPa).

Mediante la aplicación de fuerzas tangenciales se observa que la máxima tensión en el poste de fibra de vidrio de 4 paredes de zuncho fue de 5.6 Mpa, se observa también que el resultado en el poste de fibra con 3 paredes fue de 30.0 Mpa y en el resultado del poste de fibra de 2 paredes fue de 43.9 Mpa y el valor mínimo de tensión encontrado fue de 0.0 Mpa en todos los casos. Figura 4A

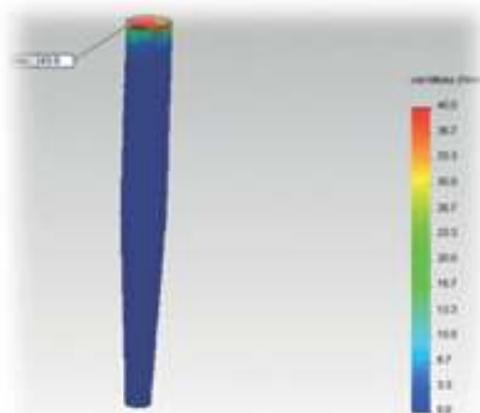


Figura 4A. Poste fibra de vidrio 2 paredes, valor máximo 43.9 Mpa, fuerzas tangenciales.

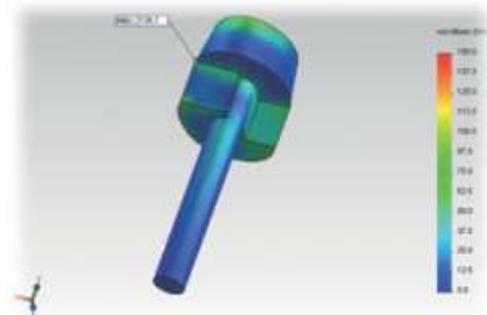
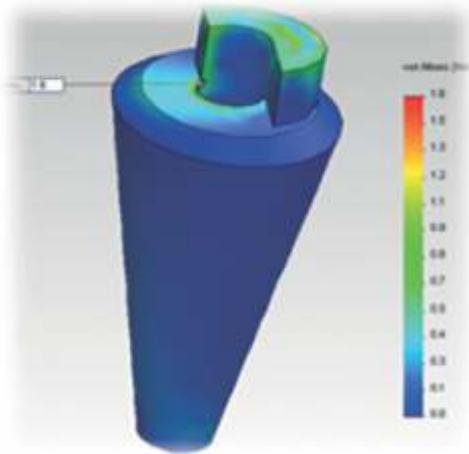


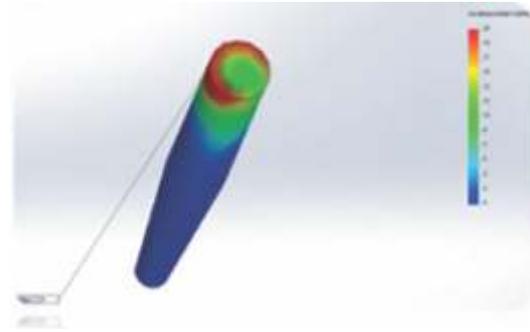
Figura 4B. Poste colado 2 paredes, valor máximo 136.1 Mpa, fuerzas tangenciales.

La máxima tensión en el poste de colado de 4 paredes de zuncho fue de 63.3 Mpa, se observa también que el resultado en el poste colado con 3 paredes fue de 66.9 Mpa y en el resultado del poste colado de 2 paredes fue de 136.1 Mpa y la mínima tensión encontrada en el poste colado de 2 y 4 paredes fue de 0.0 Mpa y en el de 3 paredes fue de 0.2 Mpa. Figura 4B

