

ANÁLISIS EN ELEMENTOS FINITOS DE EFECTOS DENTOALVEOLARES EN CIERRE DE ESPACIOS CON RETRACCIÓN ANTERIOR ROTH-MBT

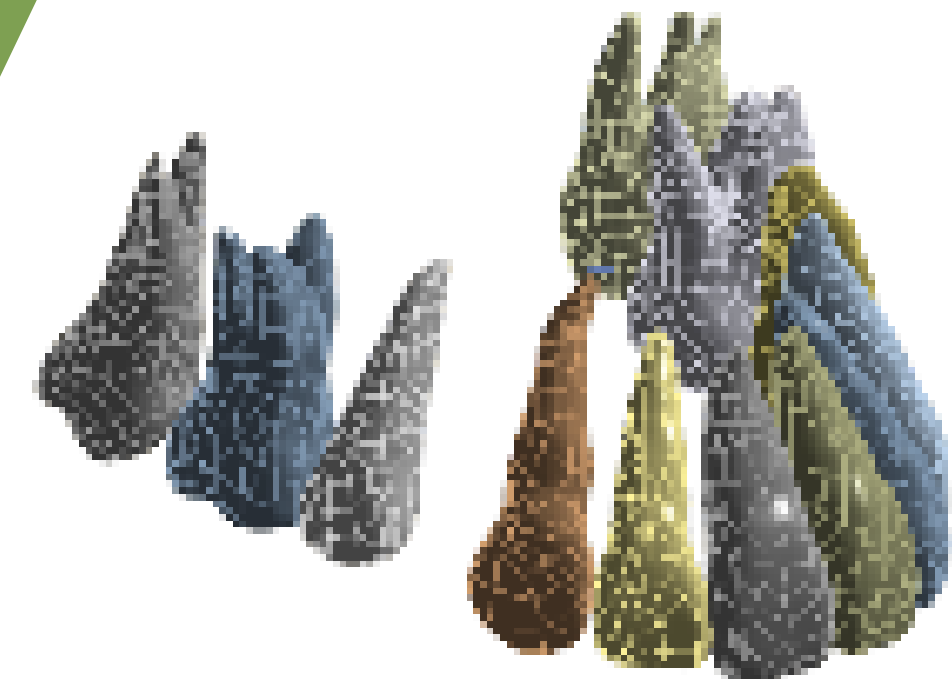
Luisa Fernanda Berdugo Navais Jaime Eduardo Moreno Valderrama

Oscar Luis Monsalve de Hoyos Adrian Dario Torres Sepulveda

Ortodoncia y Ortopedia Maxilar

Asesor Científico: Dr. Mario David Osorno

Asesor Metodológico: Dra. Luz Andrea Velandia



INTRODUCCIÓN

La extracción de primeros premolares es una práctica habitual en ortodoncia para tratar.



Proinclinación
dental superior.

Apiñamiento
dental severo.

Discrepancias
esqueléticas.

La mecánica de cierre de espacios post-exodoncia puede generar efectos no deseados, como pérdida de anclaje y alteraciones en la inclinación de los incisivos.

Berdugo L. Monsalve O. Moreno J. Torres A.



TÉCNICA ROTH

1

Dr. Ronald Roth en los años 70.

2

Sistema con prescripción de brackets modificados (Torque, Tip, Angulación).

3

Enfocado en oclusión funcional y estable.

4

Promueve coincidencia entre relación céntrica y máxima intercuspideación.

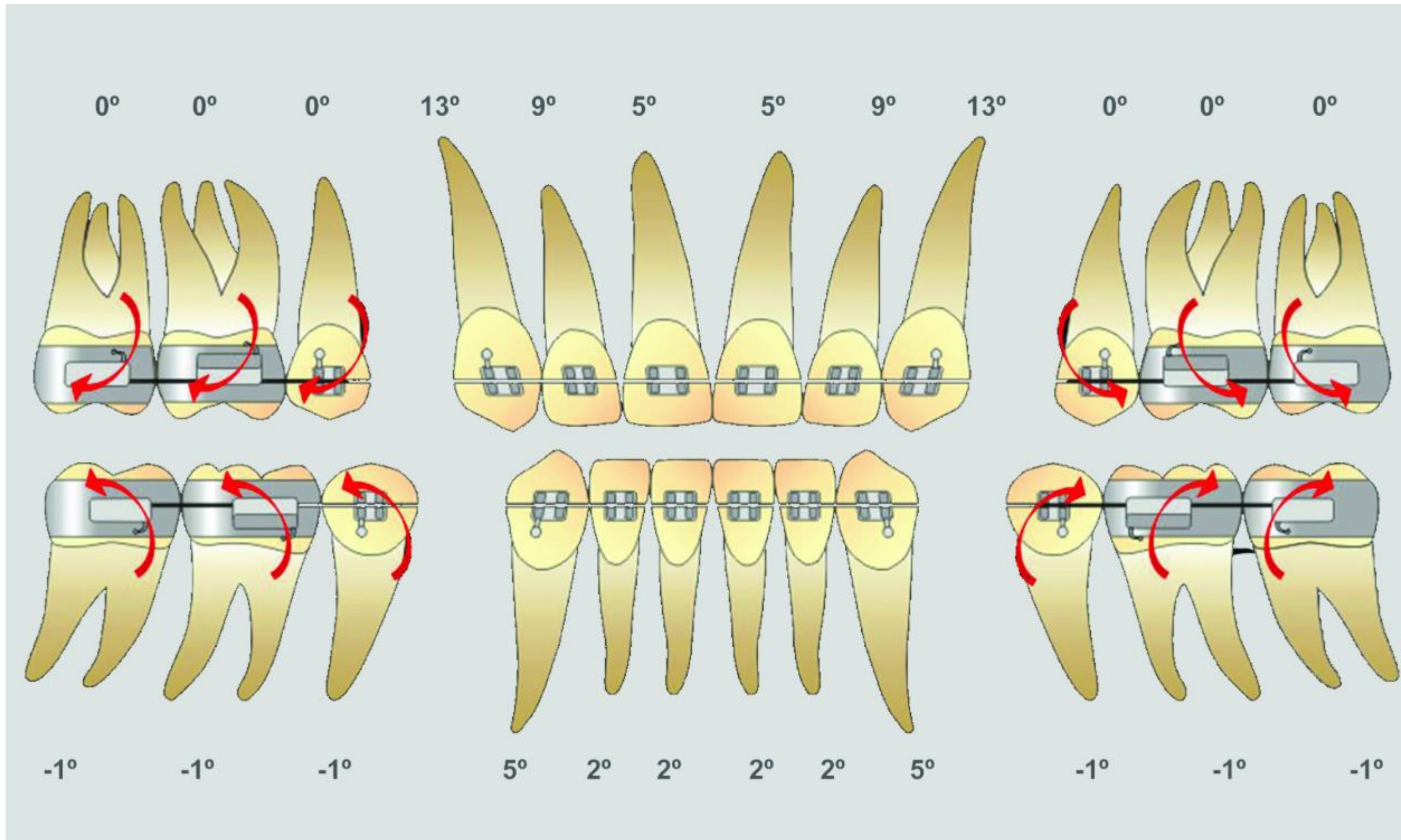
5

Controla el torque en incisivos.

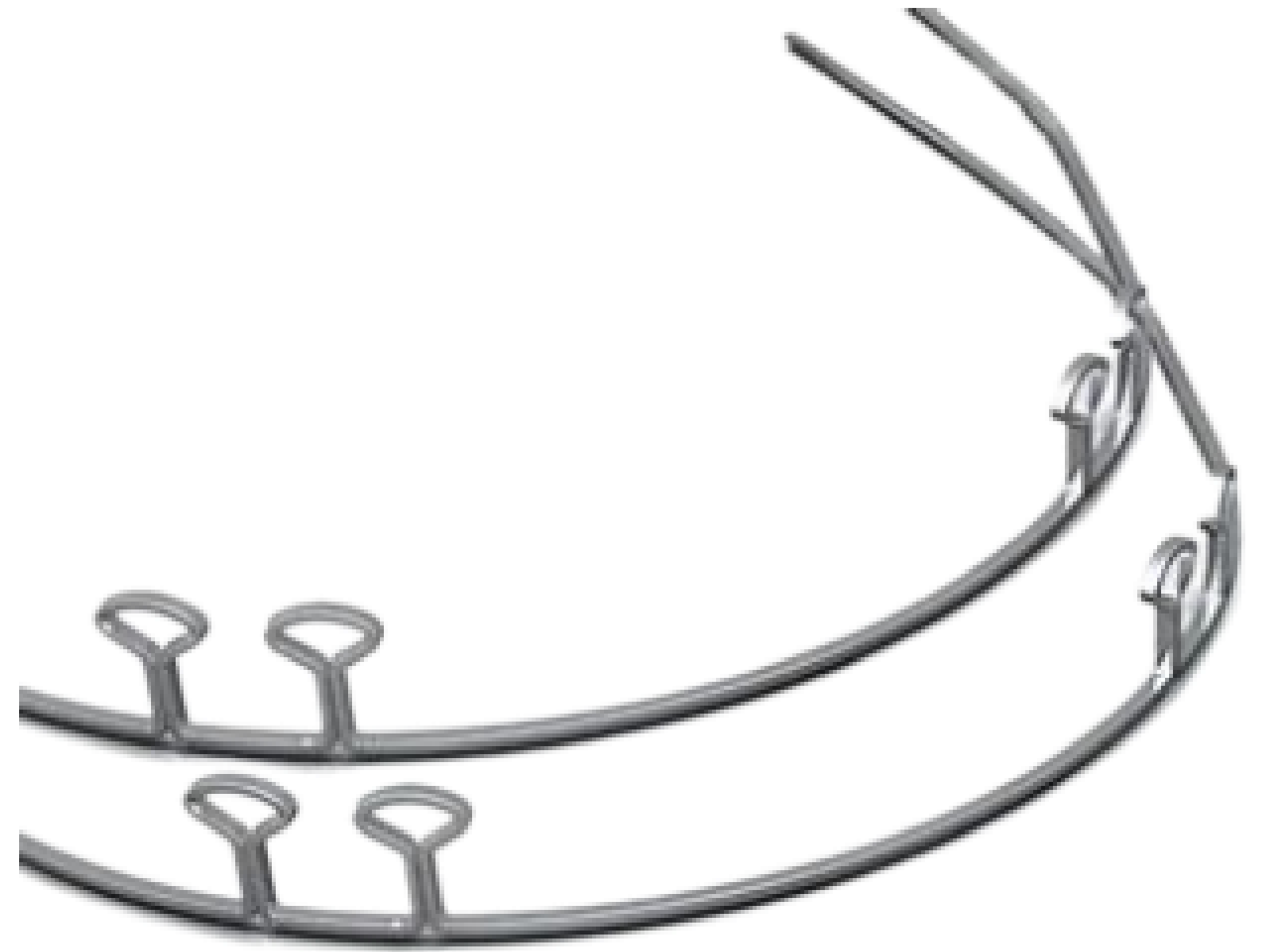
6

Ideal para retracción anterior en cierres de espacio.

PRESCRIPCIÓN TÉCNICA ROTH



ARCO DKL (DOUBLE KEY LOOPS)



TÉCNICA MBT



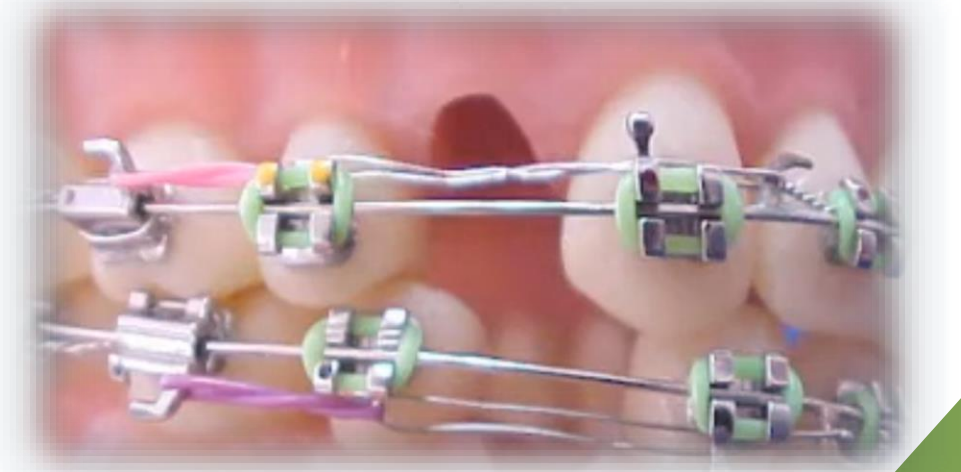
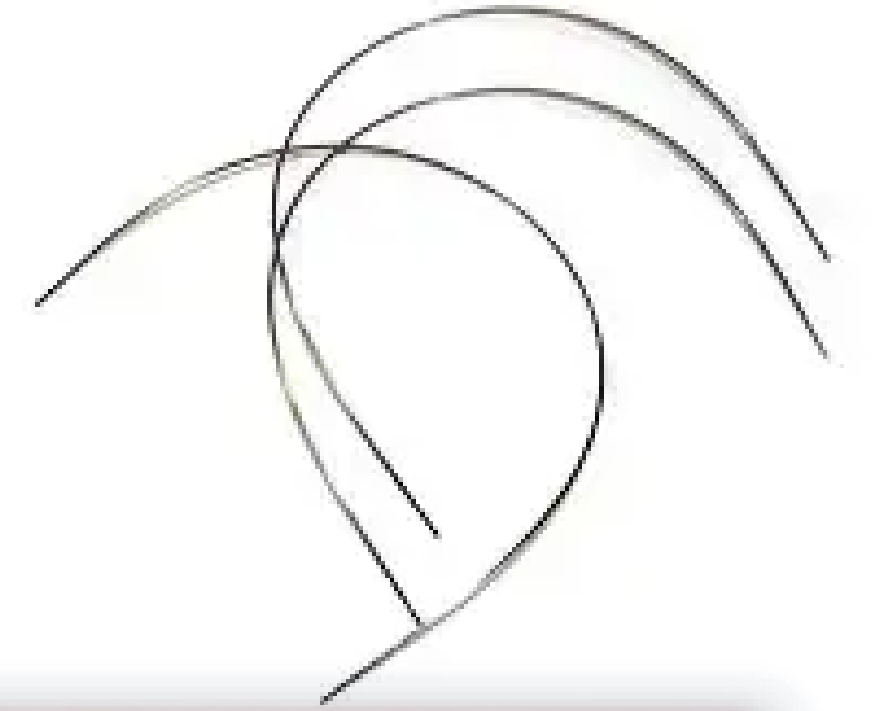
MCLAUGHLIN

