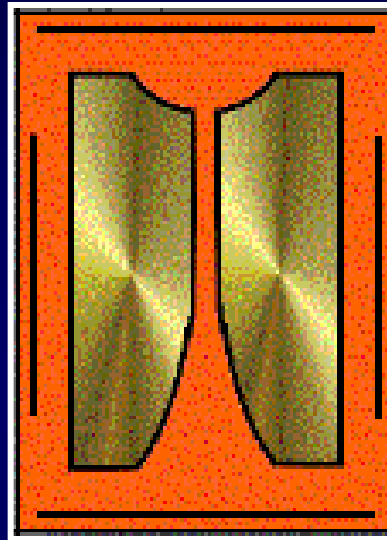


COLEGIO ODONTOLOGICO COLOMBIANO



**AREA DE EDUCACION AVANZADA POSTGRADO EN
PROSTODONCIA**



Flórez, B. Lloreda, ML. Serna,L

ANÁLISIS CON ELEMENTOS FINITOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE FUERZAS EN DIENTES TRATADOS ENDODÓNTICAMENTE CON DIFERENTES POSTES Y DISEÑOS DE PREPARACIÓN DENTAL.



AREA: Postgrado Prostodoncia

LINEA DE INVESTIGACIÓN: Restauración
de dientes tratados endodónticamente



INVESTIGADORES

BEATRIZ A. FLÓREZ F.
MARÍA LUISA LLOREDA S.
LINA MARÍA SERNA C.

Asesor Científico: Dr. Guillermo Bernal. DDs.

Asesor Metodológico: Dra. Sonia Bravo. MSc.
Dra. Claudia Hurtado.



ASPECTOS TEÓRICO CIENTÍFICOS



PROBLEMA

- ¿Cuál es la distribución de fuerzas en dientes tratados endodónticamente, restaurados con postes en fibra de vidrio y titanio, dependiendo de la localización del efecto ferrule o remanente dental axial en la preparación?



JUSTIFICACIÓN

- Actualmente es escasa la literatura que sustente el uso de retenedores prefabricados en fibra de vidrio y titanio en dientes tratados endodónticamente, dependiendo del remanente dentario.



JUSTIFICACIÓN

- Adicionalmente no existe evidencia que compare la distribución de las fuerzas en la estructura dental cuando no esta presente el efecto ferrule de forma parcial en la circunferencia del diente.



PROPÓSITO

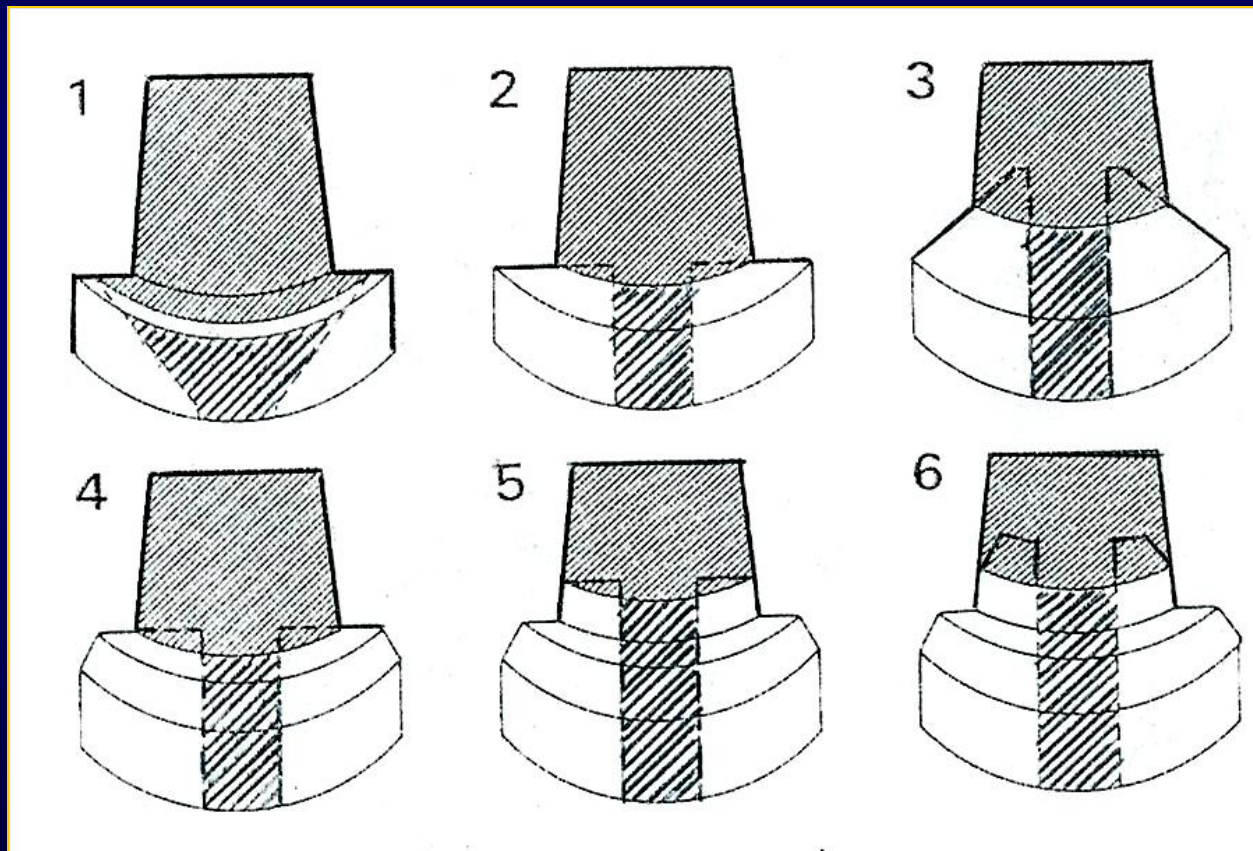
- Evaluar la distribución de fuerzas de los dientes tratados endodónticamente (Incisivo central superior), restaurados con postes en fibra de vidrio y titanio, teniendo en cuenta el diseño de la preparación, cuando se simula fuerza palatina.



MARCO TEÓRICO



- **Sorensen JA. Engelman MJ.** Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth.
J.Prosthet.Dent. 1990;63:529-36.



- **Pierrisnard, L. Bohin,F.** Corono-radicular reconstruction of pulpless teeth: A mechanical study using finite element analysis. JPD. Oct 2000. 88: 4.
- **Asmussen, E.** Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. JPD. Oct 2005. 94:4.



OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la distribución de fuerzas tangenciales sobre los dientes anteriores tratados endodónticamente, dependiendo de la localización del remanente dentario en las paredes axiales y del tipo de poste.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el micro desplazamiento de la estructura dental, por medio de un análisis de elementos finitos.
2. Evaluar por medio de un análisis de elementos finitos la distribución de fuerzas de los dientes tratados endodónticamente restaurados con postes en fibra de vidrio y titanio.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3. Comparar la distribución de fuerzas de los dientes tratados endodónticamente según el diseño de la preparación dental a nivel axial.



HIPÓTESIS NULA

- Los dientes tratados endodónticamente preparados con efecto ferrule en 180° por palatino, no distribuyen las fuerzas de una mejor forma en el diente con respecto a otro tipo de preparaciones.



HIPÓTESIS ALTERNA

- Los dientes tratados endodónticamente preparados con efecto ferrule en 180° por palatino, distribuyen las fuerzas, de una mejor forma en el diente con respecto a otro tipo de preparaciones.



ASPECTOS METODOLÓGICOS



TIPO DE ESTUDIO

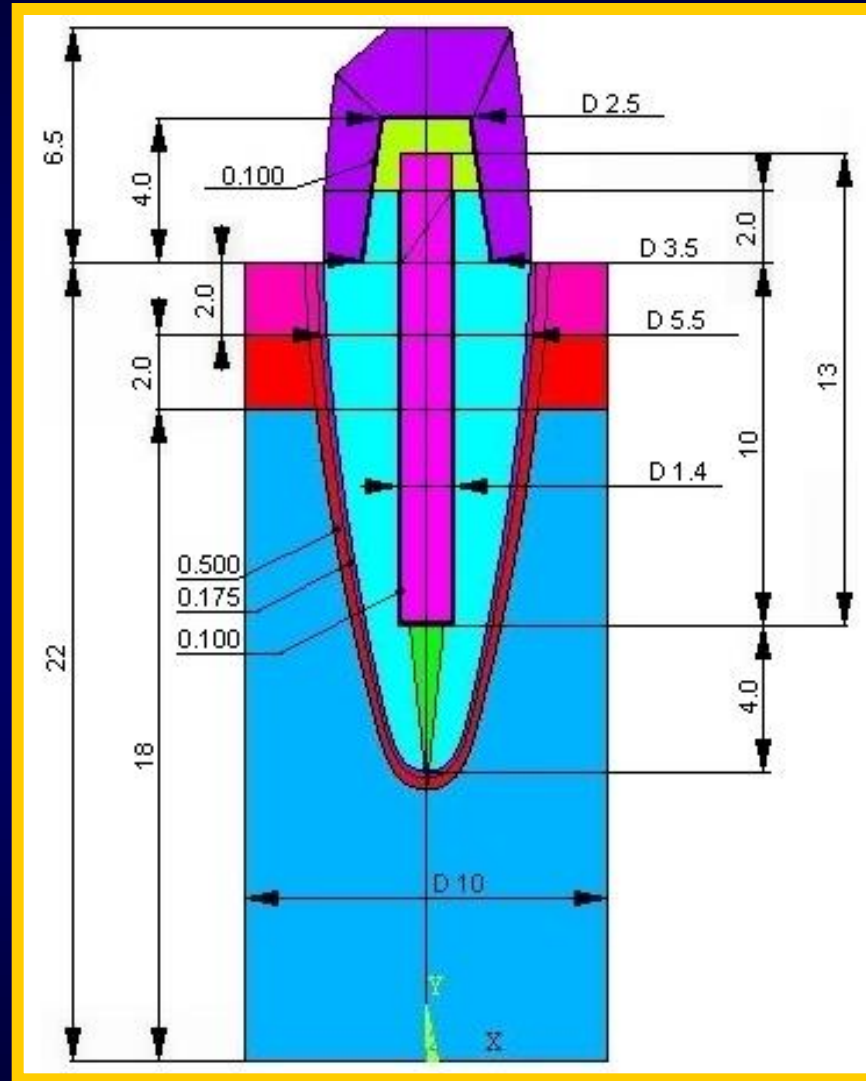
- Experimental.

POBLACIÓN OBJETO

- Modelo de dientes incisivos centrales superiores, con necesidad de tratamiento protésico.