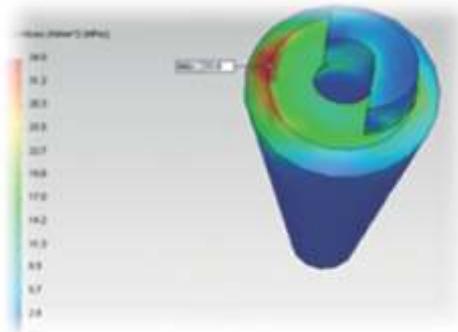
La mayor tensión encontrada en las paredes del diseño de poste de fibra de vidrio con 4 paredes de zuncho fue de 0.3 Mpa, se observa también que el valor máximo de tensión encontrado en las paredes del diseño de poste de fibra de vidrio con 3 paredes fue de 0.8 Mpa y en el diseño de poste de fibra de vidrio con 2 paredes fue de 1.6 Mpa siendo la mínima tensión encontrada en todos los casos de 0.0 Mpa. Figura 5A



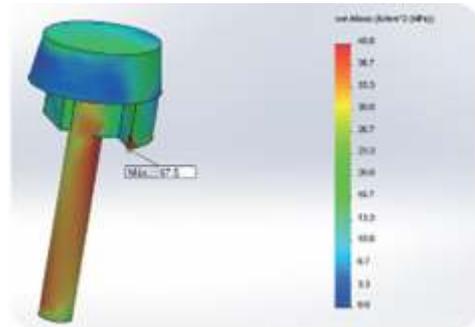
**Figura 5A.** Poste de fibra de vidrio 2 paredes de zuncho, valor máximo de tensión 1.6 Mpa, fuerzas tangenciales.



**Figura 6A.** Poste fibra de vidrio 2 paredes, valor máximo 31.0 Mpa, fuerzas compresivas.



**Figura 5B.** Poste colado 2 paredes de zuncho, valor máximo de tensión 33.6 Mpa, fuerzas tangenciales.



**Figura 6B.** Poste fibra colado 2 paredes, valor máximo 57.5 Mpa, fuerzas compresivas.

El valor máximo de tensión encontrado en las paredes del diseño de poste de colado con 4 paredes de zuncho fue de 4.1 Mpa, se observa también que la mayor tensión encontrada en las paredes del diseño de poste colado con 3 paredes fue de 30.3 Mpa y en el diseño de poste colado con 2 paredes fue de 33.6 Mpa siendo la mínima tensión encontrada en todos los casos de 0.0 Mpa. Figura 5B

Mediante la aplicación de fuerzas compresivas se observa que la máxima tensión en el poste de fibra de vidrio de 4 paredes de zuncho fue de 1.76 Mpa, se observa también que el resultado en el poste de fibra con 3 paredes fue de 13.0 Mpa y en el resultado del poste de fibra de 2 paredes fue de 31.0 Mpa y el valor mínimo de tensión encontrado fue de 0.0 Mpa en todos los casos. Figura 6A

La máxima tensión en el poste de colado de 4 paredes de zuncho fue de 9.2 Mpa, se observa también que el resultado en el poste colado con 3 paredes fue de 25.2 Mpa y en el resultado del poste colado de 2 paredes fue de 57.5 Mpa y la mínima tensión encontrada fue de 0.0 Mpa. Figura 6B

La mayor tensión encontrada en las paredes del diseño de poste de fibra de vidrio con 4 paredes de zuncho fue de 0.19 Mpa, se observa también que el valor máximo de tensión encontrado en las paredes del diseño de poste de fibra de vidrio con 3 paredes fue de 1.0 Mpa y en el diseño de

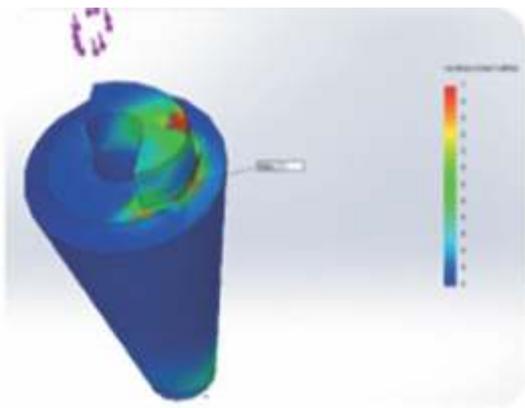
poste de fibra de vidrio con 2 paredes fue de 1 Mpa a nivel apical y en las paredes mismas de 0.0 y la mínima tensión encontrada en todos los casos de 0.0 Mpa. Figura 7A.