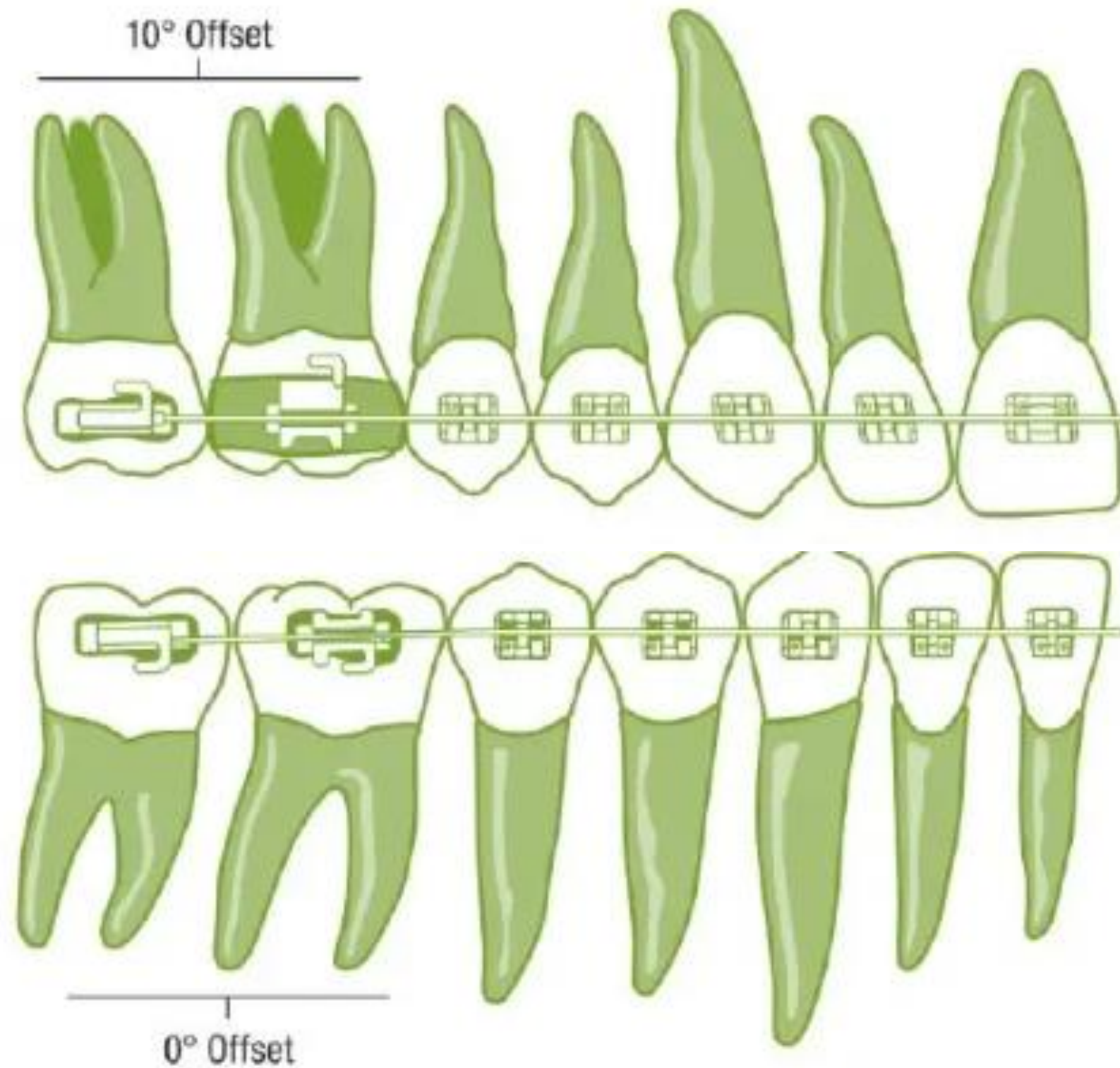


BENNETT



TREVISI





Diente	Torque (Tq)	Tip
17	-14°	0°
16	-14°	0°
15	-7°	0°
14	-7°	8°
13	-7° / 0° / +7°	8°
12	+10° / +17° / 4°	
11	+12°	0°
21	+12°	0°
22	+10° / +17° / 4°	
23	-7° / 0° / +7°	8°
24	-7°	8°
25	-7°	0°
26	-14°	0°
27	-14°	0°

Diente	Torque (Tq)	Tip
47	-10°	0°
46	-20°	0°
45	-17°	2°
44	-12°	2°
43	-6° / 0° / +6°	3°
42	-6°	0°
41	-6°	0°
31	-6°	0°
32	-6°	0°
33	-6° / 0° / +6°	3°
34	-12°	2°
35	-17°	2°
36	-20°	0°
37	-10°	0°

PRESCRIPCIÓN TÉCNICA MBT

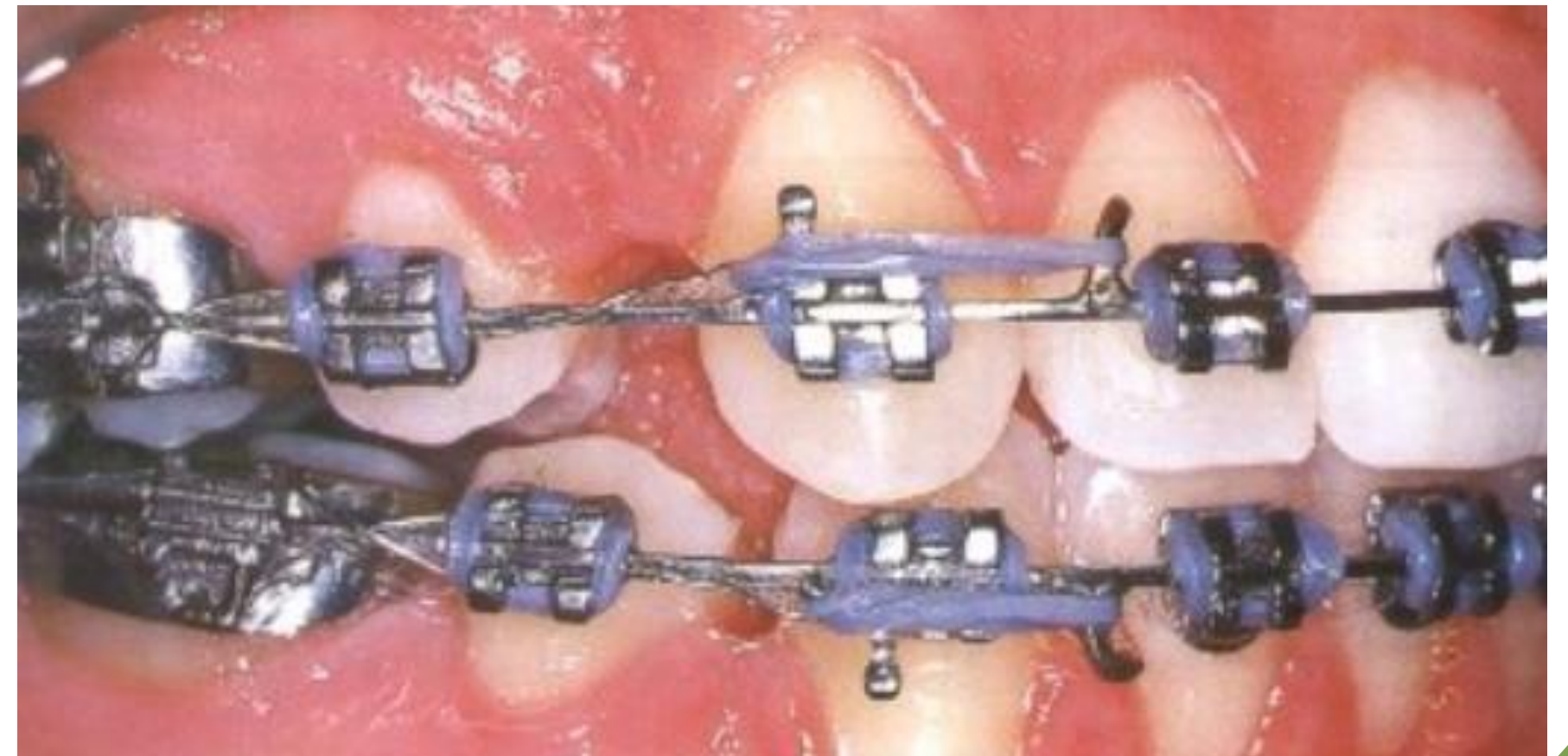
TIEBACK

3 sistemas diferentes.

Arcos 0,17x0,25-0,19x0,25.

Pin soldado.

Uso de módulo elástico/ligadura metálica.

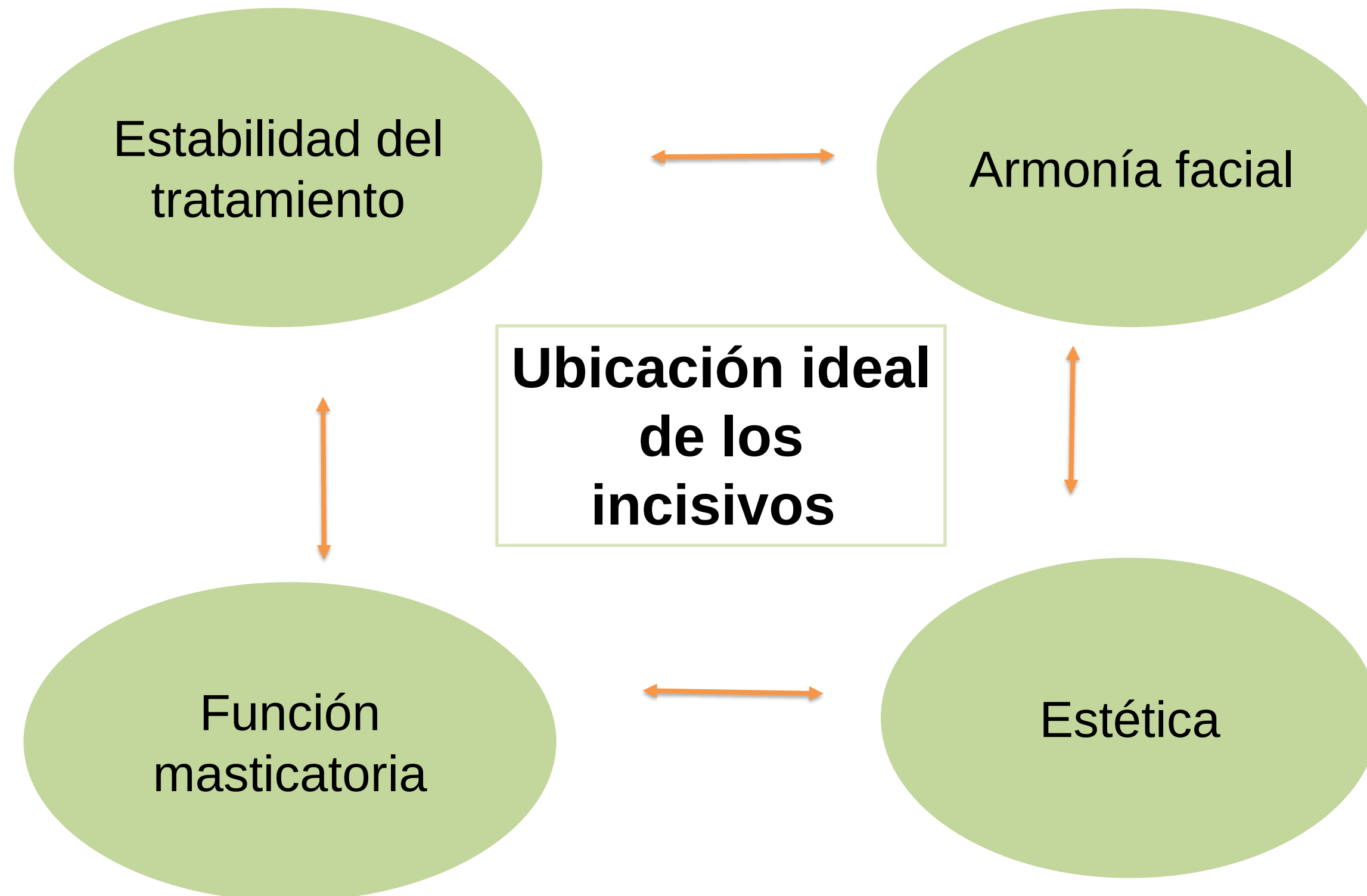


BARRA TRANSPALATINA

Dispositivo fijo que se coloca en la parte superior del paladar.