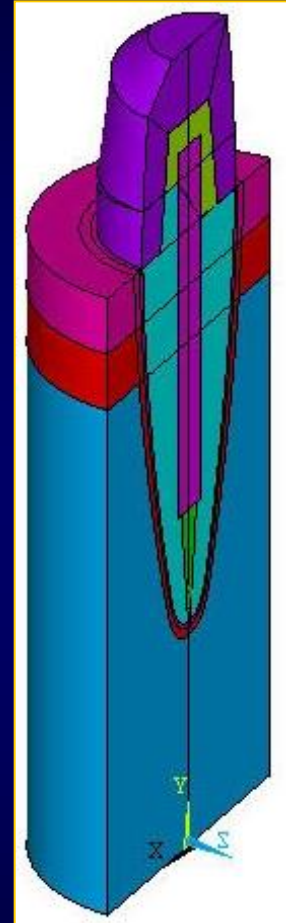
Crterios de Inclusión



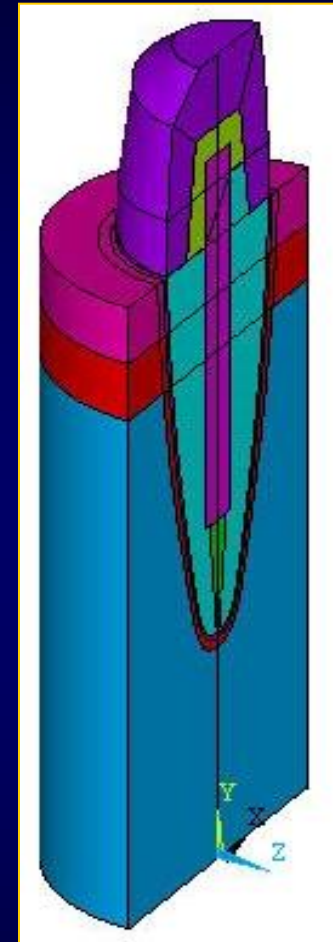
GRUPOS EXPERIMENTALES



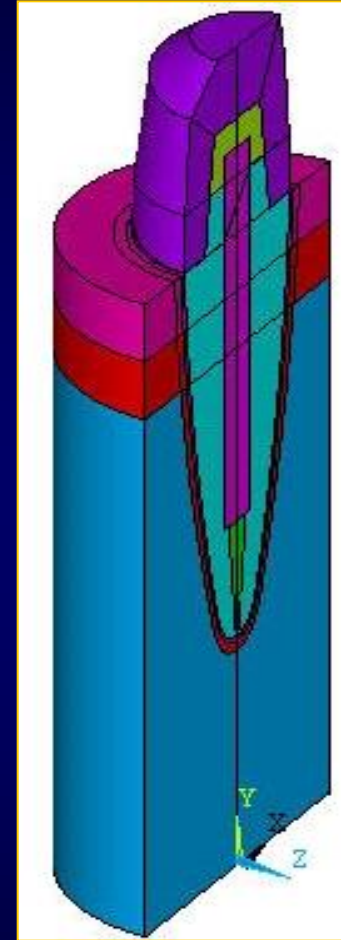
- **Grupo 1:**
Modelo paramétrico en (3-D)
Con retenedor intrarradicular
en fibra de vidrio cementado
con cemento de resina con
efecto ferrule 180 grados por
palatino.
- **Grupo 2:**
Modelo paramétrico en (3-D)
Con retenedor intrarradicular
en titanio cementado con
fosfato de zinc, con efecto
ferrule 180 grados por
palatino.



- **Grupo 3:**
Modelo paramétrico en (3-D)
Con retenedor intrarradicular
en fibra de vidrio cementado
con cemento de resina, con
efecto ferrule 180 grados por
vestibular.
- **Grupo 4:**
Modelo paramétrico en (3-D)
Con retenedor intrarradicular
en titanio cementado con
fosfato de zinc, con efecto
ferrule 180 grados por
vestibular.



- **Grupo 5:**
Modelo paramétrico en (3-D)
Con retenedor intrarradicular
en fibra de vidrio cementado
con cemento de resina, con
efecto ferrule 360 grados
- **Grupo 6:**
Modelo paramétrico en (3-D)
Con retenedor intrarradicular
en titanio cementado con
fosfato de zinc, con efecto
ferrule 360 grados .



VARIABLES DE ESTUDIO



VARIABLES DEPENDIENTES	DEFINICION	OPERACIONALIZACION	ESCALA DE MEDICION	CATEGORIZACION	INSTRUMENTO
DISTRIBUCIÓN DE FUERZA	Fuerza interna dividida entre la superficie sobre la cual actúa en el cuerpo y se dará la tensión resultante, al ejercerse una carga a un cuerpo que tiende a elongarlo.	Dentina coronal.- Dentina Radicular.	Nominal	Cualitativa	Software, Observación directa.
DESPLAZAMIENTO DEL DIENTE	Vector que une la posición de un punto antes y después de la deformación. Ese vector no indica el camino seguido por el punto sino que se limita a relacionar posición inicial y final	Milímetros	Ordinal	Cualitativa	Software



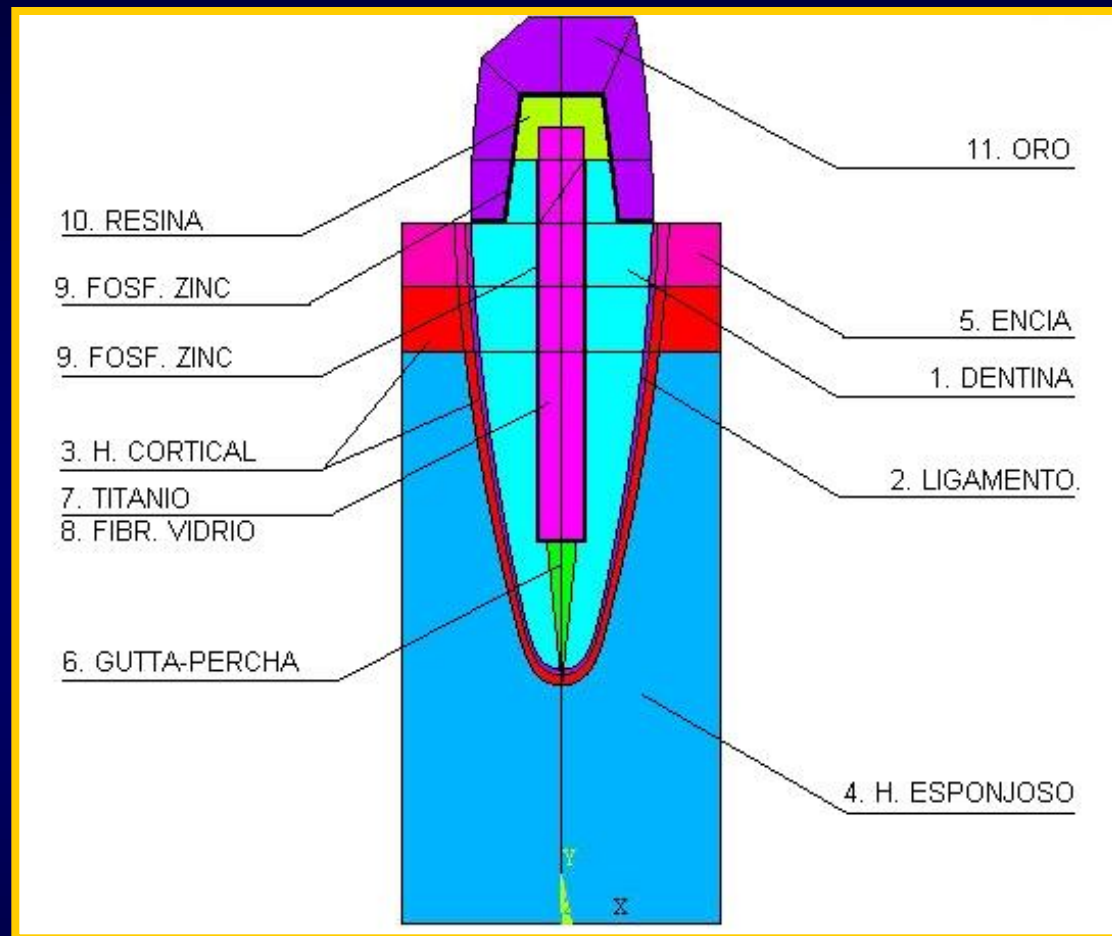
VARIABLES INDEPENDIENTES	DEFINICION	OPERACIONALIZACION	ESCALA DE MEDICION	CATEGORIZACION	INSTRUMENTO
TIPO DE RETENEDOR	Restauración intrarradicular cuya finalidad es la de proporcionar una base sólida sobre la cual puede fabricarse la restauración final del diente.	-Retenedor intrarradicular en fibra de vidrio -Retenedor intrarradicular en Titanio.	Cualitativa	Nominal	Observación Directa
EFFECTO FERRULE	Anillo de 360 grados alrededor de la restauración definitiva 2mm apical de la unión del muñón y remanente dentario.	-Presente por Vestibular(1). -Presente por Palatino (2). -Presente 360 grados (3).	Cualitativa	Nominal	Observación Directa



PROCEDIMIENTO



Flórez, B. Lloreda, ML. Serna,L



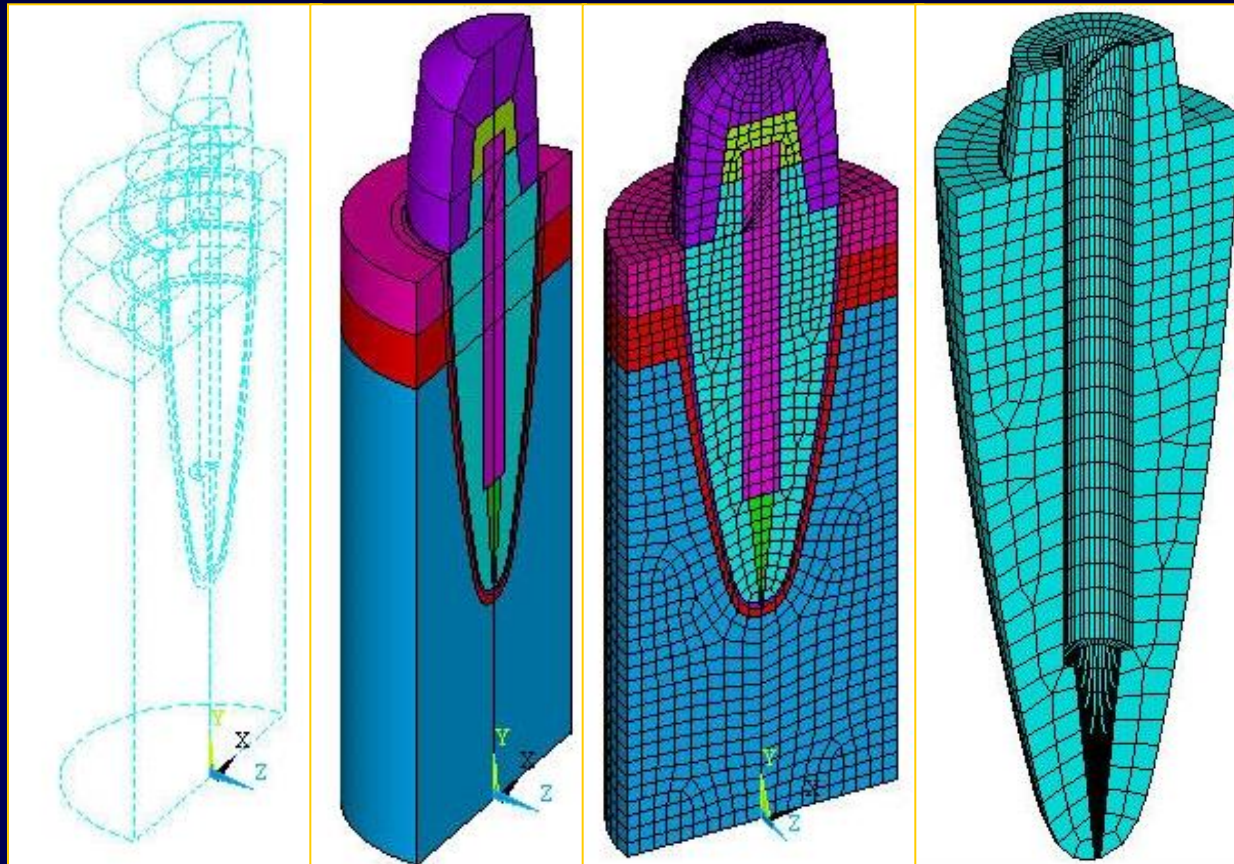
Materiales empleados en la simulación



	MATERIAL	MÓDULO DE ELASTICIDAD (Gpa)	RELACIÓN DE POISSON
1	DENTINA	18.6	0.31
2	LIGAMENTO	0.0689	0.45
3	HUESO CORTICAL	13.7	0.30
4	HUESO ESPONJOSO	1.37	0.30
5	ENCIA	0.003	0.45
6	GUTAPERCHA	0.00069	0.45
7	TITANIO	112	0.33
8	FIBRA DE VIDRIO	40(11)''	0.26(0.32,007)''
9	FOSFATO DE ZINC	22.4	0.25
10	RESINA	12	0.30
11	ORO	96.6	0.35