El valor máximo de tensión encontrado en las paredes del diseño de poste de colado con 4 paredes de zuncho fue de 0.51 Mpa, se observa también que la mayor tensión encontrada en las paredes del diseño de poste colado con 3 paredes fue de 3.6 Mpa y en el diseño de poste colado con 2 paredes fue de 6.7 Mpa siendo la mínima tensión encontrada en todos los casos de 0.0 Mpa. Figura 7B.

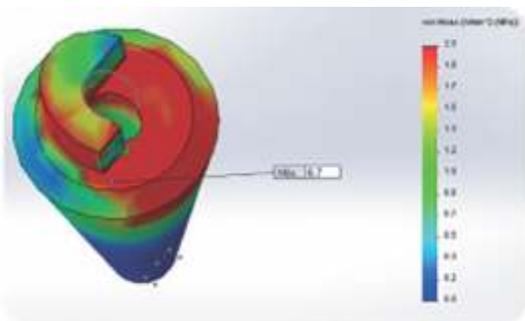
## DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias en la máxima tensión con fuerzas tangenciales y compresivas tanto en los mismos postes de fibra de vidrio así como en sus paredes, siendo la menor tensión en la de 4 paredes por la mayor cantidad de paredes remanentes existentes y por la mejor distribución de fuerzas, la mayor tensión se encontró en el de 2 paredes siendo la razón la menor cantidad de paredes remanentes existentes y una no buena distribución de fuerzas.

En los resultados sobre la máxima tensión con la aplicación de fuerzas tangenciales y compresivas tanto en los postes colados así como en sus paredes, se encontró que la menor tensión encontrada fue en donde había 4 paredes



**Figura 7A.** Poste fibra colado 2 paredes de zuncho, valor máximo 1.0 Mpa, fuerzas compresivas



**Figura 7B.** Poste fibra colado 2 paredes de zuncho, valor máximo 6.7 Mpa, fuerzas compresivas.

de zuncho siendo esto por la mayor cantidad de paredes remanentes y la mayor tensión encontrada fue en el de 2 paredes por la menor cantidad de paredes remanentes, por lo que el efecto zuncho efecto es clave para la reducción de la tensión o estrés en la región cervical como lo que nos menciona Coelho y cols. en su estudio.<sup>(4)</sup> De acuerdo a lo revisado a la literatura, concuerdan varios estudios así como el de Juloski y cols.<sup>(12)</sup> donde dice que el efecto zuncho tiene un efecto positivo a la resistencia a la fractura y más éxito se tiene si la dentina sana se extiende 1.5 a 2mm para el margen de la corona y si este rodea al diente, si la lesión no permite la total circunferencia del zuncho debido a lesión cariosa, restauraciones o fracturas, se considera mejor que si no hubiera nada de efecto zuncho.

El resultado más relevante en los mismos postes de fibra de vidrio con 4, 3 y 2 paredes, así como en las paredes mismas ante la aplicación de fuerzas tangenciales y compresivas en comparación con los postes colados tuvo diferencia dado que la tensión encontrada en los postes de fibra de vidrio fue mucho menor que en los postes colados por el menor módulo de elasticidad que estos presentan, por el agente cementante que distribuye mejor las fuerzas en los postes de fibra, y no en el poste colado por la rigidez del material, así como la dirección de las fuerzas aplicadas, como lo demuestra Ko et al.<sup>(13)</sup> en 1992 en donde encontró que los postes reducen el esfuerzo en dentina solo en un 3% y 8% cuando están sujetos a cargas traumáticas y reducen el

esfuerzo en dentina en un 20% cuando se cargan verticalmente.