Se hace necesario el uso de este aditamento, que permite generar un refuerzo en molares contrarrestando la fuerza anterior.

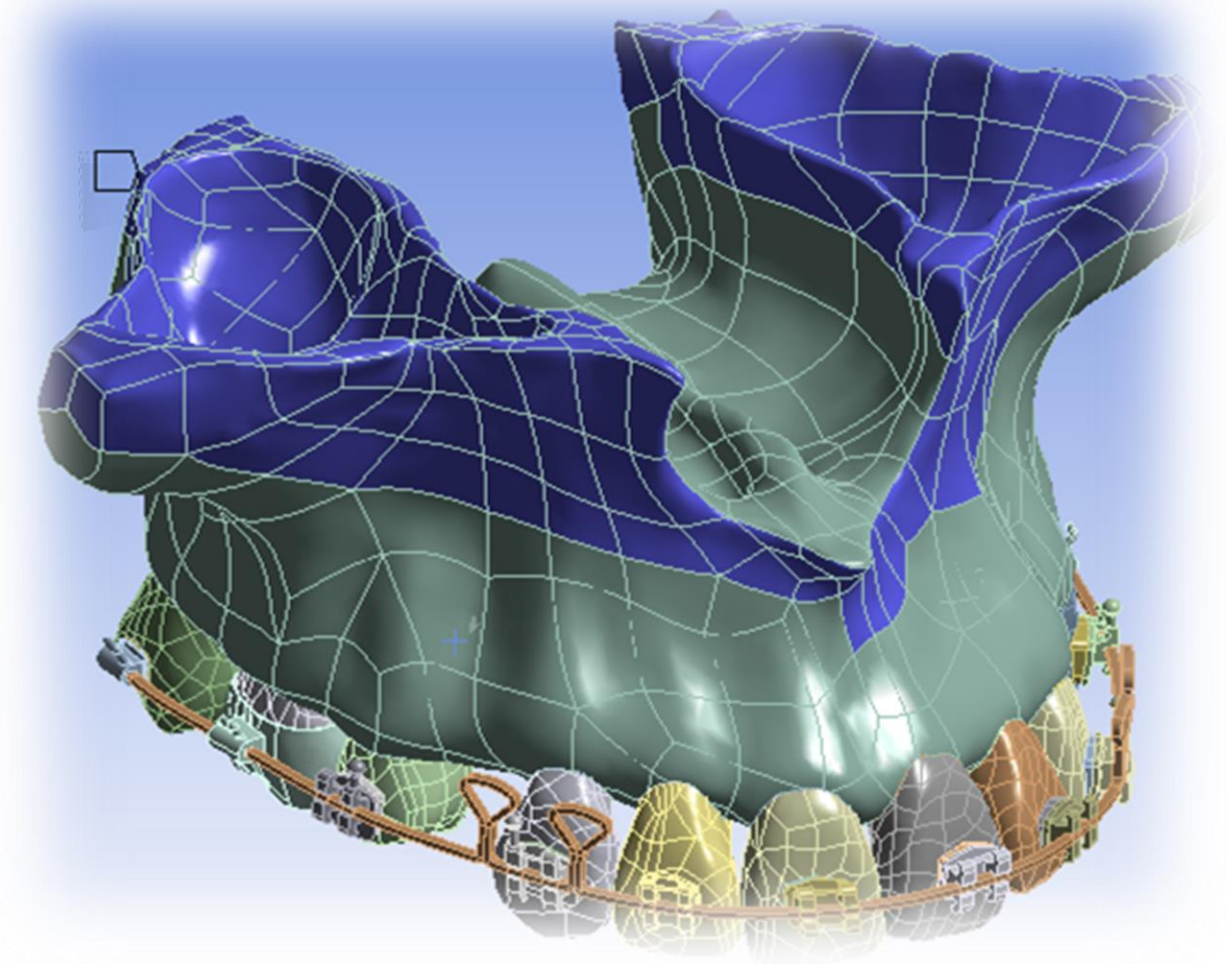


ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS

Es un método matemático para analizar la distribución de deformaciones y esfuerzos en estructuras complejas

Se utilizan registros anatómicos y aditamentos en software para construir modelos geométricos precisos.

Siendo una malla que se expresa como un método de ecuaciones algebraicas que permite determinar los valores de cada nodo



OBJETIVO GENERAL

Evaluar los efectos dentoalveolares de los sistemas ROTH y MBT en el cierre de espacios usando anclaje con barra transpalatina en el movimiento de dientes anteriores. Estudio de elementos finitos.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

Medir la retro inclinación de dientes anteriores, posterior a la activación del sistema DKL y sistema 3 de MBT.

Evaluar las deformaciones y esfuerzos ocasionados en las raíces y hueso circundante de dientes anteriores, posterior a la activación del sistema DKL y sistema 3 de MBT.

Evaluar la deformación y esfuerzo ocasionado por la activación del sistema DKL y sistema 3 de MBT, sobre los dientes que sostiene el anclaje de la barra transpalatina.

Evaluar la rotación de los caninos posterior a la activación del sistema DKL y sistema 3 de MBT.

MATERIALES Y MÉTODOS

ASPECTOS METODOLÓGICOS

TIPO DE ESTUDIO

Observacional descriptivo
a través de modelo
matemático, estudio de
FEM.

OBJETO DE ESTUDIO

Cierre de espacio con
técnica ROTH y MBT.

MUESTRA

Tomografía de paciente
clase II subdivisión 1.

PROCEDIMIENTO DE LA SIMULACIÓN

Procedimiento para el preprocesamiento de la simulación

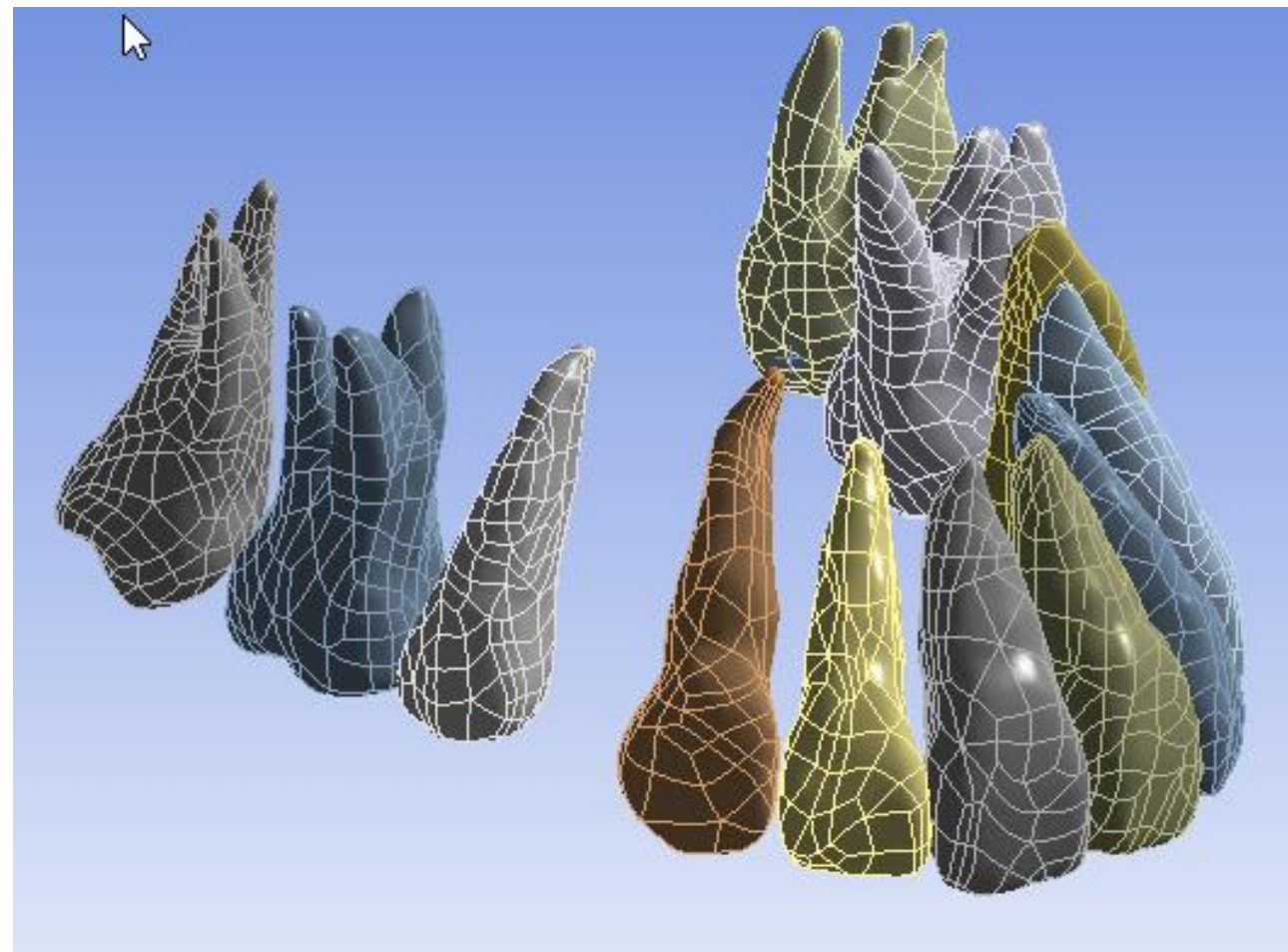
Se seleccionó una tomografía de un paciente para modelado



Procedimiento para el Preprocesamiento de la simulación

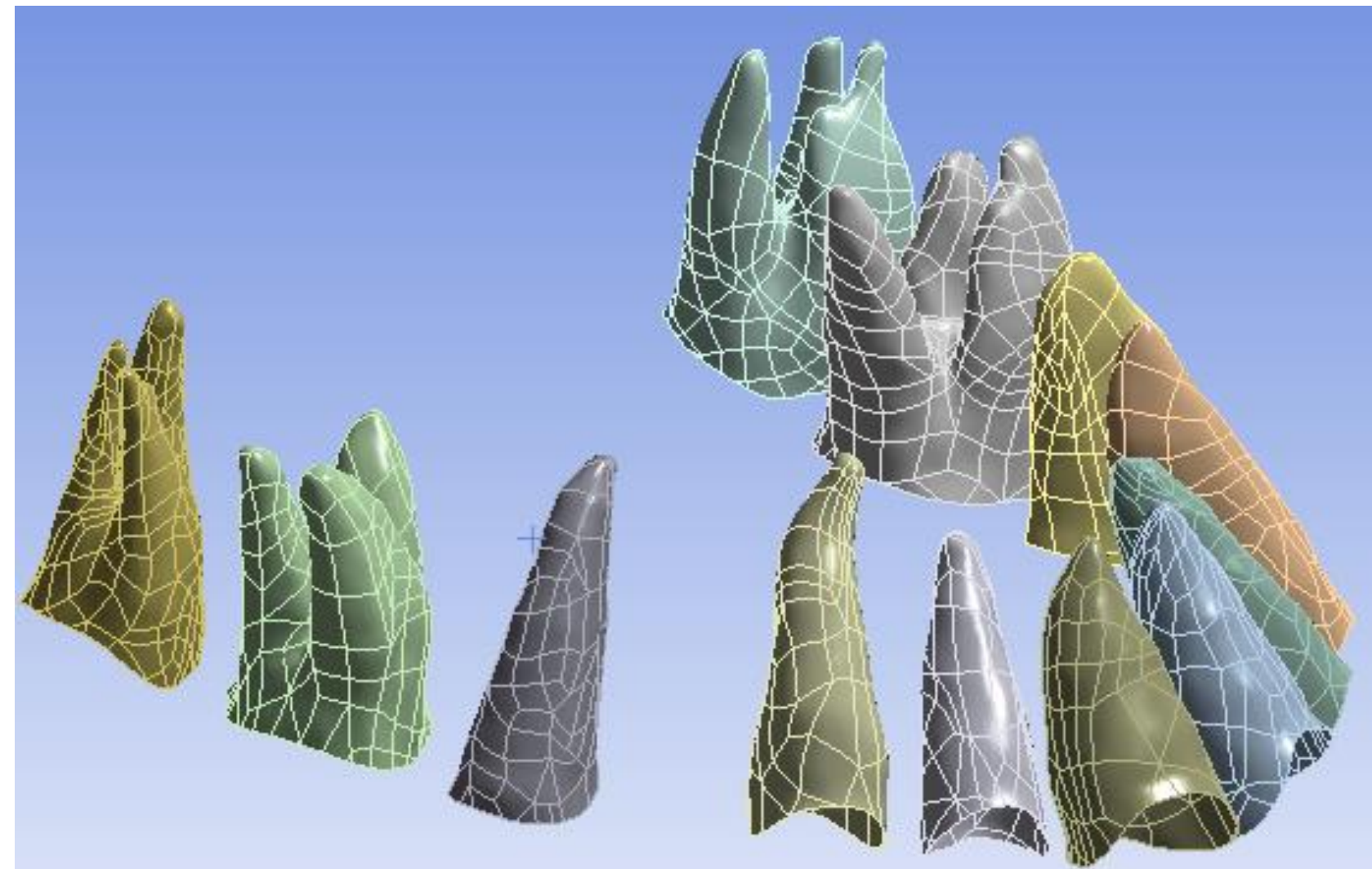
Se reconstruyó las estructuras anatómicas:
Dientes 3D DOCTOR