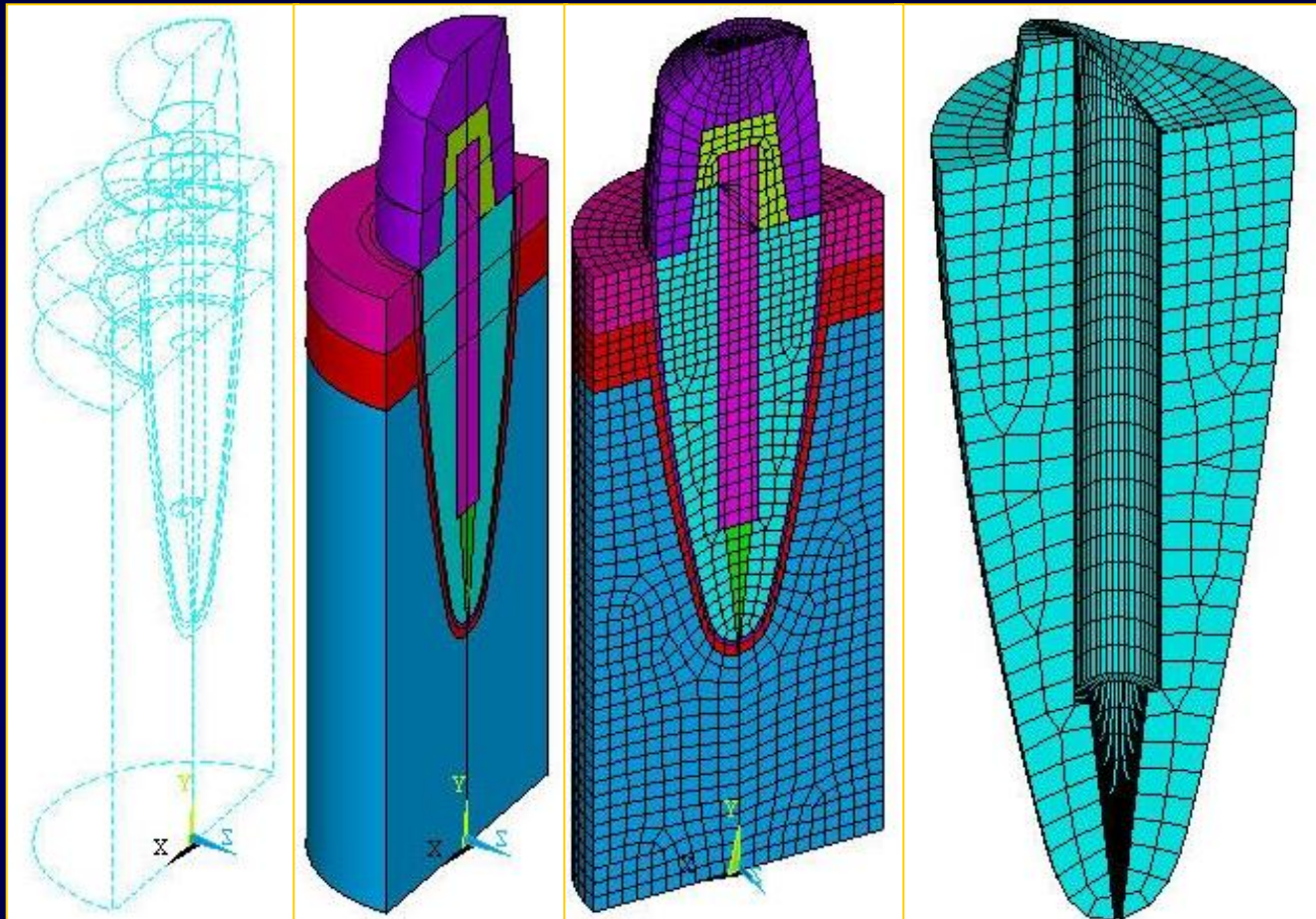
Propiedades mecánicas de materiales empleados en el análisis.





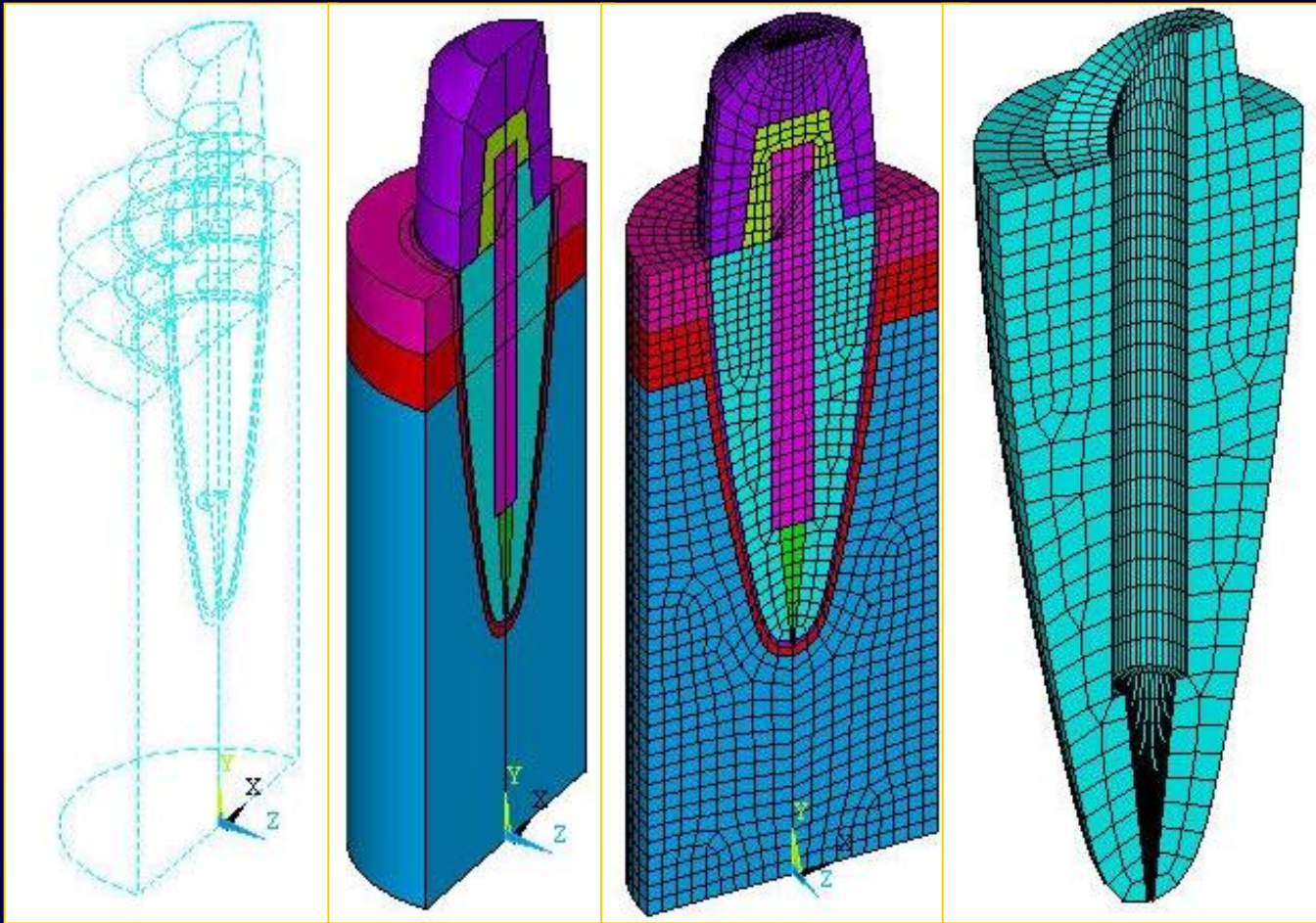
Modelo de diente restaurado con refuerzo tipo Ferrule en 360°.





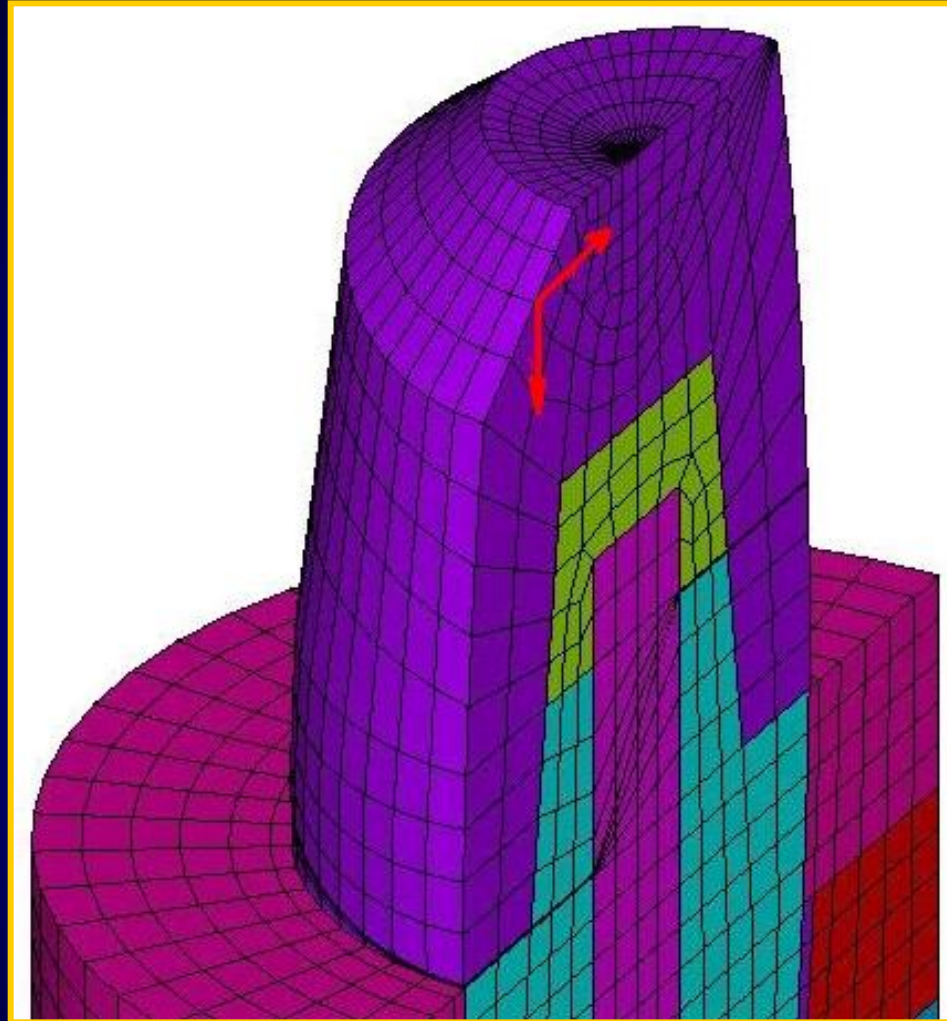
Modelo de diente restaurado con refuerzo tipo Ferrule en Palatino





Modelo de diente restaurado con refuerzo tipo Ferrule en Vestibular.





Carga aplicada durante el ensayo numérico.