Este estudio concuerda con el de Mikako y cols. en 2008 y Lippo y cols. en 2004, donde se reporta que los postes con módulo de elasticidad similar al de la dentina, tienen mejor comportamiento ante los esfuerzos y tienen la ventaja de ser recuperables cuando se fracturan, ya que los patrones de fractura del diente son menos catastróficos que con los postes de mayor rigidez.<sup>(14-45)</sup> y Nakamura y cols. en el 2006 donde nos dicen también que un Poste de fibra produce menos tensión en la dentina radicular a diferencia de los postes de metal.<sup>(16)</sup> No solo el módulo de elasticidad de los postes de fibra, ni el número de paredes coronarias presentes en los premolares influye en la menor tensión encontrada en este estudio sino también como lo menciona en su estudio Lopera et al.<sup>(17)</sup> donde observaron que el material más rígido de cada modelo absorbe mayor fuerza, por lo tanto en el modelo del poste colado, la cofia cerámica absorbe mayor fuerza, seguida del poste y luego de la raíz. En el poste de fibra de vidrio la cofia cerámica absorbe la mayor fuerza, seguido de la raíz y por último el espigo del poste de fibra de vidrio, quien recibe un esfuerzo menor.

En cuanto a las cargas aplicadas se encontró también que ante las cargas masticatorias fisiológicas, los postes con módulos de elasticidad similares al de la dentina, tienen más bajas concentraciones de esfuerzos en los mismos postes así como lo podemos observar en este estudio.

En nuestro estudio el material utilizado para la rehabilitación de los postes fue una corona metal porcelana la cual según estudios encontrados también tiene influencia sobre la máxima o mínima tensión producida tanto sobre la pieza dentaria así como en el respectivo poste, así como se ve en el estudio de Sorrentino y cols.<sup>(18)</sup> en donde hicieron un estudio con elementos finitos que evaluó la distribución de los esfuerzos en todo el sistema conformado por el poste, el muñón y la corona y el estudio señala la importancia de un material con un módulo más alto para el material de la corona, lo que permite que cubra todo el sistema y se eviten mayores esfuerzos en todo el diente. Por lo tanto no solo depende del tipo de poste sino también del material que se utilizara para la corona ya sea el caso metal cerámica o totalmente cerámica.

En este estudio la máxima tensión compresiva fue ubicada en la mayoría de los resultados hacia vestibular tanto en los postes colados como en los postes de fibra de vidrio por ser la aplicación de la fuerza hacia la cúspide vestibular cúspide de trabajo. Sabemos que de acuerdo a estudios realizados como los de LI Li-li y cols.<sup>(19)</sup> mencionan que los cementos con módulos de elasticidad similares a la dentina influyen en el comportamiento biomecánico más favorable reduciendo la posibilidad de fractura en la raíz, motivo por el cual en este estudio también se consideró el cemento el cual también tiene influencia en la máxima tensión encontrada, no siendo este el principal tema de estudio pero el cual si cabe mencionar.

En este estudio en los resultados dados con la aplicación de fuerzas tangenciales se encontró que la máxima tensión se vio reflejada en el área oclusal de los postes de fibra y en la parte más superior oclusal de las paredes coronarias (4 y 3

paredes), y donde había 2 paredes coronarias presentes la tensión se vio reflejada en las paredes en la parte interna a nivel de la entrada del conducto.

En cuanto a los resultados del poste colado con la aplicación de fuerzas tangenciales se ve que la máxima tensión se dio a nivel de la unión del zuncho con el poste así como también a nivel interno del poste (4,3, 2 paredes) y en lo que respecta a la pieza dentaria se da a nivel cervical cerca de la línea de terminación tanto en el de 4, 3 y 2 paredes respectivamente. Por lo tanto hay una mejor distribución del estrés con una menor posibilidad de fractura del todo el diente con el poste de fibra con mayor número de paredes coronarias así como se puede ver en los resultados hallados de Bessone<sup>(20)</sup>, el cual vio que el comportamiento de los dientes restaurados con postes de fibra de vidrio fue similar al de los dientes naturales, mostrando una homogénea y más uniforme distribución del stress así como lo hemos podido ver en este estudio también.