Construcción del
modelo
geométrico



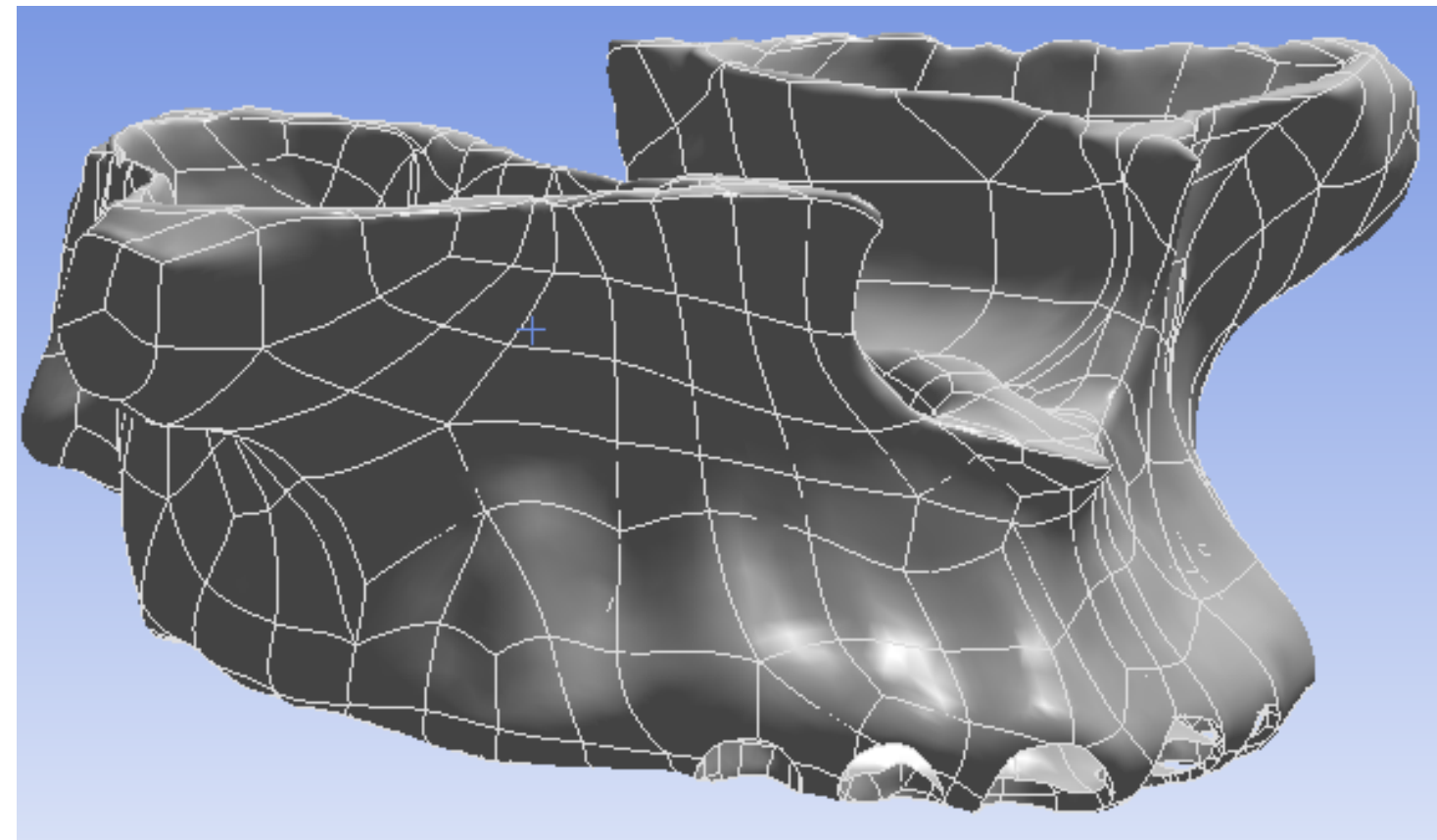
Procedimiento para el Preprocesamiento de la simulación

Se reconstruyó las estructuras anatómicas:
Ligamentos 3D DOCTOR



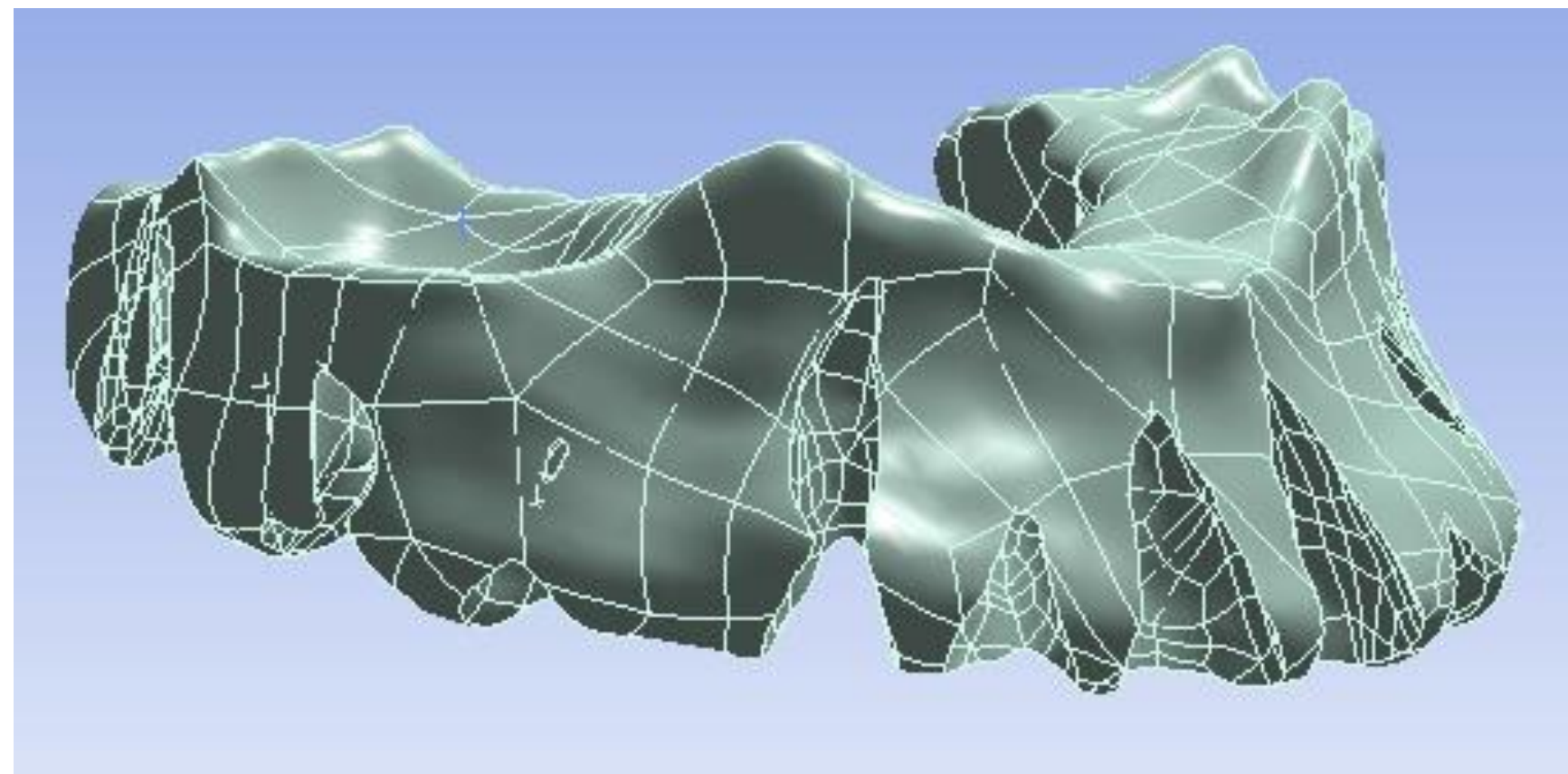
Procedimiento para el Preprocesamiento de la simulación

Se reconstruyó las
estructuras anatómicas:
Hueso cortical:
3D DOCTOR.



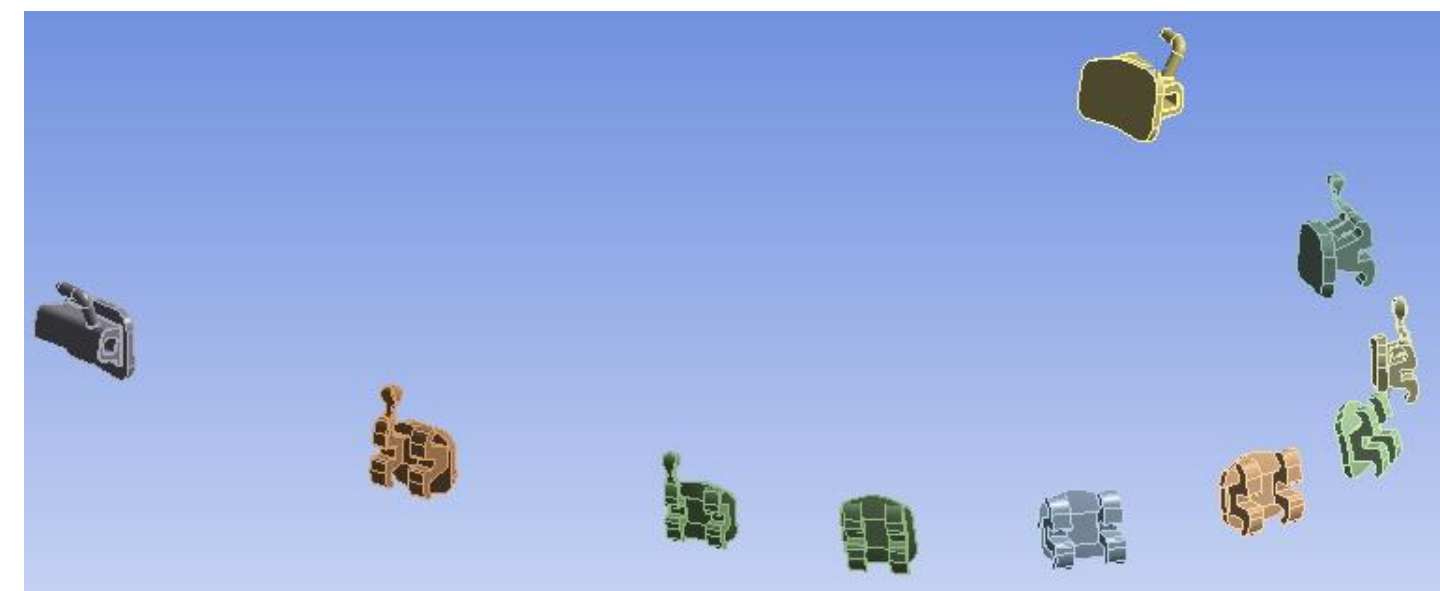
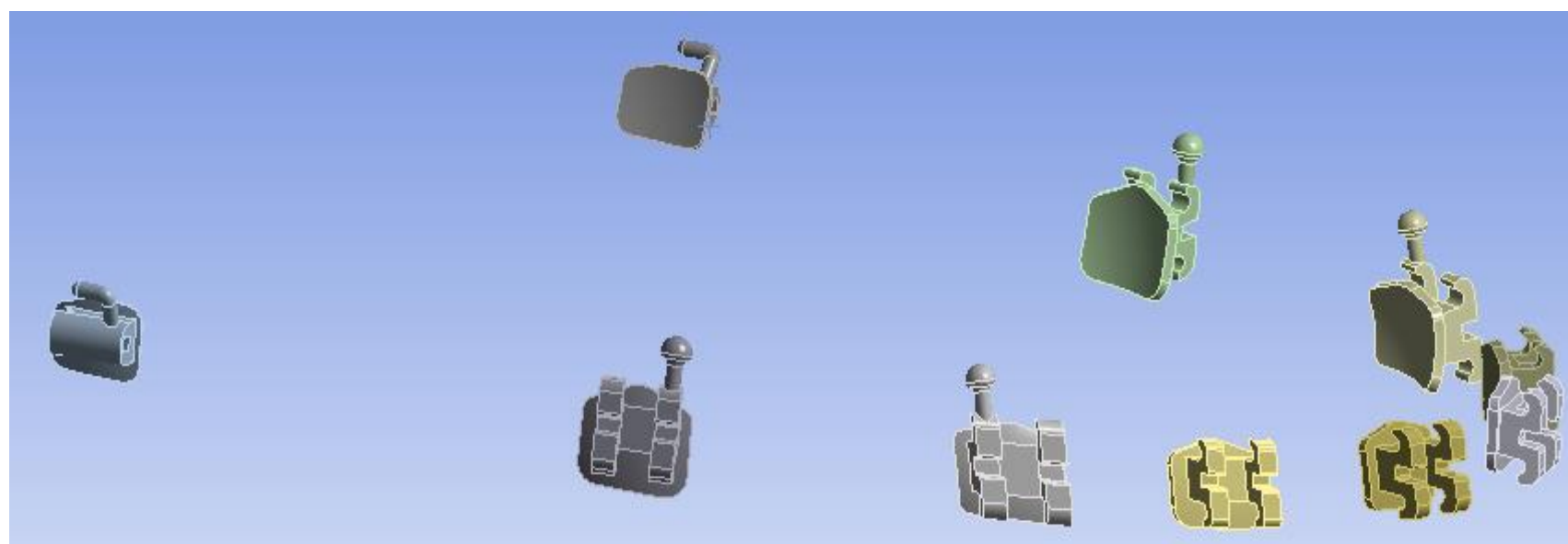
Procedimiento para el Preprocesamiento de la simulación

Se reconstruyó
las estructuras
anatómicas:
Hueso trabecular:
3D DOCTOR.