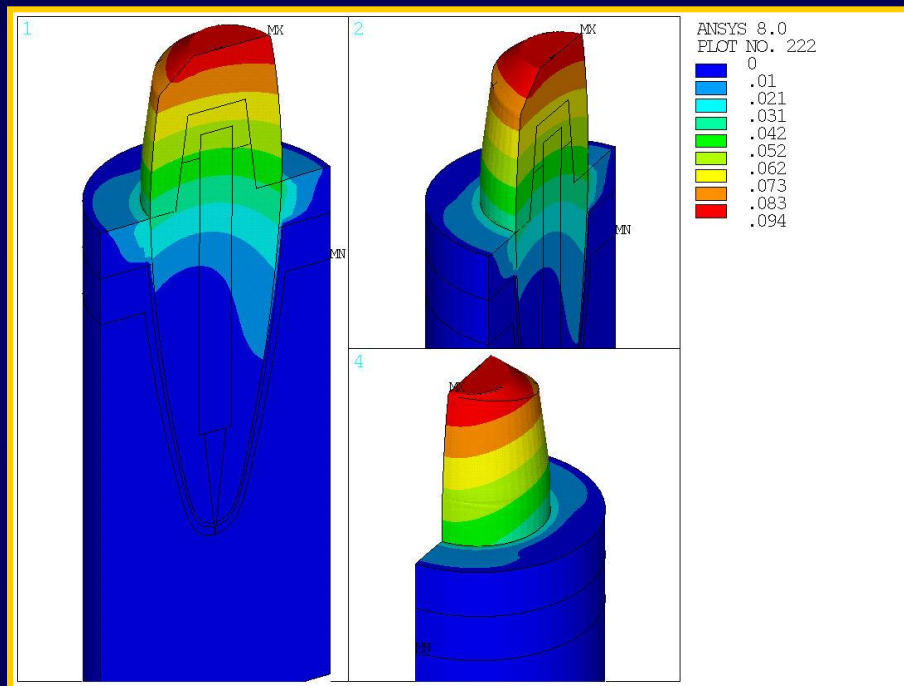


RESULTADOS



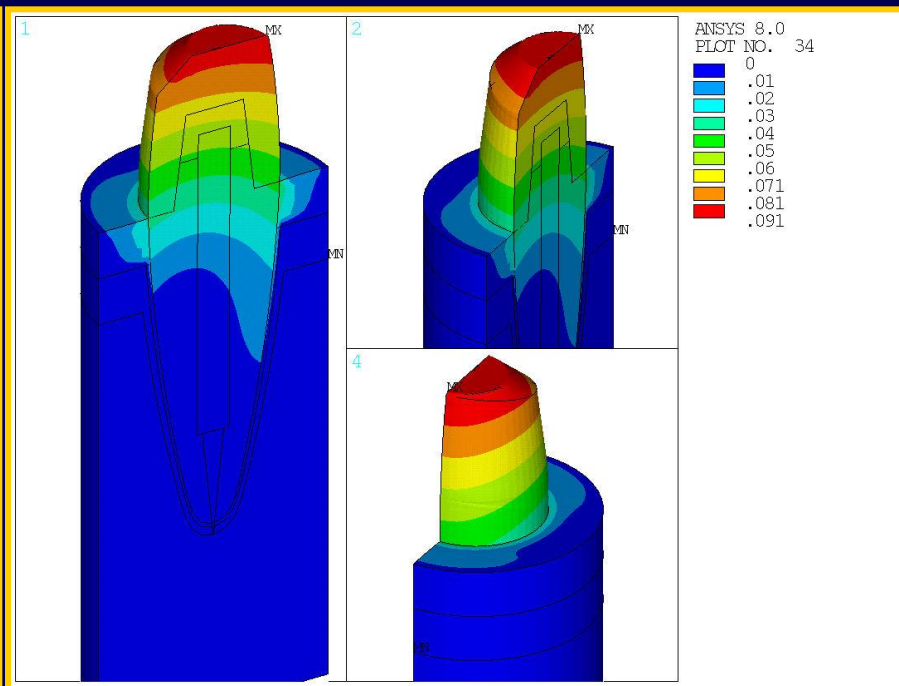
Desplazamiento en milímetros en el efecto ferrule de 360°

FIBRA



Desplazamientos,
valor máximo: 0.094 [mm].

TITANIO

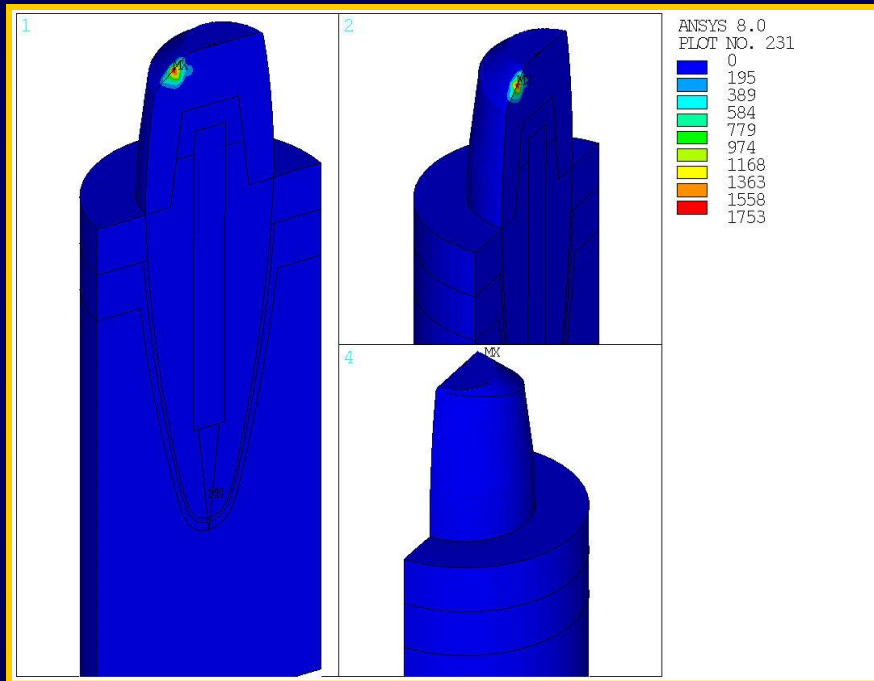


Desplazamientos,
valor máximo: 0.091 [mm].



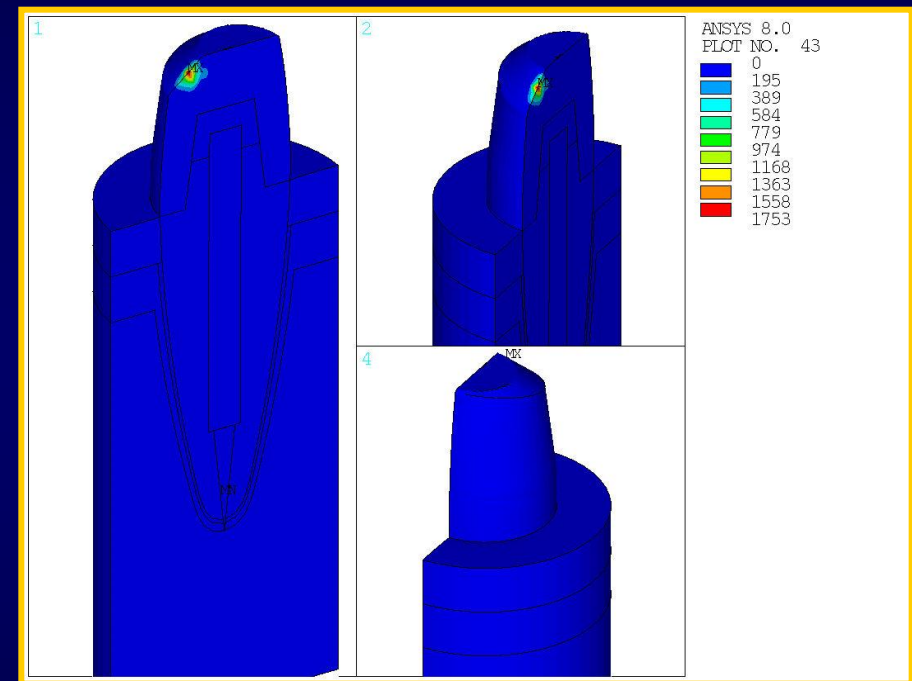
Esfuerzo máximo en el efecto ferrule de 360°

FIBRA



Esfuerzo VonMises máximo,
valor máximo: 1753 [MPa].

TITANIO

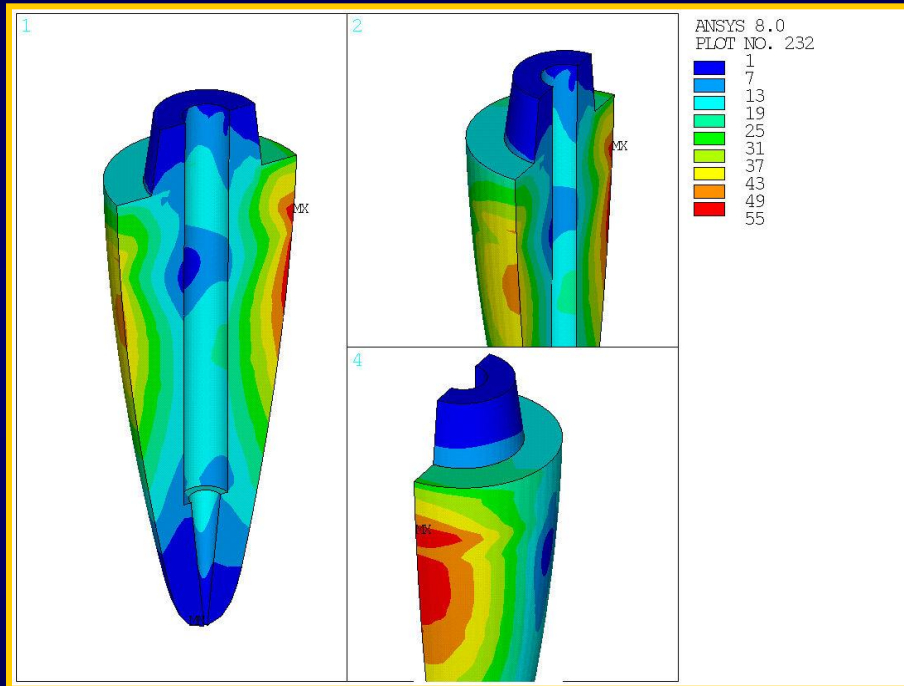


Esfuerzo VonMises máximo,
valor máximo: 1753 [MPa].



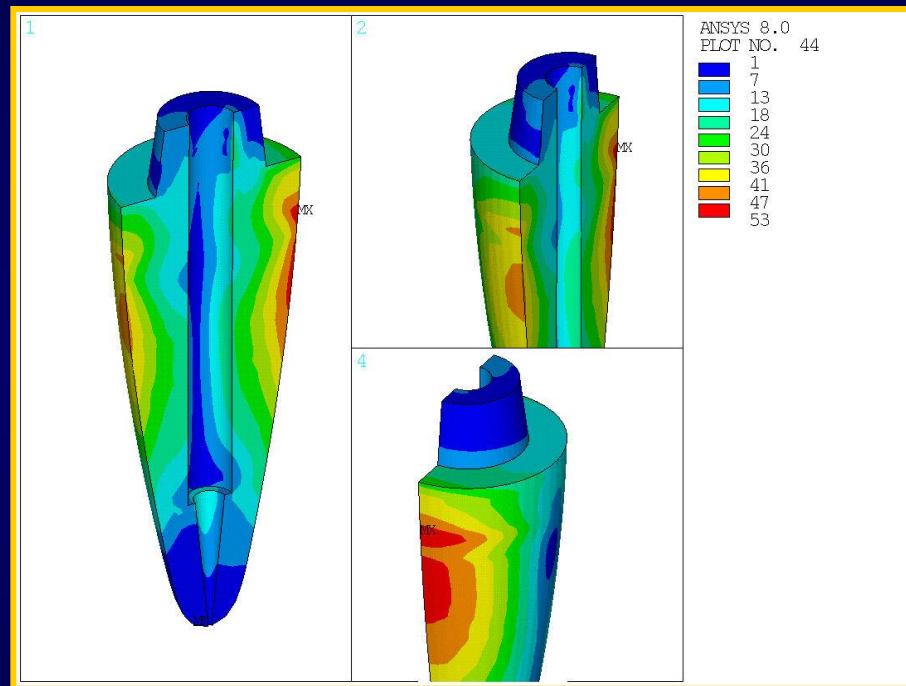
Esfuerzo máximo en dentina en el efecto ferrule de 360°

FIBRA



Esfuerzo VonMises en dentina,
valor máximo: 55 [MPa].