Garoushi y cols. en el 2007 nos dice que las fracturas radiculares son originarias de las regiones con concentraciones de esfuerzos excesivos y se propagan a las áreas mecánicamente débiles en la restauración.<sup>(21)</sup> En cuanto a los resultados con la aplicación de fuerzas compresivas se encontró que la máxima tensión se vio reflejada en la dirección más superior hacia el área oclusal de los postes de fibra con 4, 3 y 2 paredes. Mientras que la máxima tensión dada en las paredes se vio reflejada hacia la parte externa de estas tanto en el de 4 y 3 paredes, presentándose también en la parte interna a la altura de la entrada del conducto en el diseño de 3 paredes. En el resultado con 2 paredes la tensión se vio reflejada a nivel cervical. En los resultados con la aplicación de fuerzas compresivas con el poste colado, la máxima tensión se dio a nivel coronal en el diseño de 4 paredes, en el de 3 paredes la máxima tensión se dio a lo largo del poste a nivel del tercio medio y en el de 2 paredes la máxima tensión se dio en la unión del zuncho y el poste. En cuanto al resultado en las paredes, la máxima tensión se presentó en la parte externa el diseño con 4 paredes, mientras que en el diseño con 3 y 2 paredes la máxima tensión se vio reflejada hacia cervical y en la línea de terminación así como en la raíz en su tercio medio. La presencia y el grado de conservación de las paredes de zuncho así como la dirección de las fuerzas aplicadas también influyen en la resistencia a la fractura tal como lo vemos en este estudio y también como lo demuestra Mahdavi y cols.<sup>(22)</sup> en el 2010 que investigaron el efecto en la resistencia a la fractura en diferentes diseños de zuncho en incisivos superiores rehabilitados con postes de fibra con fuerzas tangenciales, en donde el resultado fue que el diseño con la sola presencia de la pared vestibular aumenta la resistencia a la fractura, mientras que Dikbas y cols.<sup>(23)</sup> 2007 nos refieren en su estudio que el diseño del efecto zuncho no tiene influencia en la resistencia a la fractura de los dientes con postes de fibra de cuarzo.

Son muchos los estudios realizados mediante el método del elemento finito, como bien se sabe este es un programa que representa mediante diseños y aplicaciones de fuerzas lo que podría darse en boca el cual nos da un acercamiento de los resultados obtenidos, pudiendo nosotros obtener

resultados más exactos de haberse realizado el estudio de manera *in vitro*.

Debemos de reconocer las limitaciones de esta investigación siendo una de estas que el estudio fue hecho mediante un programa pudiendo tener ciertas variaciones en los resultados, teniendo resultados más cercanos a la realidad de haber sido hecho mediante un estudio *in vitro*.

Podemos mencionar también que el estudio fue realizando representando una fuerza de masticación adecuada, por lo que hubiera sido bueno comparar con una fuerza de masticación mayor, simulando un paciente bruxomano.

## CONCLUSIONES

En la evaluación dada entre el grupo de poste de fibra de vidrio y del poste colado ambos con 2, 3 y 4 paredes con la presencia de zuncho se encontró que la mayor tensión compresiva y tangencial se dio en el grupo de premolares inferiores restaurados con poste colado.

En la evaluación de la tensión compresiva encontrada en poste de fibra de vidrio del premolar inferior, en presencia de dos, tres y cuatro paredes se vio que la tensión fue mayor en el de 2 paredes, siendo seguido este por el de 3 paredes y menos en la de 4 paredes.