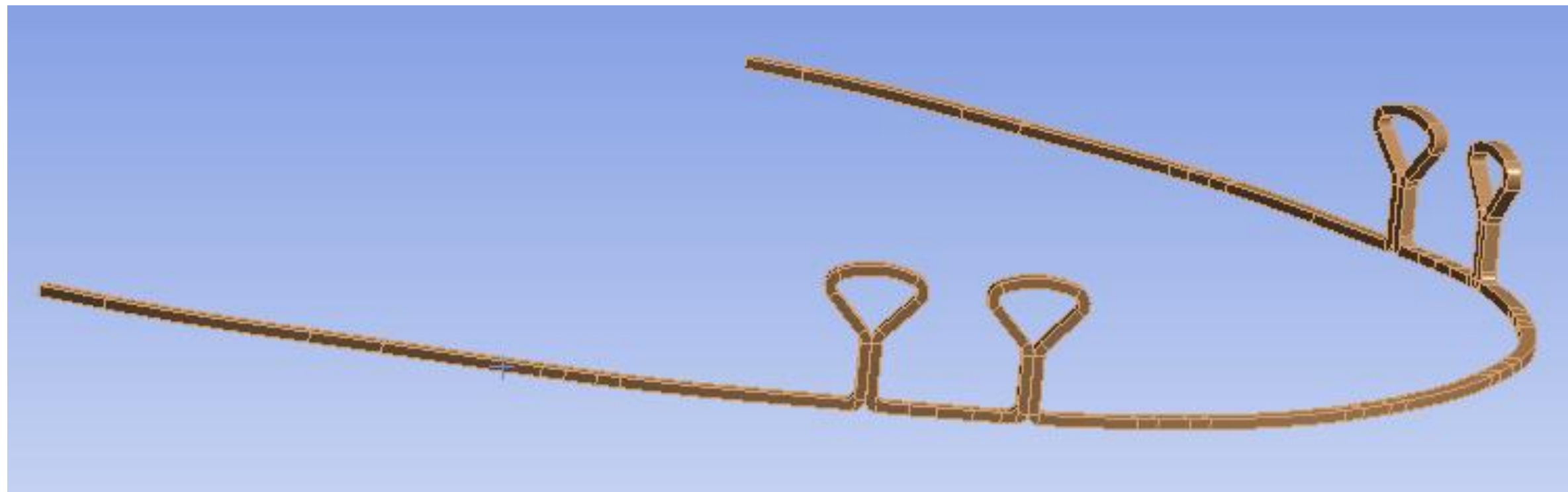
Procedimiento para el Preprocesamiento de la simulación

Se reconstruyó los Brackets y tubos ROTH y MBT slot 0,22 * 0,28.



Procedimiento para el Preprocesamiento de la simulación

Reconstrucción de los aditamentos : Arco DKL 0,17 * 0,25.



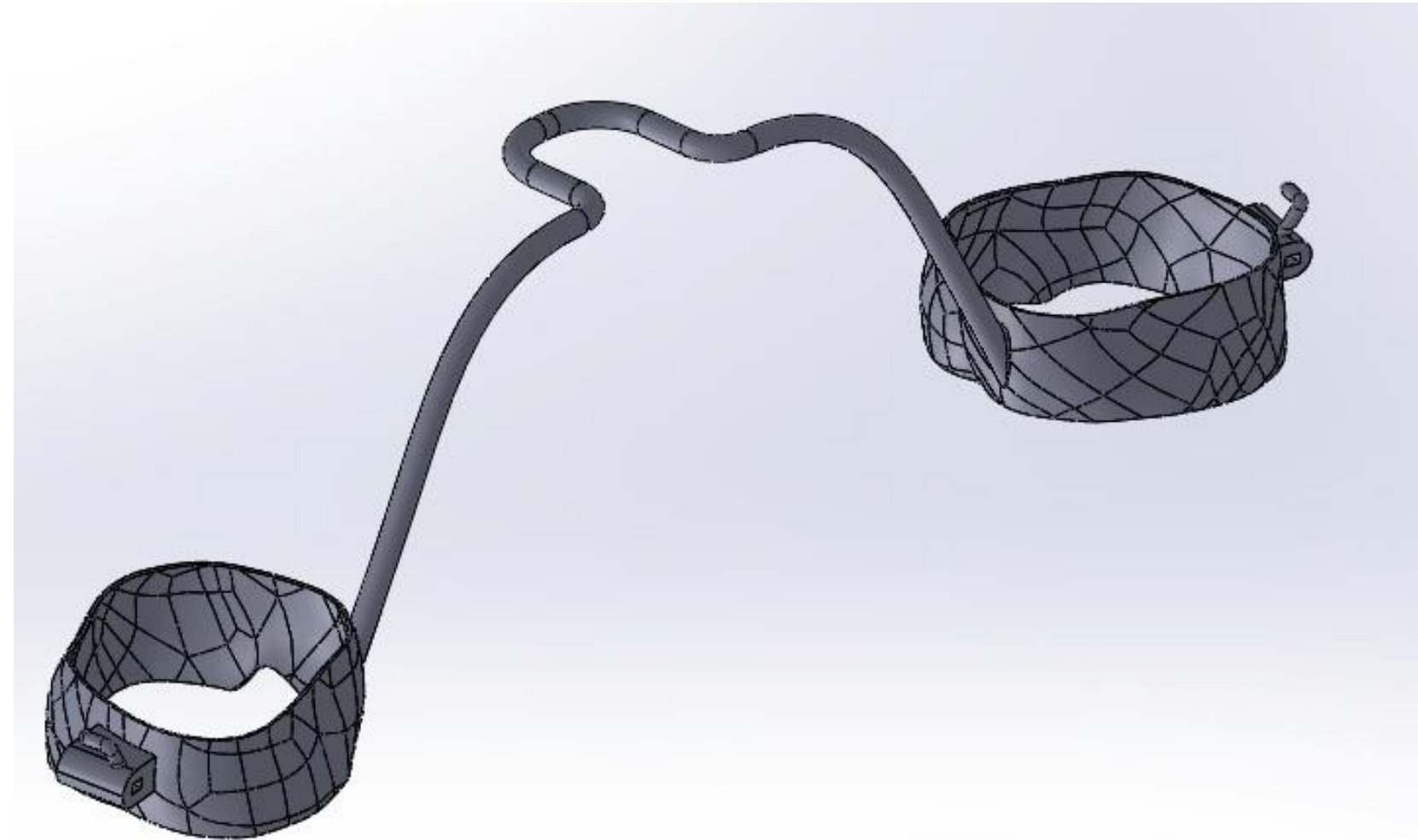
Procedimiento para el Preprocesamiento de la simulación

Se reconstruyó los aditamentos : Arco con pines soldados
 $0,17 * 0,25$.



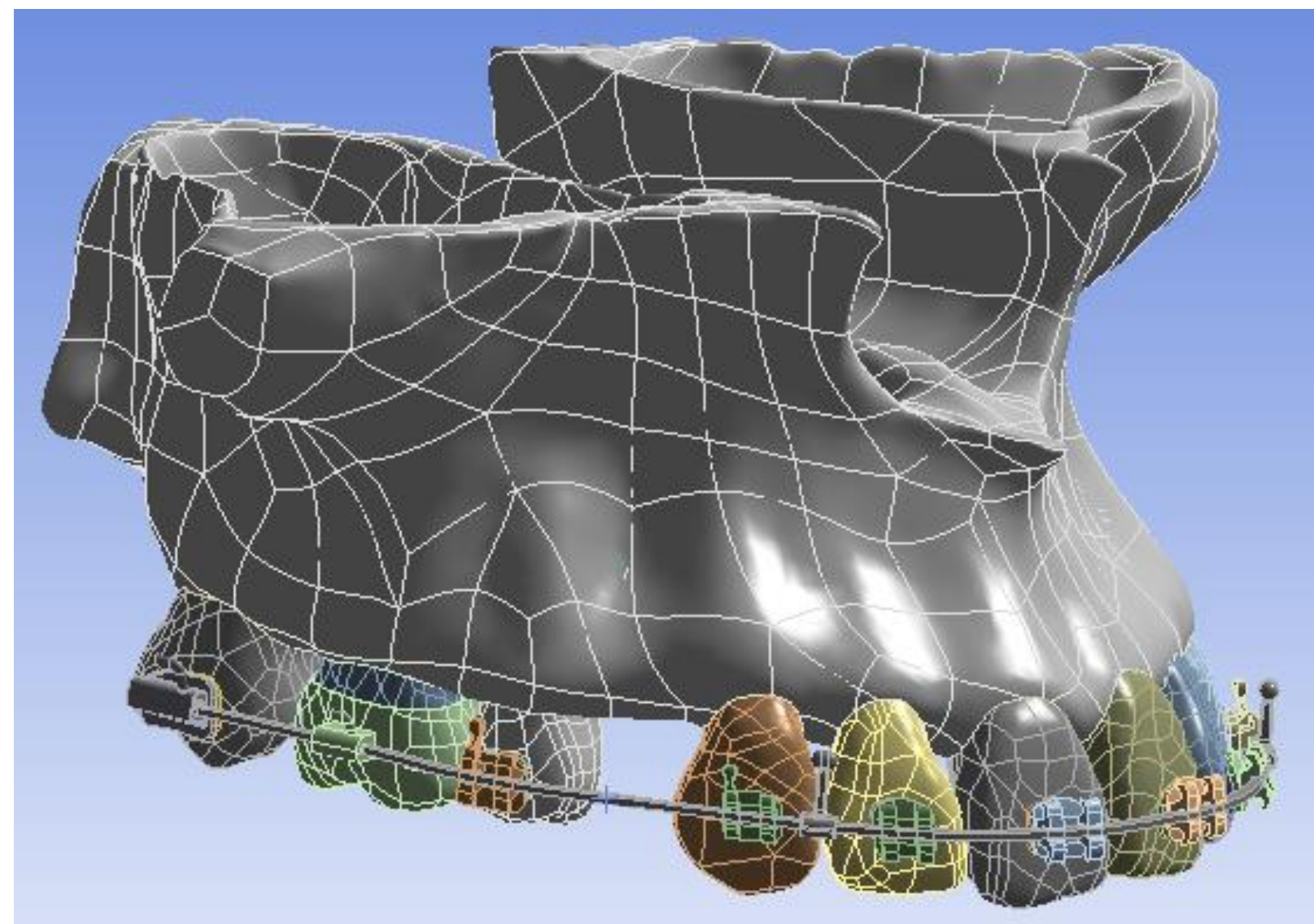
Procedimiento para el Preprocesamiento de la simulación

Se construyó barra transpalatina de anclaje.



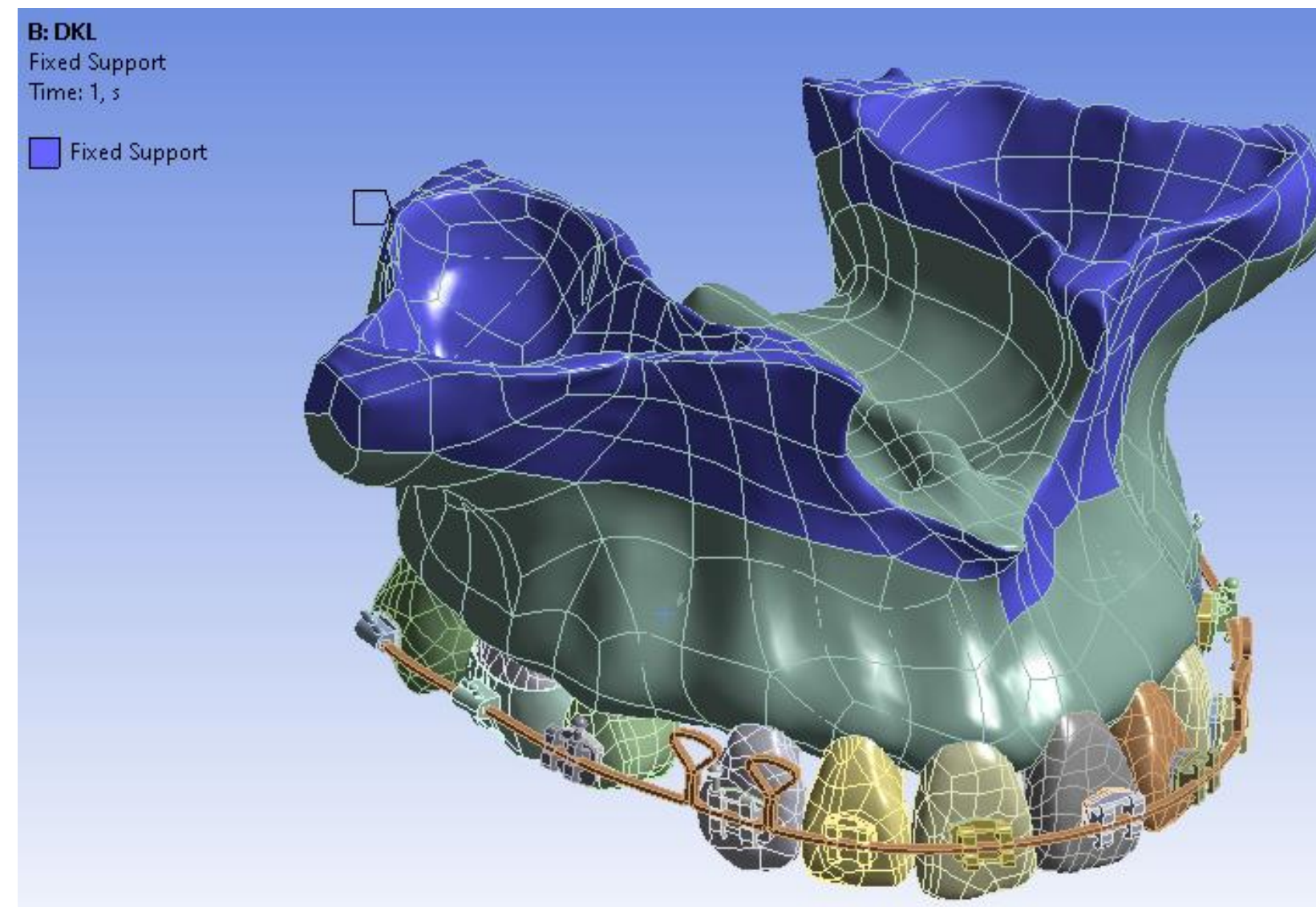
Procedimiento para el Preprocesamiento de la simulación

Posicionamiento de conjunto y cargas de MBT.