TITANIO

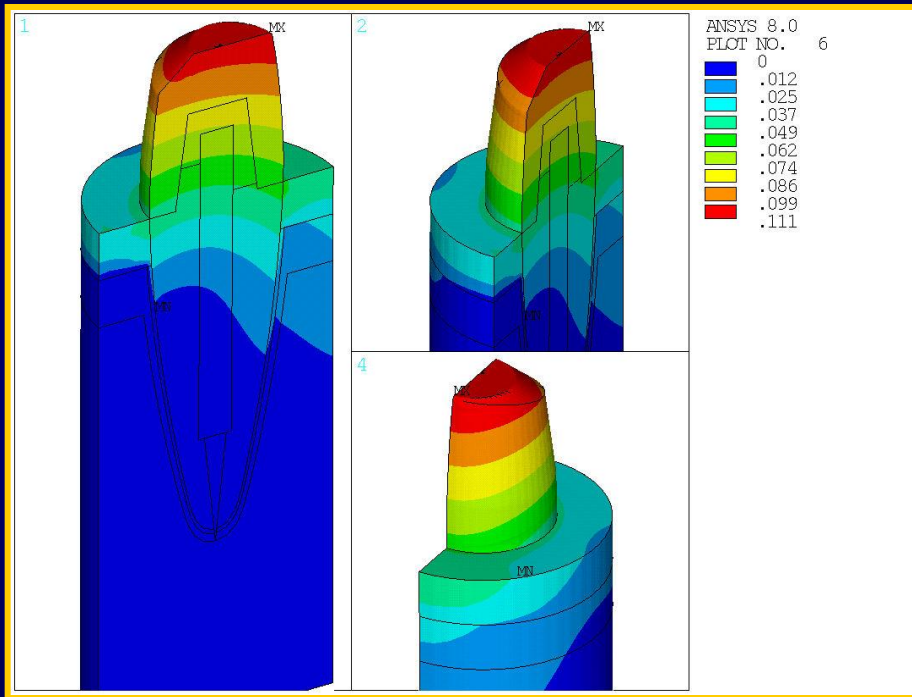


Esfuerzo VonMises en dentina,
valor máximo: 53 [MPa].



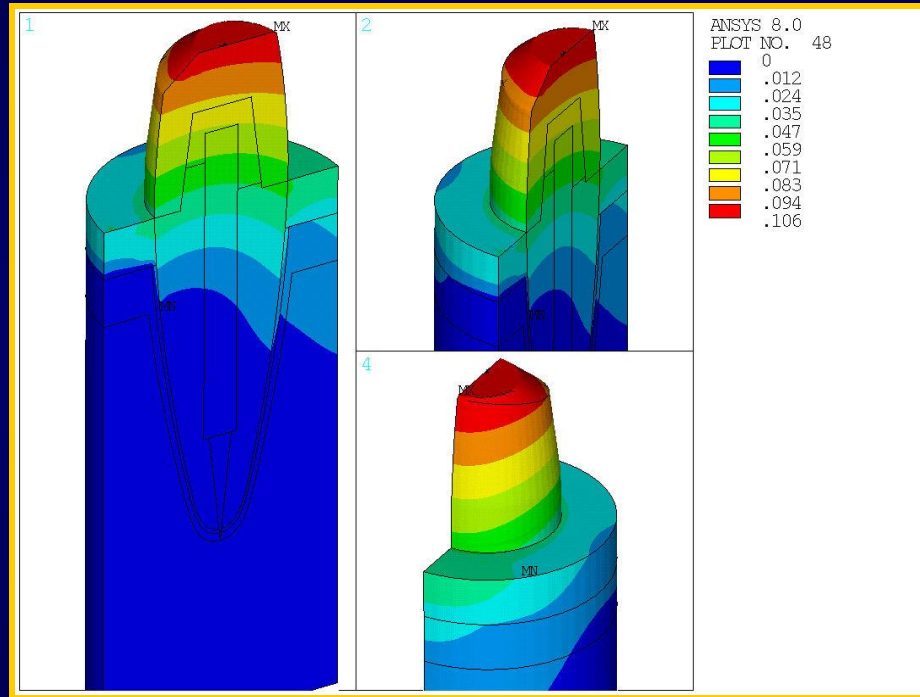
Desplazamiento en milímetros en el efecto ferrule 180° por palatino

FIBRA



Desplazamientos,
valor máximo: 0.111 [mm].

TITANIO

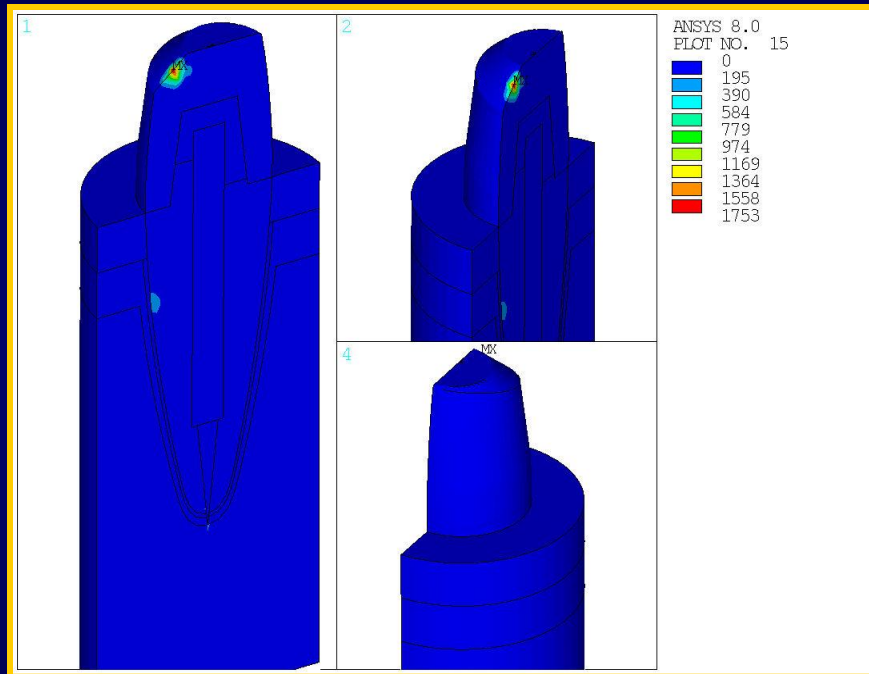


Desplazamientos,
valor máximo: 0.106 [mm].



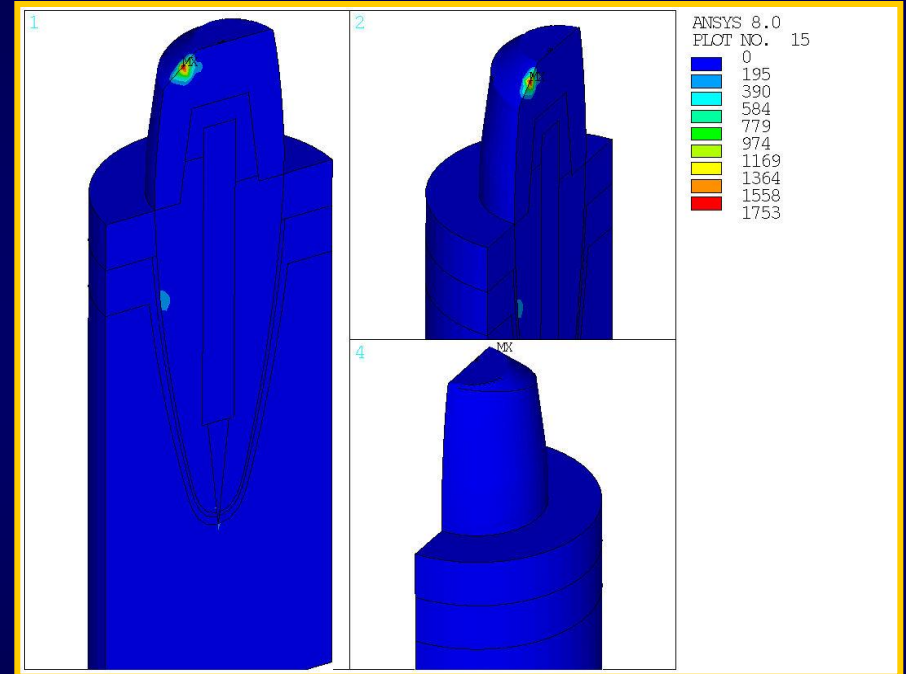
Esfuerzo máximo en el efecto ferrule de 180° por palatino

FIBRA



Esfuerzo VonMises máximo,
valor máximo: 1753 [MPa].

TITANIO

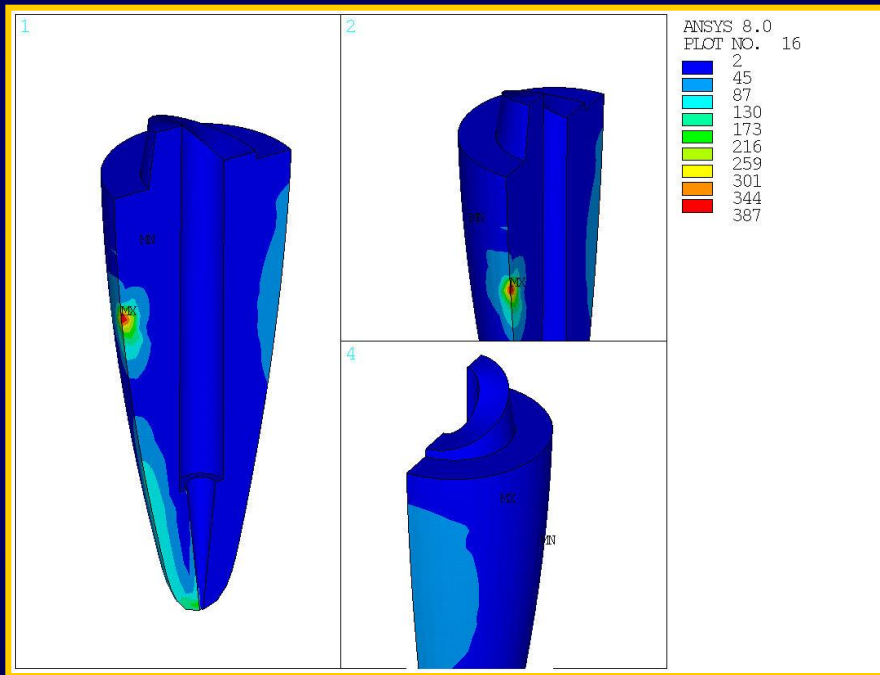


Esfuerzo VonMises máximo,
valor máximo: 1753 [MPa].