En la evaluación de la tensión encontrada con fuerzas tangenciales en el poste de fibra de vidrio del premolar inferior, en presencia de dos, tres y cuatro paredes se vio que la tensión fue mayor en el de 2 paredes, siendo seguido este por el de 3 paredes y menos en la de 4 paredes.

En la evaluación de la tensión compresiva encontrada en poste colado del premolar inferior, en presencia de dos, tres y cuatro paredes se vio que la tensión fue mayor en el de 2 paredes, siendo seguido este por el de 3 paredes y menos en la de 4 paredes.

En la evaluación de la tensión encontrada con fuerzas tangenciales en el poste colado del premolar inferior, en presencia de dos, tres y cuatro paredes se vio que la tensión fue mayor en el de 2 paredes, siendo seguido este por el de 3 paredes y menos en la de 4 paredes.

En la evaluación de la tensión compresiva encontrada en las paredes del zuncho del premolar inferior correspondiente al diseño del poste de fibra de vidrio, en presencia de dos, tres y cuatro paredes se vio que la tensión fue mayor en el de 2 paredes, siendo seguido este por el de 3 paredes y menos en la de 4 paredes.

En la evaluación de la tensión encontrada con las aplicación de fuerzas tangenciales en las paredes del zuncho del premolar inferior correspondiente al poste de fibra de vidrio, en presencia de dos, tres y cuatro paredes se vio que la tensión fue mayor en el de 2 paredes, siendo seguido este por el de 3 paredes y menos en la de 4 paredes.

En la evaluación de la tensión compresiva encontrada en las paredes del zuncho del premolar inferior correspondiente al diseño del poste colado, con la presencia de dos, tres y cuatro paredes se vio que la tensión fue mayor en el de 2 paredes, siendo seguido este por el de 3 paredes y menos en la de 4 paredes.