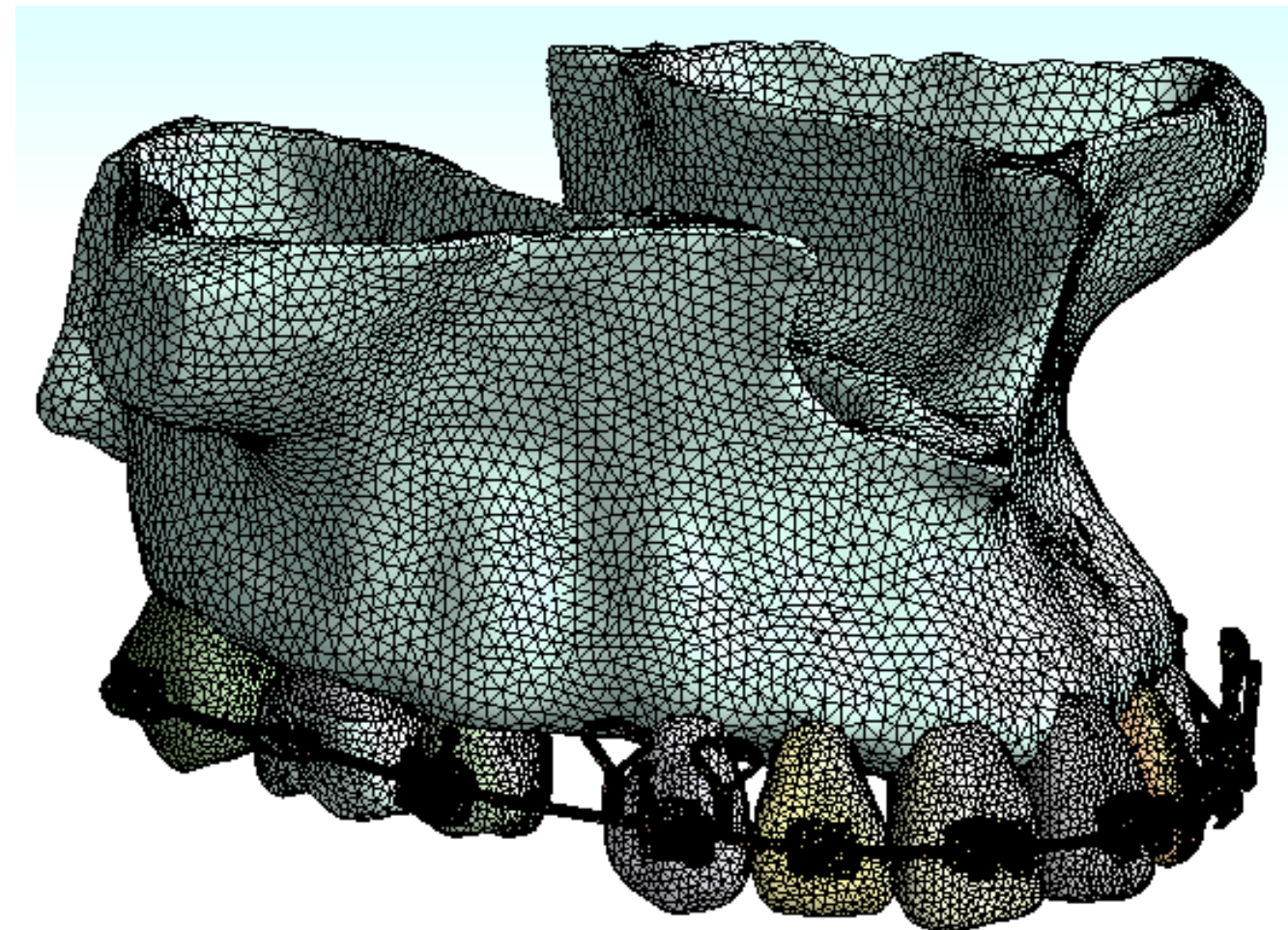
Procedimiento para el Preprocesamiento de la simulación

Posicionamiento de conjunto y cargas ROTH.



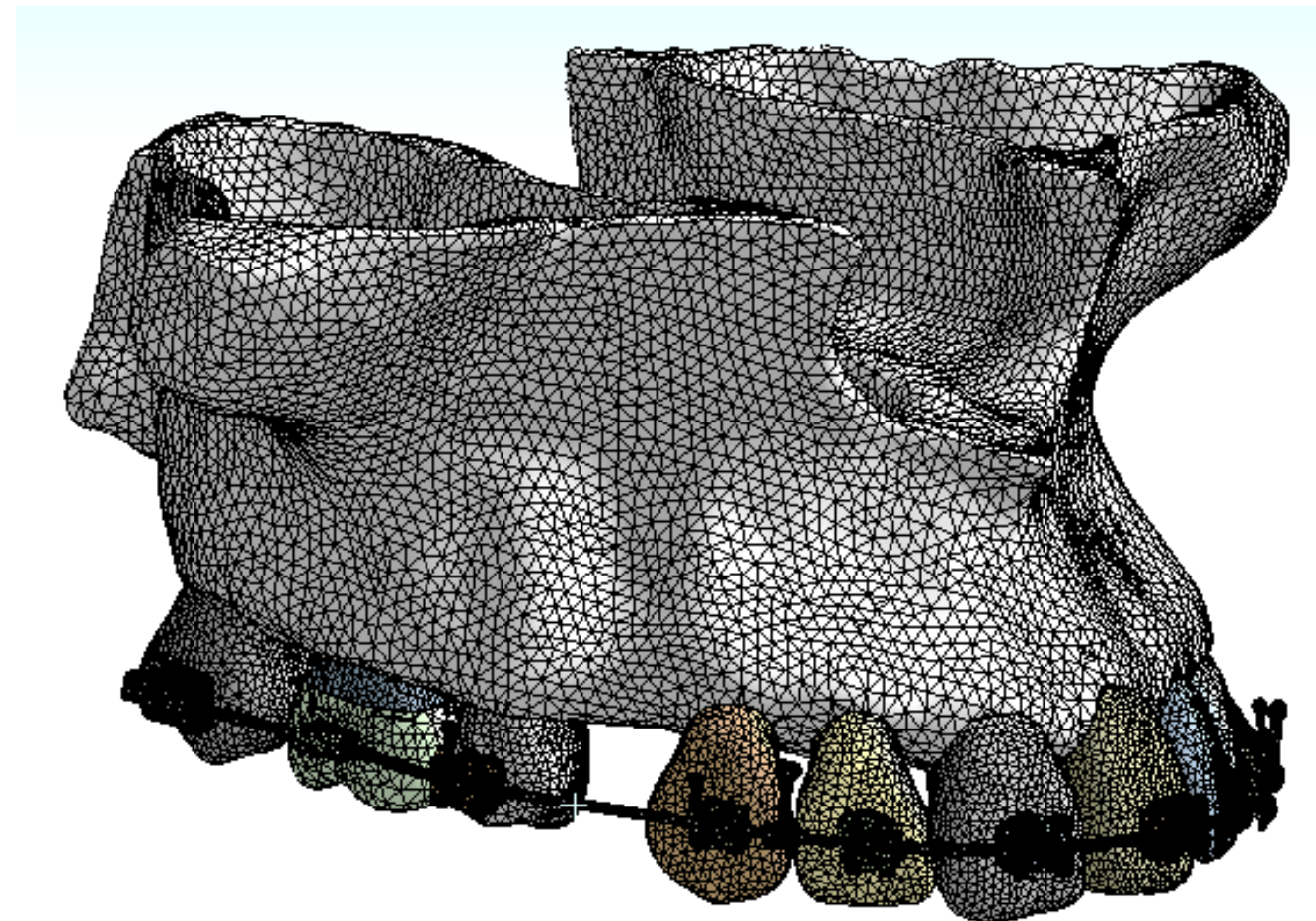
Procedimiento para el Preprocesamiento de la simulación

Generación del modelo de FEM del complejo craneofacial por medio de **Software Utilizado: ANSYS** : Enmallado o la discretización ROTH.



Procedimiento para el Preprocesamiento de la simulación

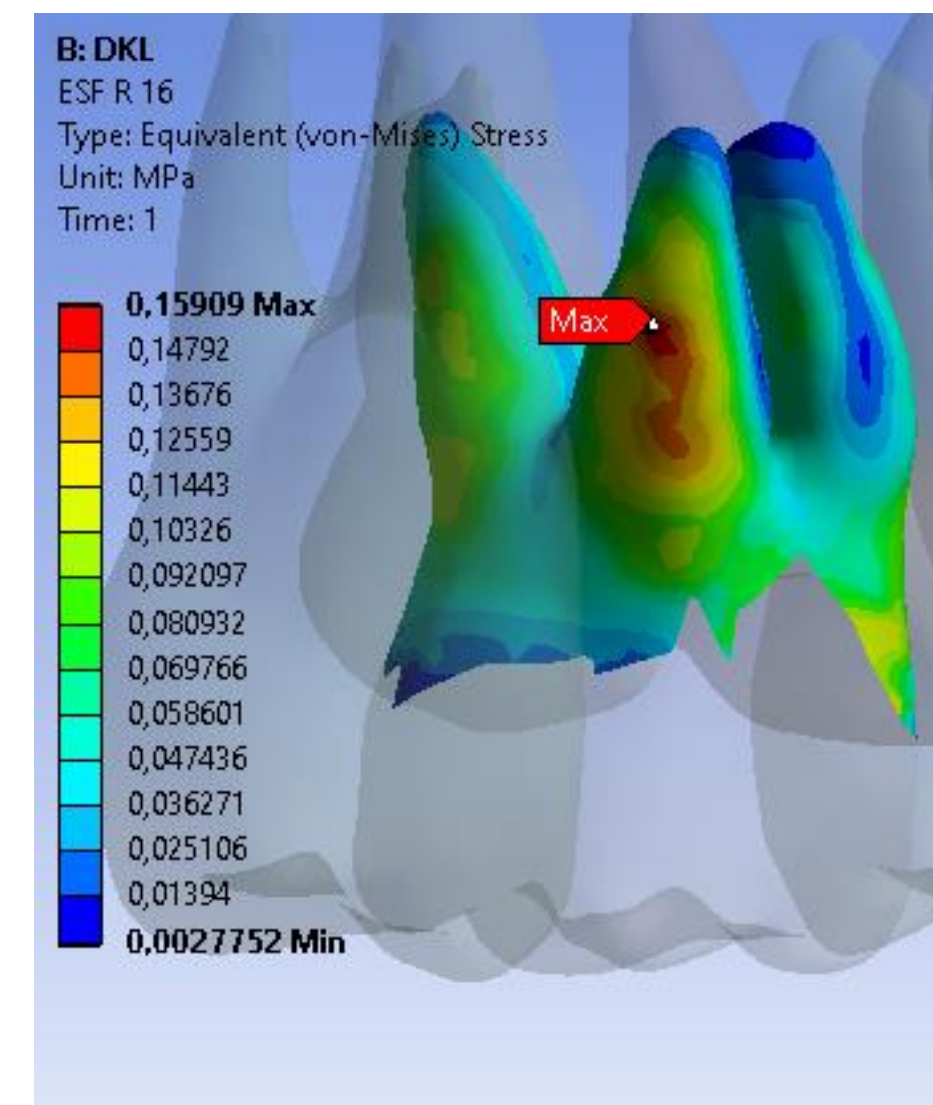
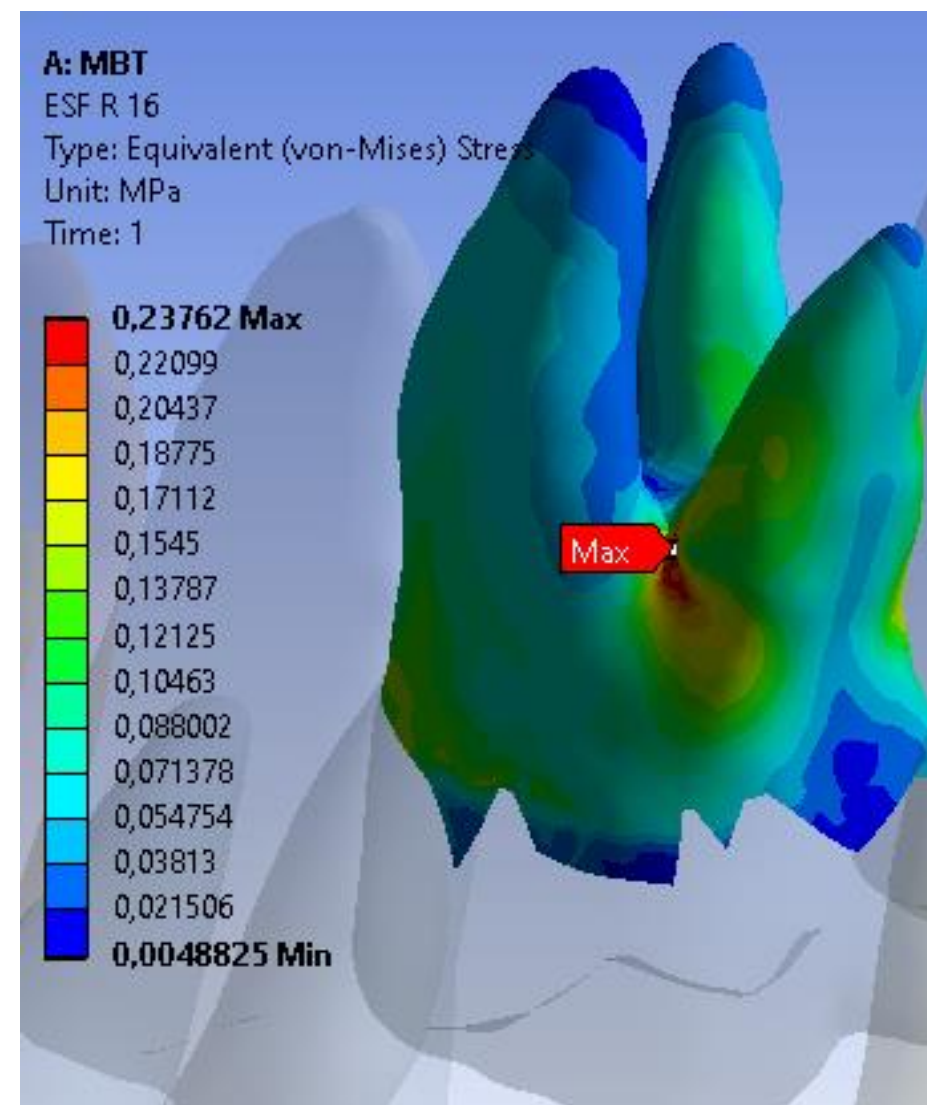
Generación del modelo de FEM del complejo craneofacial
por medio de **Software Utilizado: ANSYS** : Enmallado o la
discretización MBT