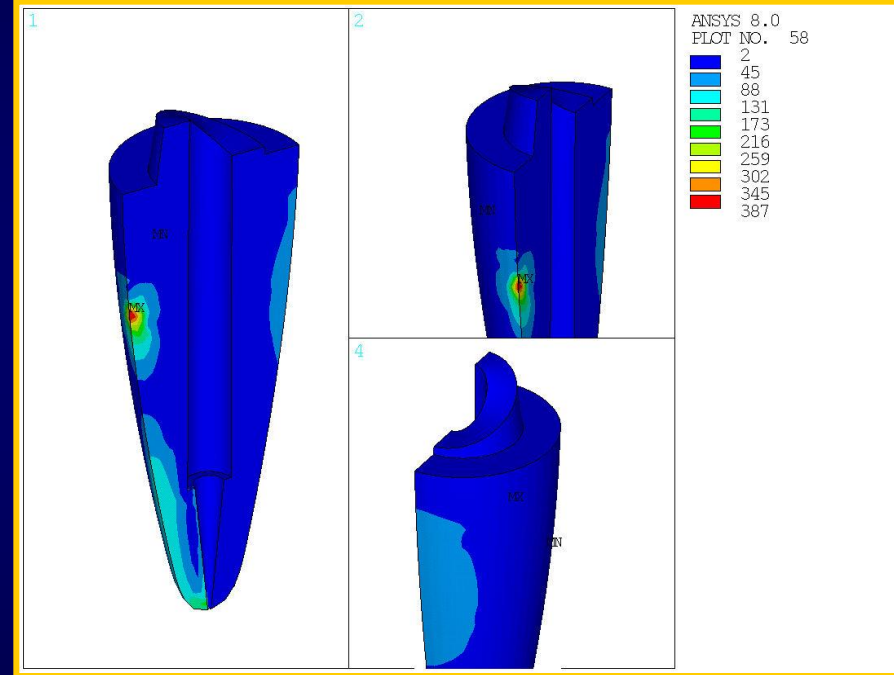
Esfuerzo máximo en dentina en el efecto ferrule de 180° por palatino

FIBRA



Esfuerzo VonMises en dentina,
valor máximo: 387 [MPa].

TITANIO

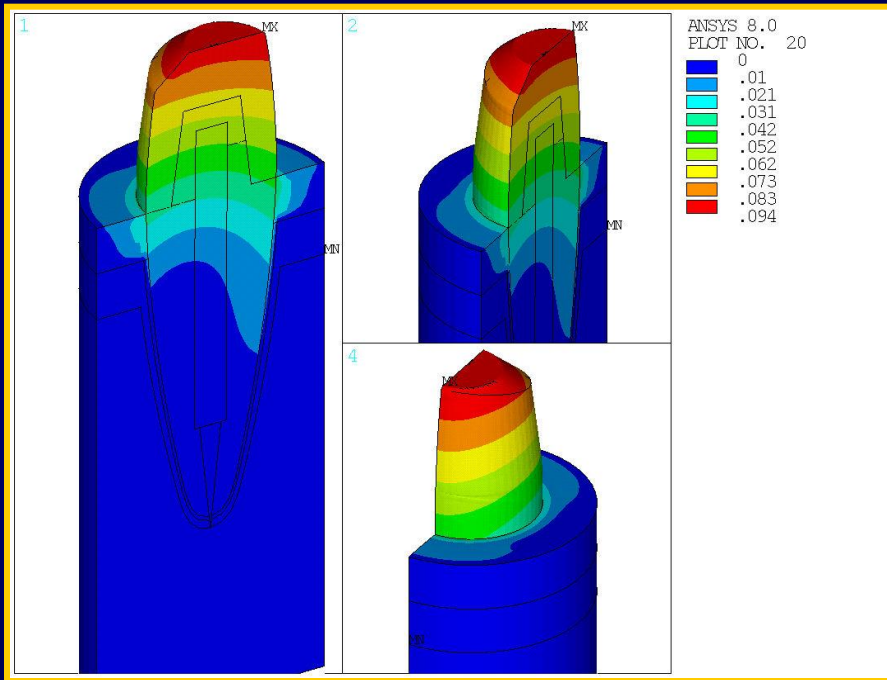


Esfuerzo VonMises en dentina,
valor máximo: 387 [MPa].



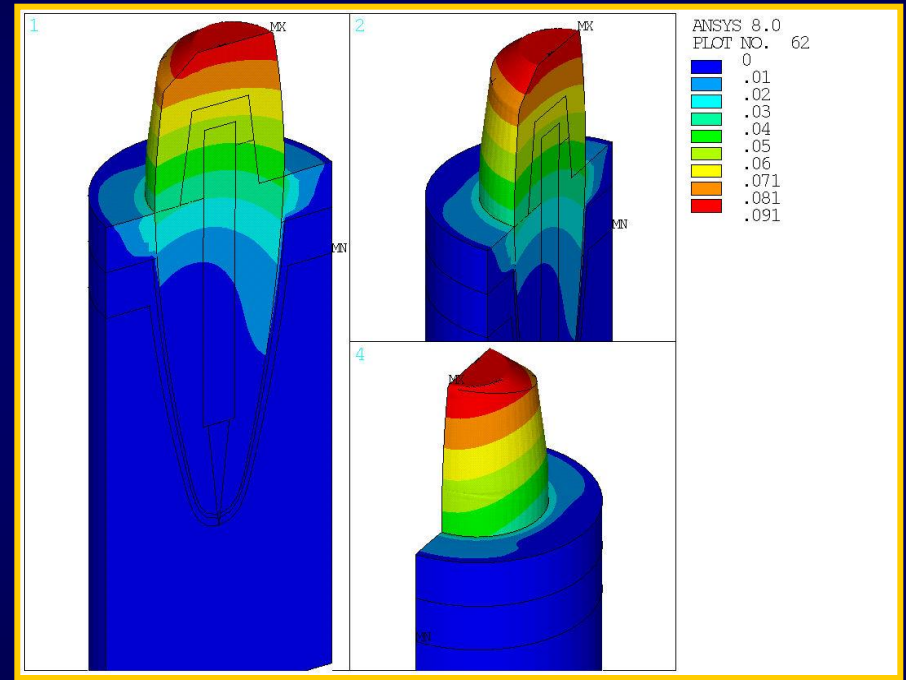
Desplazamiento en milímetros en el efecto ferrule de 180° por vestibular

FIBRA



Desplazamientos,
valor máximo: 0.094 [mm].

TITANIO

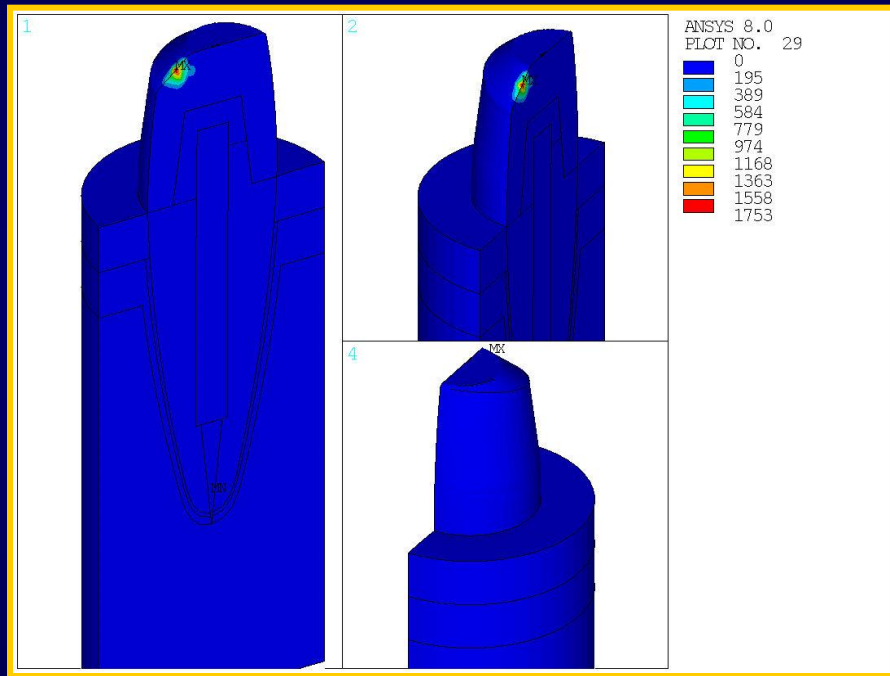


Desplazamientos,
valor máximo: 0.091 [mm].



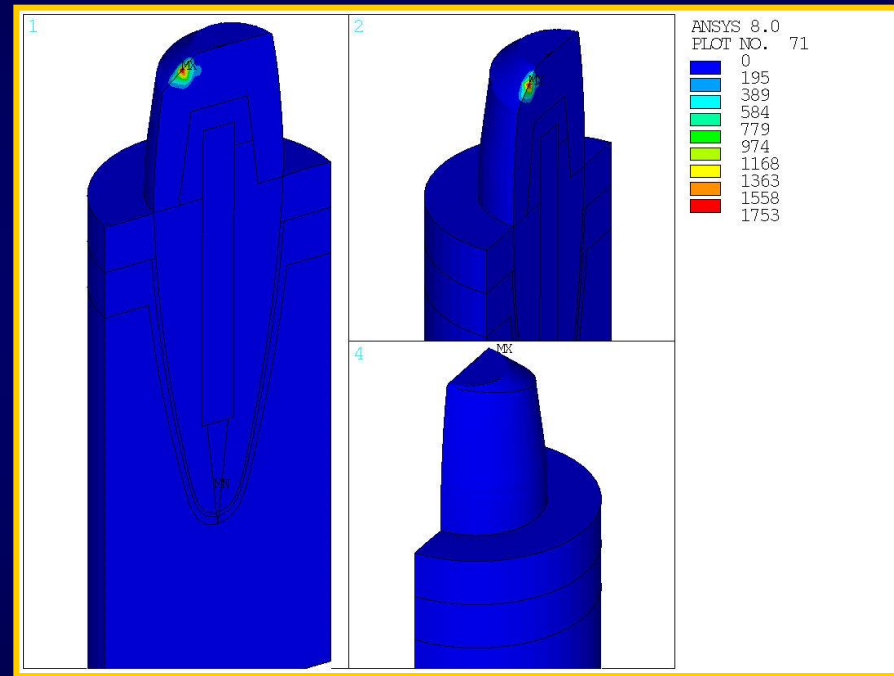
Esfuerzo máximo en el efecto ferrule de 180° por vestibular

FIBRA



Esfuerzo VonMises máximo,
valor máximo: 1753 [MPa].

TITANIO

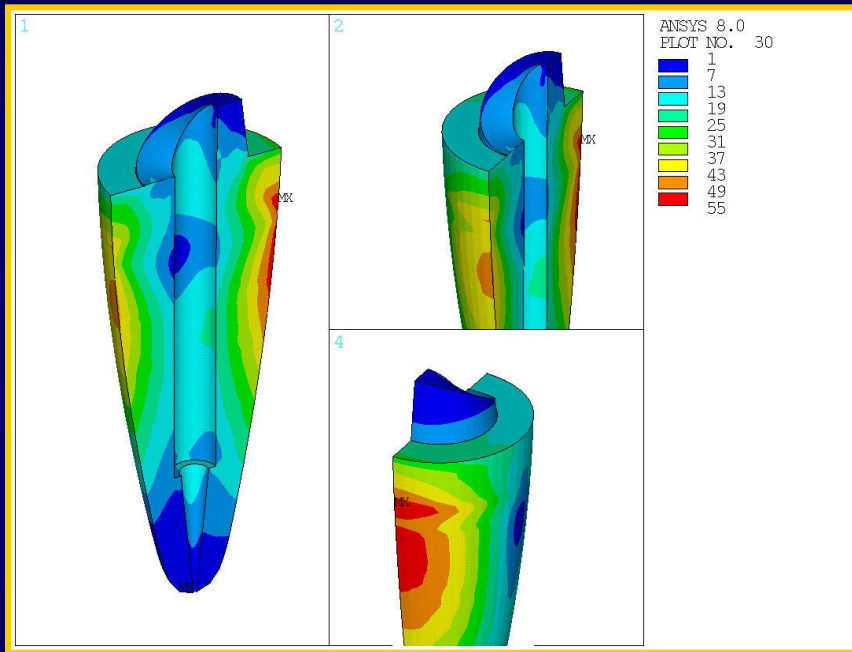


Esfuerzo VonMises máximo,
valor máximo: 1753 [MPa].