En la evaluación de la tensión encontrada en las paredes

del zuncho con la aplicación de fuerzas tangenciales en las paredes del premolar inferior correspondiente al diseño del poste colado, con la presencia de dos, tres y cuatro paredes se vio que la tensión fue mayor en el de 2 paredes, siendo seguido este por el de 3 paredes y menos en la de 4 paredes.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Coelho C, Biffi J, Silva G, Abrahao A, Campos R, Soares C. Análisis de elemento finito de canales débiles restaurados con postes y resinas. *Dent Mater J.* 2009; 28(6):671-8.
2. Gurbuz T, Sengul F, Altun C. Elemento finito análisis del estrés de un poste corto y núcleo sobre restauraciones preparadas con diferentes materiales restauradores. *Dent Mater J.* 2008; 27(4): 499 - 507.
3. Lewgoy H, Youssef M, Matson M, Saldivar J, Netto C, Amore R. Estudio de elemento finito de sistemas de poste flexi y flexiflange en un incisivo central superior. *PesquiOdontol Bras.* 2003; 17(2):132-6.
4. Garhnayak L, Parkash H, Sehgal D, Jain V, Garhnayak M. Estudio comparativo de la distribución del estrés en diferentes postes retenido con o sin el efecto ferrule en elemento finito. *ISRN Dent.* 2011; 2011:102329.
5. Ferrari M, Sorrentino R, Zarone F, Apicella D, Aversa R, Apicella A. Análisis del elemento finito no lineal viscoelástico de el efecto de la longitud de los postes de fibra de vidrio en el comportamiento biomecánico de incisivos restaurados directamente y rodeado de hueso alveolar. *Dent Mater J.* 2008; 27(4): 485 - 98.
6. Uddanwadiker R, Padole P, Arya H. Efecto de la variación de los postes en diferentes capas del diente, análisis del elemento finito lineal y no lineal. *J BIOSCI BIOENG.* 2007; 104(5): 363-70.
7. Murgueitio R. Clasificación de los defectos de extensión en dientes posteriores tratados con endodoncia. *Rev. Estomat.* 2008; 16(2):31-37.
8. Shalini A, Vaibhav G. Análisis de elementos finitos de la concentración de esfuerzos en tres marcas más populares de los sistemas de postes de fibra utilizado para incisivos centrales maxilares. *J Conserv Dent.* 2011; 14(3): 293-6.
9. Okada D, Miura H, Suzuki Ch, Komada W, Shin CH, Yamamoto M, Masuoka D. Distribución del estrés en canales restaurados con diferentes tipos de sistemas de postes. *Dent Mater J.* 2008; 27(4): 605 - 11.
10. Al Jabbari Y, Fournelle R, Ziebert G, Toth J, Iacopino A. Mechanical Behavior and Failure Analysis of Prosthetic Retaining Screws after Long-term Use in vivo. Part 4: Failure Analysis of 10 Fractured Retaining Screws Retrieved from Three Patients. *J Prosthodont.* 2008 Apr ; 17(3): 201-10.
11. Akca K, Cehreli M. A Comparison of Three Dimensional Finite Element Stress Analysis with In Vitro Strain Gauge Measurements on Dental Implants. *J Periodontics Restorative Dent.* 2008; 28(4):391-99.
12. Juloski J, Radovic I, Goracci C, Vulicevic Z, Ferrari M. Efecto Ferrule : Una revisión de literatura. *J Endod.* 2012; 38:11-19
13. Ko C, Chu C, Chung K, and Lee MC: Efecto de los postes en la distribución del estrés en la dentina de dientes sin pulpa. *J. Prosth. Dent.* 1992; 68: 421-427.
14. Mikako H, Atsushi S, Yutaka T, Satoshi I. Static and fatigue fracture resistances of pulpless teeth restored with post-cores. *Dent Mater J.* 2008; 24(9): 1178-1186.
15. Lippo V, Lassila J, Tanner J. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater J.* 2004; 20(1): 29-36.
16. Nakamura T, Ohynawa T, Waki T, Kinuta S, Wakabashi K, Mutobe Y, Takano N, Yatani H. Análisis del estrés de un diente anterior tratado endodónticamente restaurado con diferentes tipos de materiales de postes. *Dent Mater J.* 2006; 25(1) : 145—50.
17. Lopera P, Latorre F, Villaraga JA. Evaluación no lineal de dos postes diferentes. *Rev Fac Odontol Univ Antioq [online].* 2012; 23(2): 240-255.
18. Sorrentino R, Aversa R, Ferro V, Auriemma T, Zarone F, Ferrari M. Three-dimensional finite element analysis of strain and stress distributions in endodontically treated maxillary central incisors restored with different post, core, and crown materials. *Dent Mater J.* 2006; 23(8): 983-993.
19. Li Li-li, Wang Z, Bai Z, Mao Y, Gao B, Xin H, Zhou B, Zhang Y. Three-dimensional finite element analysis of weakened roots restored with different cements in combination with titanium alloy posts. *Chin Med J.* 2006; 119(4):305-311.
20. Bessone L, Fernandez E. Evaluación de Diferentes Sistemas de Postes: Método de Elementos Finitos. *Int. J. Odontostomat.* 2010; 4(3):229-236.
21. Garoushi S, Vallittu P, Lassila L. Direct restoration of severely damaged incisors using short fiber-reinforced composite resin. *Dent Mater J.* 2007; 35(9):731-6.
22. Mahdavi Z., Jalalian E, Eyvaz A, Zamani L, Javanshir B. Evaluation of the Effect of Different Ferrule Designs on Fracture Resistance of Maxillary Incisors Restored with Bonded Posts and Cores *Journal of Dentistry. Tehran University of Medical Sciences.* 2010; 7(3).
23. Dikbas I, Tanalp J, Ozel E, Koksall T, Ersoy M. Evaluation of the effect of different ferrule designs on the fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors incorporating fiber posts, composite cores and crown restorations. *J Contemp Dent Pract.* 2007; 8(7):62-9.