PROCESAMIENTO DE LA SIMULACION

**Resolución de ecuaciones
algebraicas lineales**

POST-PROCESAMIENTO PARA LA SIMULACIÓN



Recolección y tabulación de datos

ROTACIONES

CONJUNTO	ESTRUCTURA	RESULTADO
MBT	13	5,711788257E-03
MBT	12	8,986399680E-03
MBT	11	1,114343732E-02
DKL	13	2,309456940E-03
DKL	12	3,629548792E-03
DKL	11	4,498786487E-03

CONJUNTO	ESTRUCTURA	VARIABLE	RESULTADO
MBT	13	ESFUERZO	0,17234
MBT	12	ESFUERZO	0,187632
MBT	11	ESFUERZO	0,085393
MBT	CORTICAL ANTERIORES	ESFUERZO	0,2669
MBT	TRABECULAR ANTERIORES	ESFUERZO	0,046807
MBT	16	ESFUERZO	0,23762
MBT	CORTICAL 16	ESFUERZO	0,17954
MBT	TRABECULAR 16	ESFUERZO	0,072578
MBT	13	DEFORMACIÓN	0,0018141
MBT	12	DEFORMACIÓN	0,0012445
MBT	11	DEFORMACIÓN	0,0018906
MBT	CORTICAL ANTERIORES	DEFORMACIÓN	0,00034814
MBT	TRABECULAR ANTERIORES	DEFORMACIÓN	0,00033632
MBT	16	DEFORMACIÓN	0,0023371
MBT	CORTICAL 16	DEFORMACIÓN	0,00010677
MBT	TRABECULAR 16	DEFORMACIÓN	0,0002361
DKL	13	ESFUERZO	0,1508
DKL	12	ESFUERZO	0,17125
DKL	11	ESFUERZO	0,05905
DKL	CORTICAL ANTERIORES	ESFUERZO	0,41043
DKL	TRABECULAR ANTERIORES	ESFUERZO	0,048925
DKL	16	ESFUERZO	0,15909
DKL	CORTICAL 16	ESFUERZO	0,25648
DKL	TRABECULAR 16	ESFUERZO	0,071904
DKL	13	DEFORMACIÓN	0,0018074
DKL	12	DEFORMACIÓN	0,00059509
DKL	11	DEFORMACIÓN	0,0013952
DKL	CORTICAL ANTERIORES	DEFORMACIÓN	0,00034045
DKL	TRABECULAR ANTERIORES	DEFORMACIÓN	0,0002828
DKL	16	DEFORMACIÓN	0,0019656
DKL	CORTICAL 16	DEFORMACIÓN	0,00017463
DKL	TRABECULAR 16	DEFORMACIÓN	0,00019182

Berdugo L. Monsalve O. Moreno J. Torres A.

Se realizó el análisis comparativo de la deformación, los esfuerzos, rotación e inclinación entre:

Técnica ROTH para
cierre de espacios post
exodoncia con anclaje
barra transpalatina.

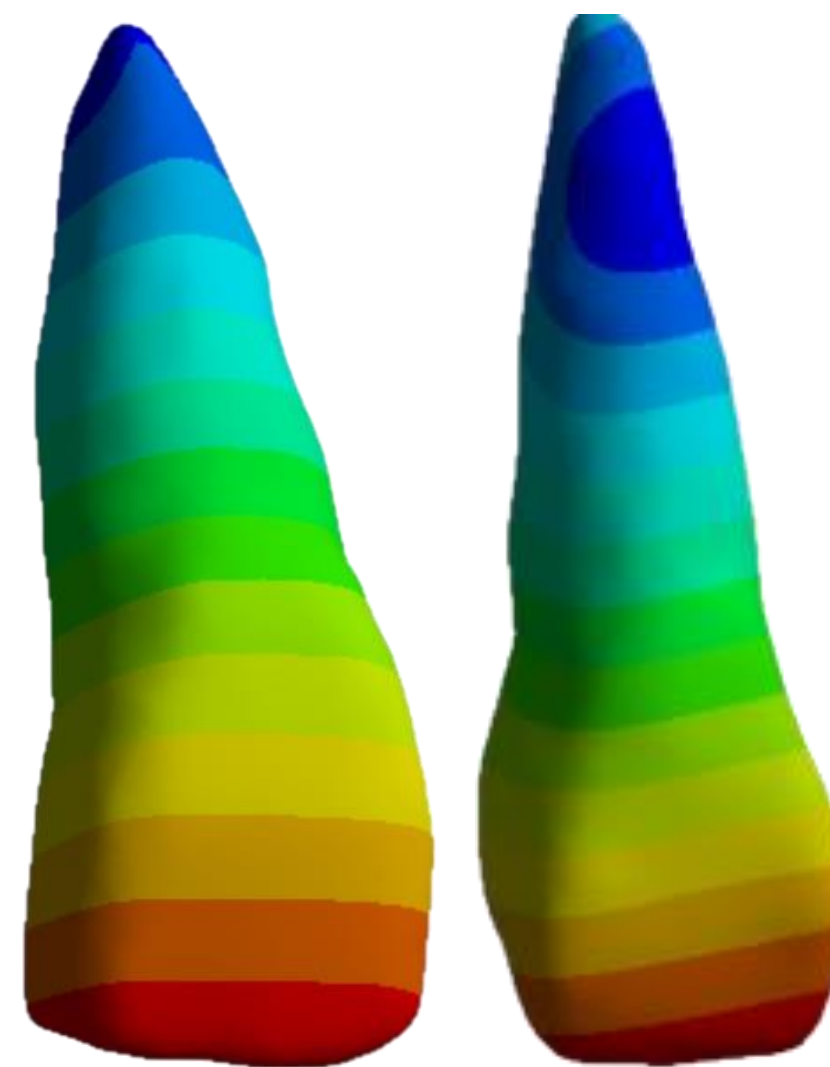
Sistema 3 de retracción
técnica MBT para el
cierre de espacios post
exodoncia con anclaje
barra transpalatina.

RESULTADOS

RETROINCLINACIÓN DE DIENTES ANTERIORES

SISTEMA DKL-ROTH

Incisivo central superior
derecho (11)
> Retroinclinación
4,1287°.



SISTEMA Tieback-MBT

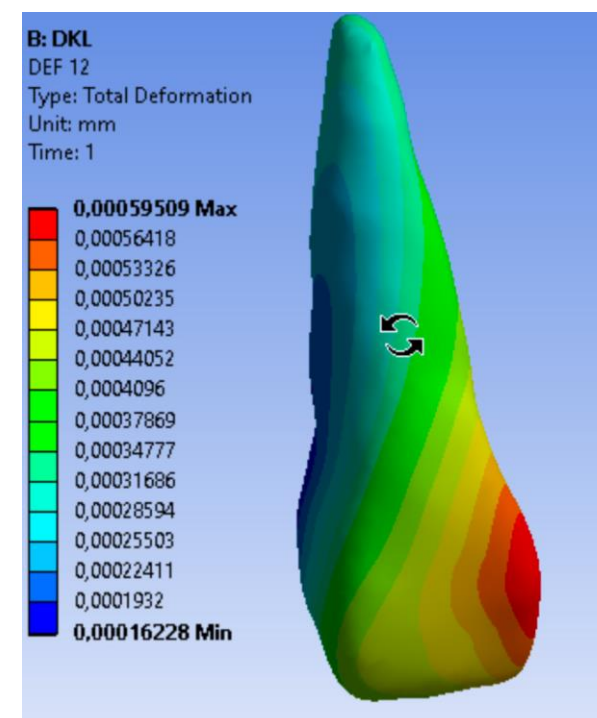
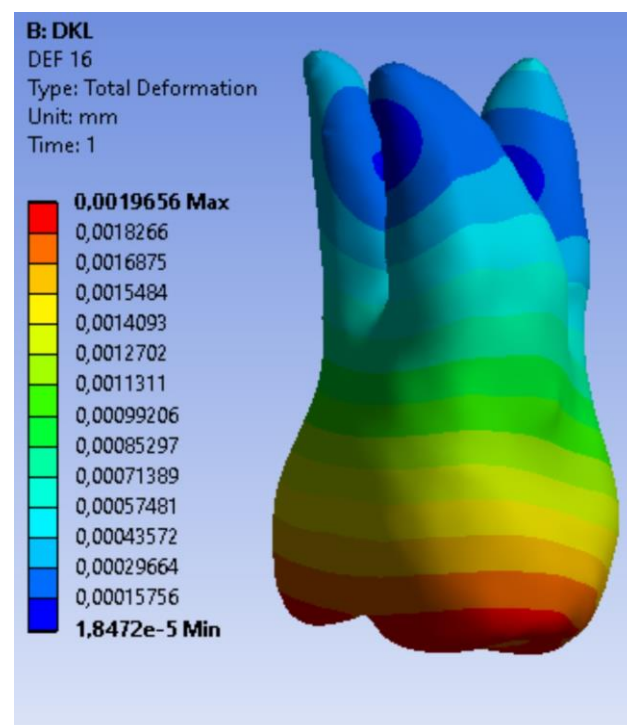
Incisivo central superior
derecho (11) >
Retroinclinación 4,2837°.

DEFORMACIONES A NIVEL DENTAL

SISTEMA DKL-Roth

>1er molar superior
(16) en la superficie
oclusal

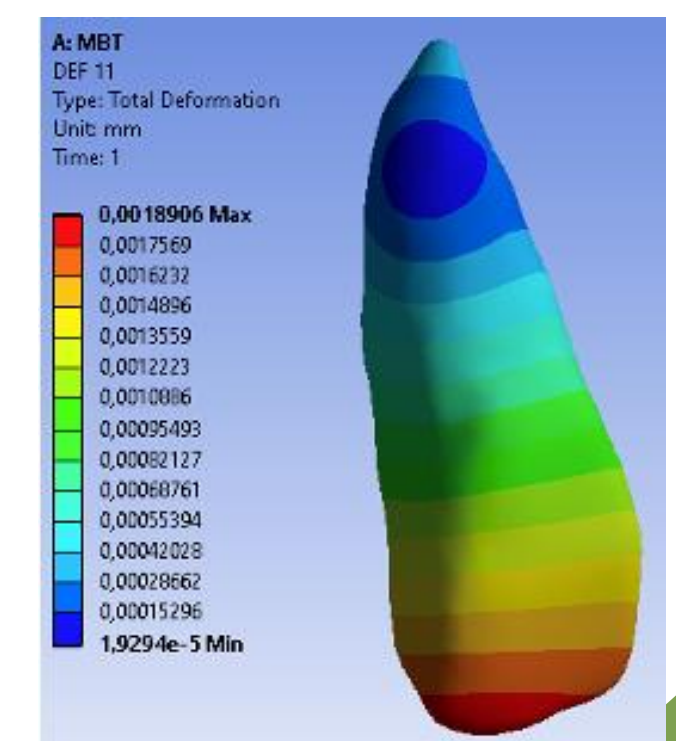
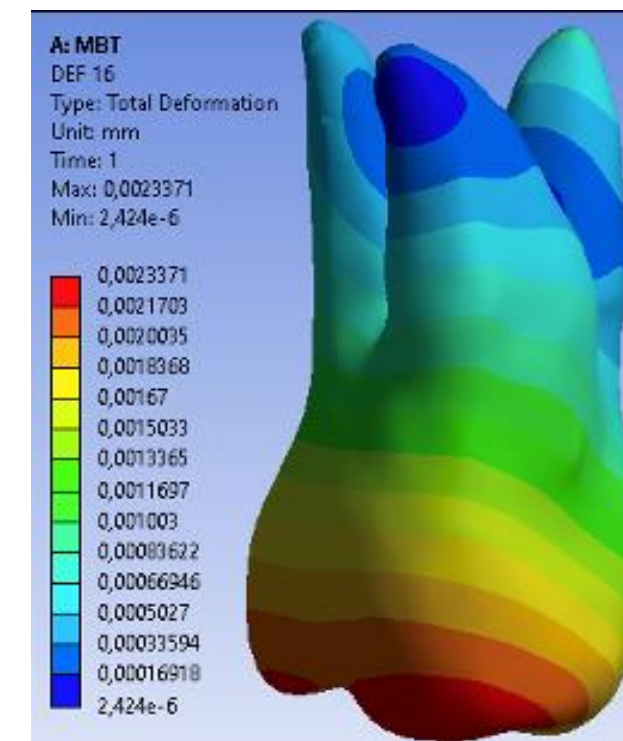
<Incisivo lateral
superior (12) en
tercio apical