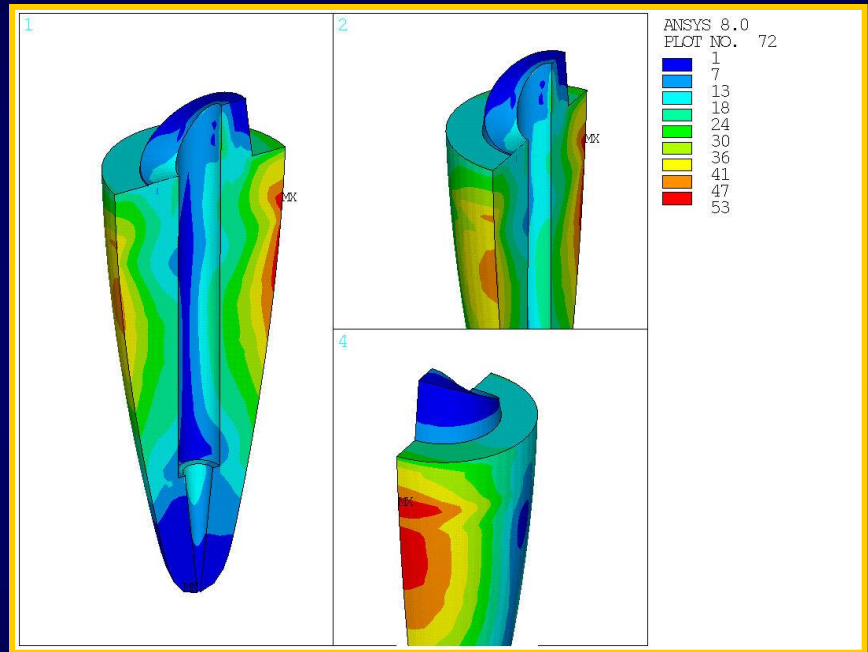
Esfuerzo máximo en dentina en el efecto ferrule de 180° por vestibular

FIBRA



Esfuerzo VonMises en dentina,
valor máximo: 55 [MPa].

TITANIO



Esfuerzo VonMises en dentina,
valor máximo: 53 [MPa].



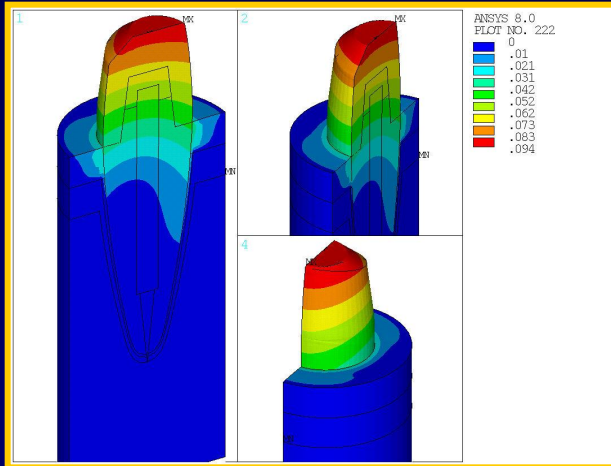
		DENTINA							
		S1		S2		S3		VONMISSES	DESPLAZAMIENTO
FIBRA	360°	-17	56	-19	17	-68	15	55	0.094
	PALATINO	-85	542	-111	229	-263	137	387	0.111
	VESTIBULAR	-17	56	-19	17	-68	15	55	0.094
TITANIO	360°	-16	54	-19	17	-64	13	53	0.091
	PALATINO	-82	546	-106	230	-252	134	387	0.106
	VESTIBULAR	-16	54	-19	17	-65	13	53	0.091



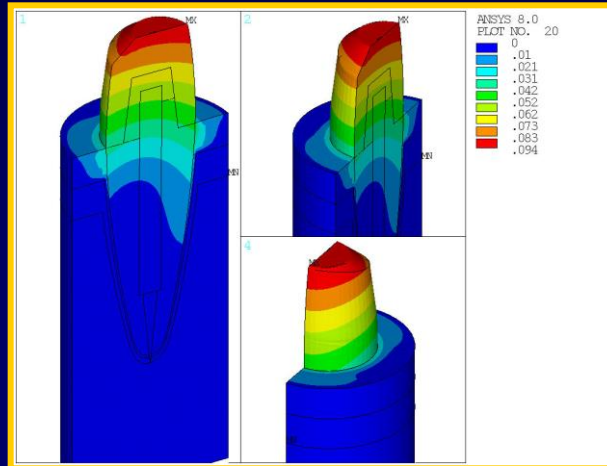
ANÁLISIS COMPARATIVO



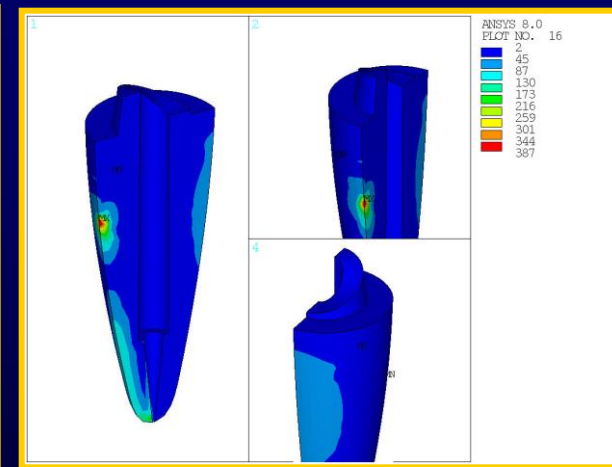
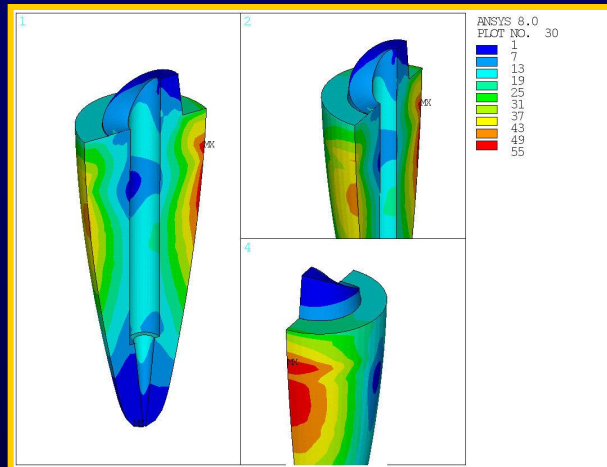
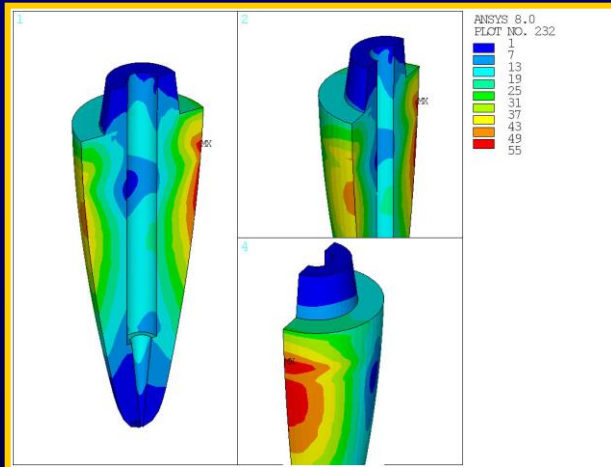
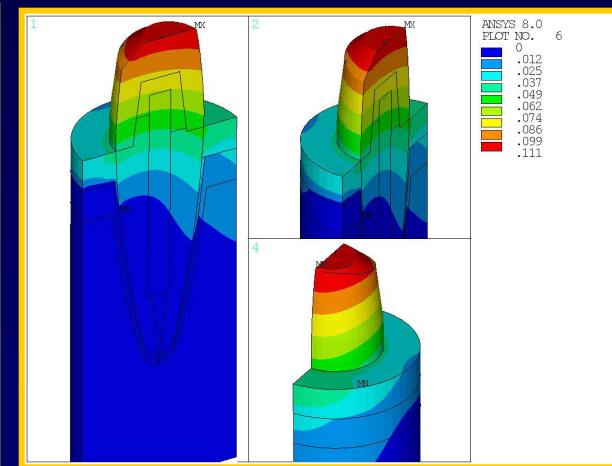
360° FIBRA DE VIDRIO



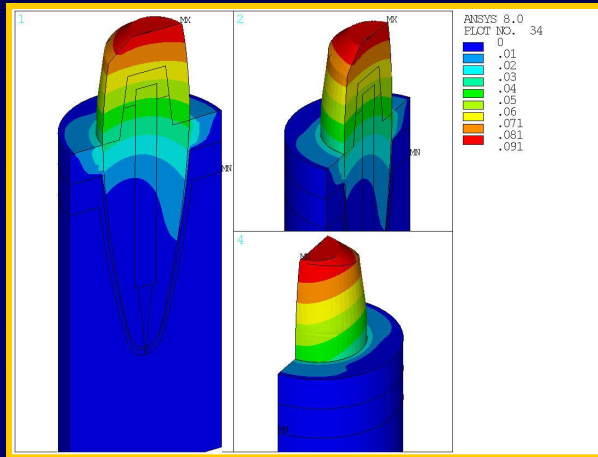
VESTIBULAR FIBRA DE VIDRIO



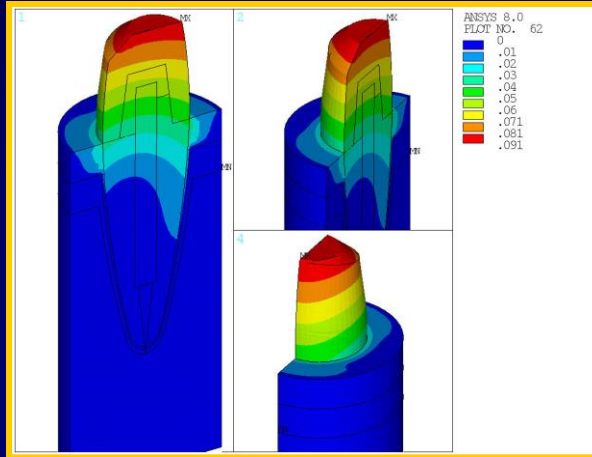
PALATINO FIBRA DE VIDRIO



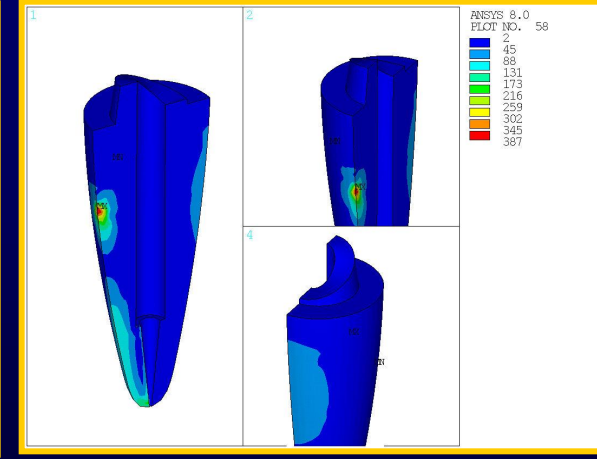
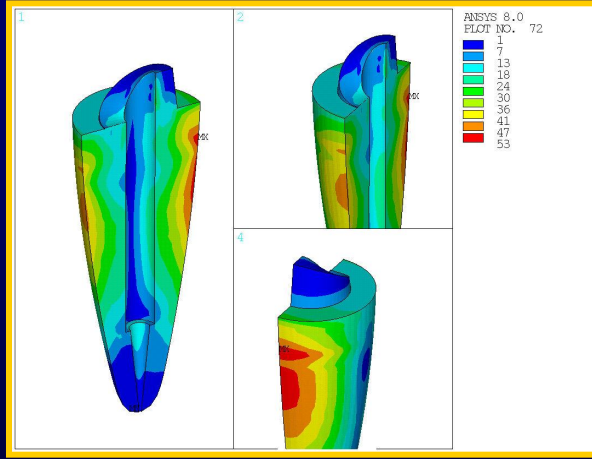
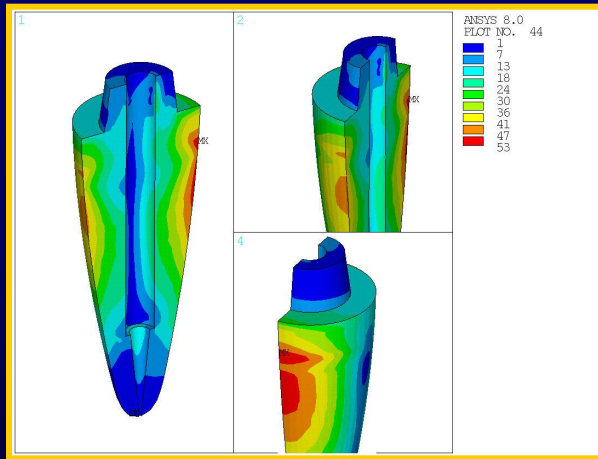
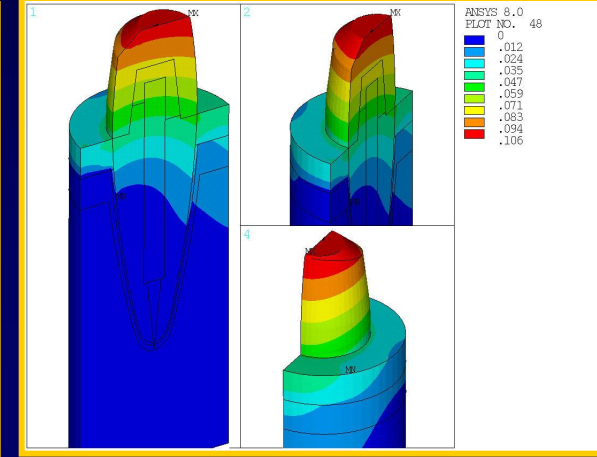
360° TITANIO



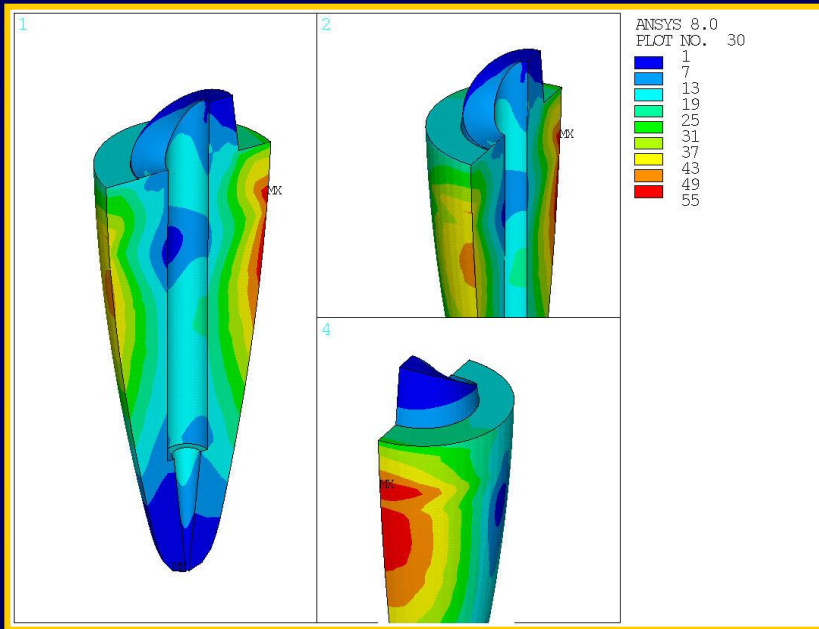
VESTIBULAR TITANIO



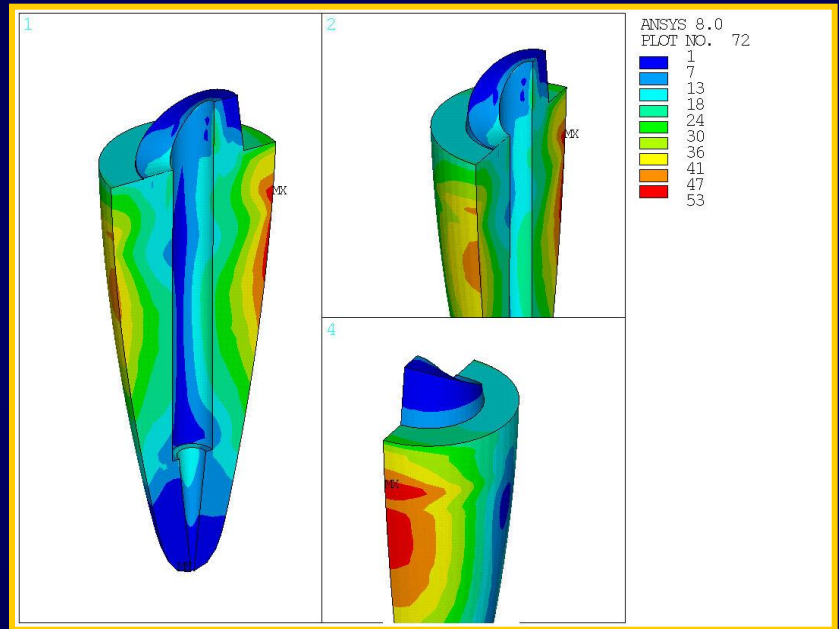
PALATINO TITANIO



RETENEDOR EN FIBRA DE VIDRO



RETENEDOR EN TITANIO



- Los resultados indican que no hay una diferencia entre los tipos de postes cuando el diseño del efecto ferrule fue de 360° o solo por la zona vestibular. Contrario a esto, el diseño por palatino presentó una mayor concentración de esfuerzos a nivel del tercio medio radicular (Von Mises de 387 Mpa).



DISCUSIÓN



- El análisis de elementos finitos ha sido usado en varios estudios e investigaciones en dientes tratados endodónticamente y restaurados con postes. Se ha demostrado que es una herramienta útil cuando se investiga sistemas complejos que son difíciles de estandarizar durante los estudios in Vitro.

Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW, The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. Crit Rev Oral Biol Med 2003;14:13-29.



- Los resultados demuestran que las cargas en el rango 150 a 300 N pueden aumentar las fuerzas tensiles de la dentina a un nivel que involucren el riesgo de fractura.

Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW, The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. Crit Rev Oral Biol Med 2003;14:13-29.



- Este estudio aplicó una carga de 100N donde nos presentó un margen de seguridad para evitar una fractura catastrófica de la dentina de acuerdo al módulo de elasticidad de la misma.



- Sorensen y Engelman en su estudio in Vitro demostraron que los diseños con presencia de efecto ferrule fueron los mas resistentes a la fractura como lo demuestra su gráfica para los grupos con remanente axial en sus 360 °.

Sorensen JA. Engelman MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. J.Prosthet.Dent. 1990;63:529-36.



- Este estudio corrobora los hallazgos de Sorensen específicamente relacionado al diseño del efecto ferrule en sus 360°



- Pierrisnard y col demuestran la importancia del remanente axial por vestibular a nivel cervical, zona que presenta el mayor riesgo de sobrecarga.

Pierrisnard, L. Bohin, F. Corono-radicular reconstruction of pulpless teeth
A mechanical study using finite element analysis. JPD. Oct 2000. 88: 4.



- De acuerdo a nuestros resultados en caso de no tener remanente axial en su circunferencia total es recomendable manejarlo en la zona vestibular cuando la carga oclusal es por palatino.



- El estudio también corrobora los hallazgos de Pegoretti y colaboradores donde demuestra que las cargas resultantes compresivas siempre serán mayores sobre el poste, que las fuerzas tensionales; como lo demostró en nuestro estudio las resultantes de Von Mises.

Pegoretti A, Fambri I, Zappini G, Bianchetti M. Finite element analysis of a glass fiber reinforced composite endodontic post. *Biomaterials* 2002;23:2667-82.



- Los postes en fibra de vidrio concentran menos cargas dentro del conducto, y las fallas encontradas no fueron en la dentina sino en el poste.
- En el estudio realizado se determina que en presencia única de efecto ferrule por palatino, se sugiere utilizar postes de fibra de vidrio que eventualmente evitarían la fractura catastrófica de la raíz.

Pegoretti A, Fambri I, Zappini G, Biancheti M. Finite element analysis of a glass fiber reinforced composite endodontic post. *Biomaterials* 2002;23:2667-82.



- Existe una relación cercana entre los postes cortos y el riesgo de fractura de la raíz , cuando el poste es largo o mas largo que la corona, el riesgo de fracaso puede reducirse significativamente.
- En nuestro estudio encontramos que a mayor longitud del poste mejor distribución de fuerzas en la dentina radicular.

Sorensen JA, Martinoff JT. Clinically significant factors in dowel design. J Prosthet Dent 1984;52:28-35.



- Las fuerzas de corte en la dentina, son pequeñas comparadas con las tensiles y de vonmises y se localizan principalmente en la parte central del conducto radicular, esto sin embargo no predispone a la fractura dental.

Johnson JK. Sakumura JS. Dowel form and tensile force.
J prosthet Dent 1978;40; 645-9



- Los resultados de este estudio presentaron una mayor concentración de fuerzas a nivel coronal, lo cual nos indica que el reconstructor de muñones debe tener suficiente solidez estructural y soporte en remanente dentinal axial para evitar una posible fractura catastrófica del mismo.



- Finalmente este estudio confirma la hipótesis nula, donde el remanente dental axial por palatino no distribuye las cargas de una mejor forma, con respecto al diseño vestibular o a su cobertura en 360°, cuando se aplica una carga tangencial por palatino.



IMPLICACIONES CLÍNICAS

- Por el módulo de elasticidad del retenedor en fibra de vidrio, tiene la tendencia a distribuir mejor los esfuerzos por el eje axial del diente.
- Cuando clínicamente no se encuentre efecto ferrule 360°, se debe buscar maximizarlo en vestibular para una mejor distribución de esfuerzos en la dentina.



- La relación corona raíz es relevante, para la distribución y desplazamiento del diente en dirección en la que se aplica la fuerza.
- La presencia de efecto ferrule, hace que la concentración de esfuerzos se dé a nivel de dentina radicular y no en la zona cervical lo que hace relevante el material del poste.



CONCLUSIONES

- El efecto ferrule en 360° con 2mm de altura es lo menos adverso a las estructuras remanentes, siendo por lo tanto el refuerzo ideal.
- Cuando no es posible lograr efecto ferrule en 360°, es conveniente tenerlo por vestibular por la distribución de esfuerzos en la dentina en la zona radicular cuando la fuerza es aplicada palatina.



- La magnitud de los esfuerzos compresivos es superior al esfuerzo en tensión, tanto para el ferrule en 360° como el ferrule en Vestibular, con ambos materiales del retenedor.
- Por el módulo de elasticidad del retenedor de titanio, la fractura que podría ocasionar sería a nivel del diente y nunca en el retenedor.



- Existe mayor concentración de fuerzas a nivel coronal, lo cual nos indica que el reconstructor de muñones debe tener suficiente solidez estructural y soporte en el remanente dentinal axial para evitar una posible fractura catastrófica del mismo.



RECOMENDACIONES

- Realizar estudios simulando una situación:
 - Sin efecto ferrule.
 - Dientes debilitados radicularmente.
 - Dientes con periodonto reducido.



Es importante, corroborar los resultados para establecer definitivamente si existen alternativas más confiables que otras. La verificación puede hacerse por medio de un análisis estadístico de casos clínicos donde se pueda verificar el fracaso o el éxito de la restauración.



MUCHAS GRACIAS



Flórez, B. Lloreda, ML. Serna,L