SISTEMA MBT/Tieback

>1er molar superior
derecho (16) en
superficie oclusal

<Incisivo central
superior(11) en
tercio apical

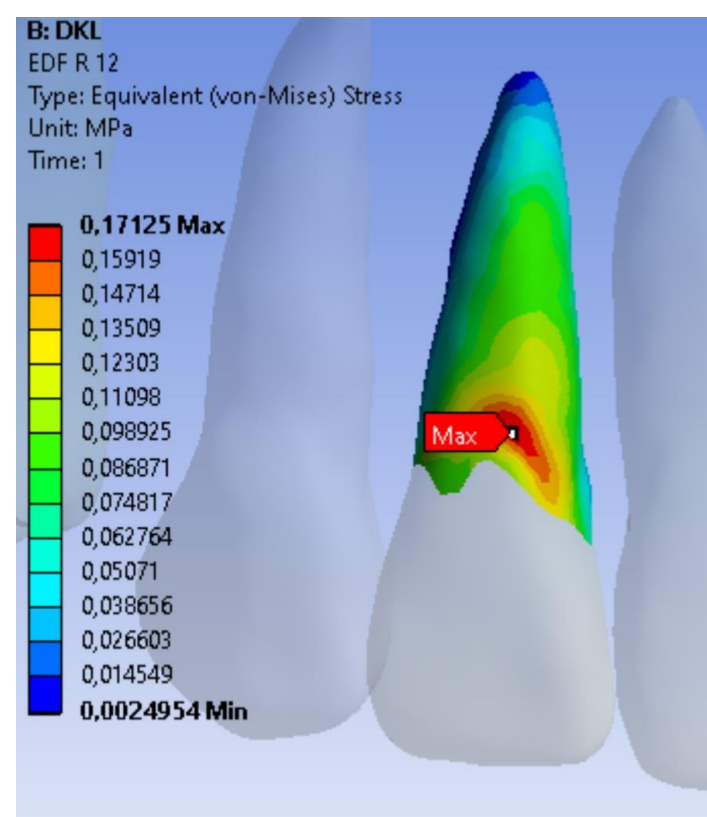
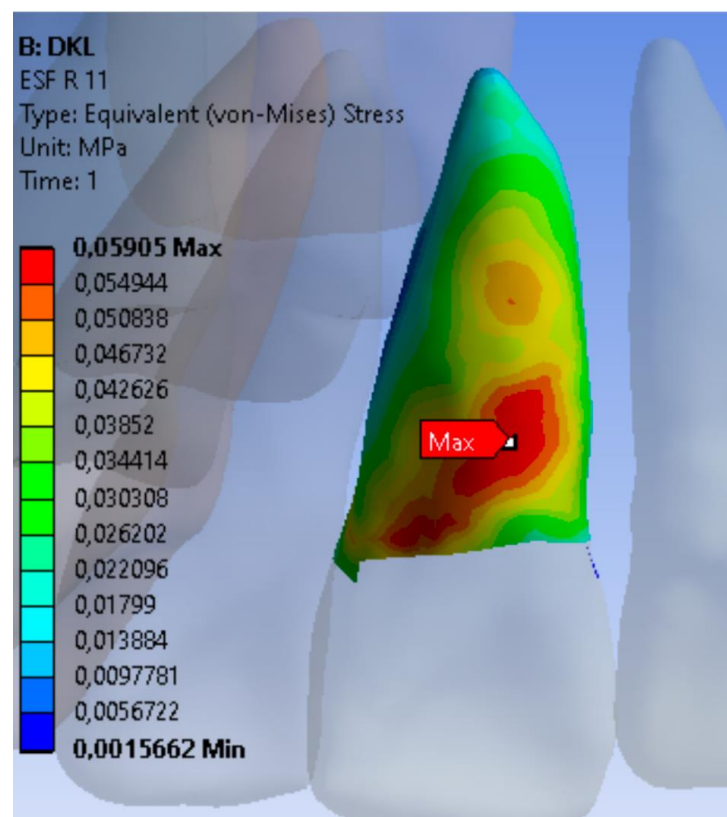


ESFUERZO A NIVEL DENTAL

SISTEMA DKL-Roth

< Incisivo central superior derecho (11) en zona apical

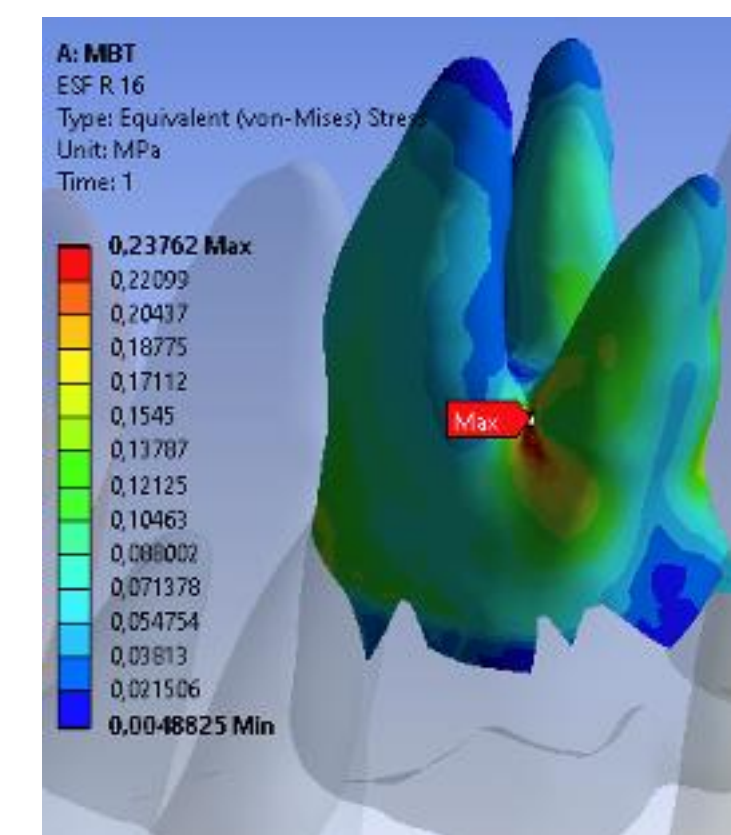
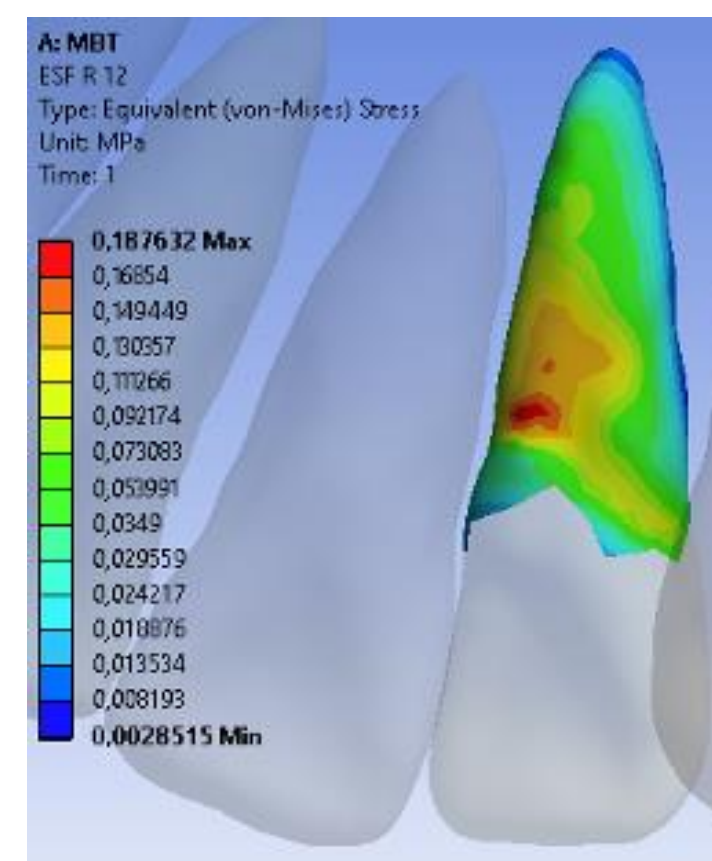
> Incisivo lateral superior derecho (12) en superficie cérvico vestibular



SISTEMA MBT/Tieback

< Incisivo lateral superior derecho (12) a nivel apical

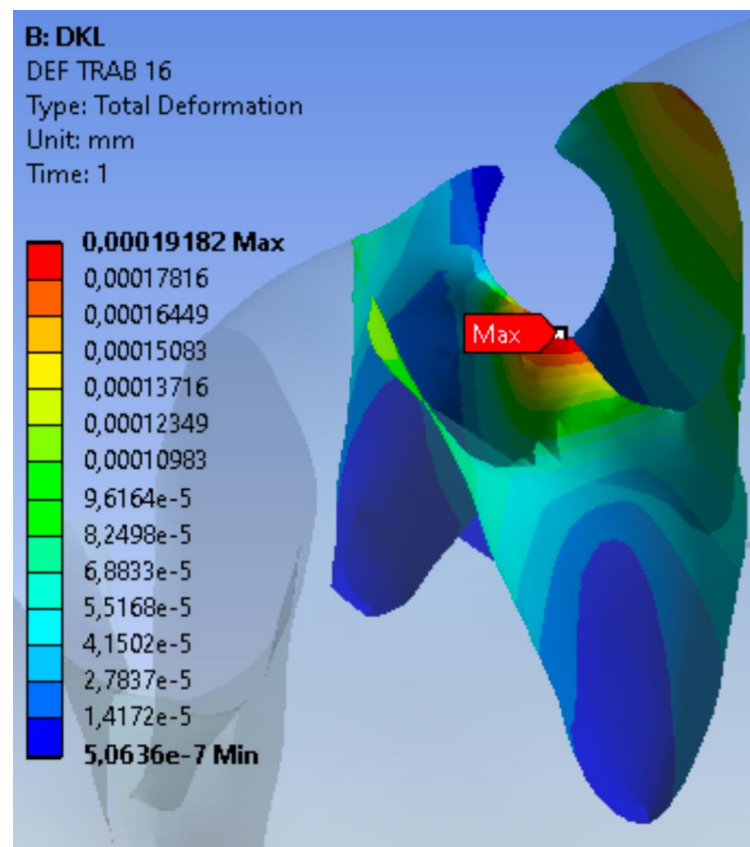
> 1er molar superior derecho (16) a nivel de furca en raíz palatina



DEFORMACIÓN A NIVEL DE HUESO TRABECULAR

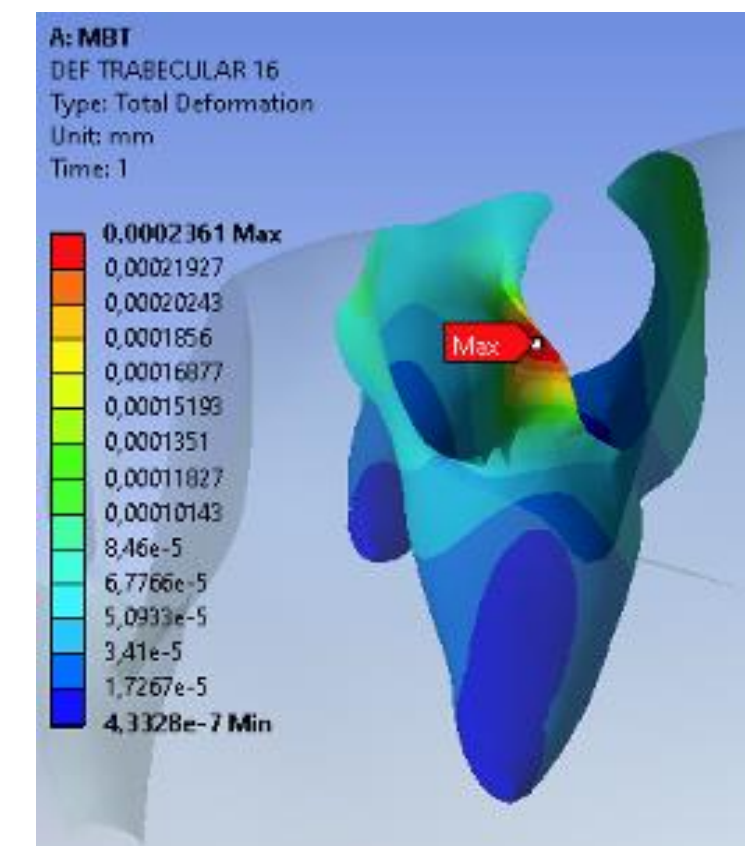
SISTEMA DKL-Roth

>1er molar superior derecho (16)
Interradicular vestibular.
< Ápice radicular.



SISTEMA Tieback-MBT

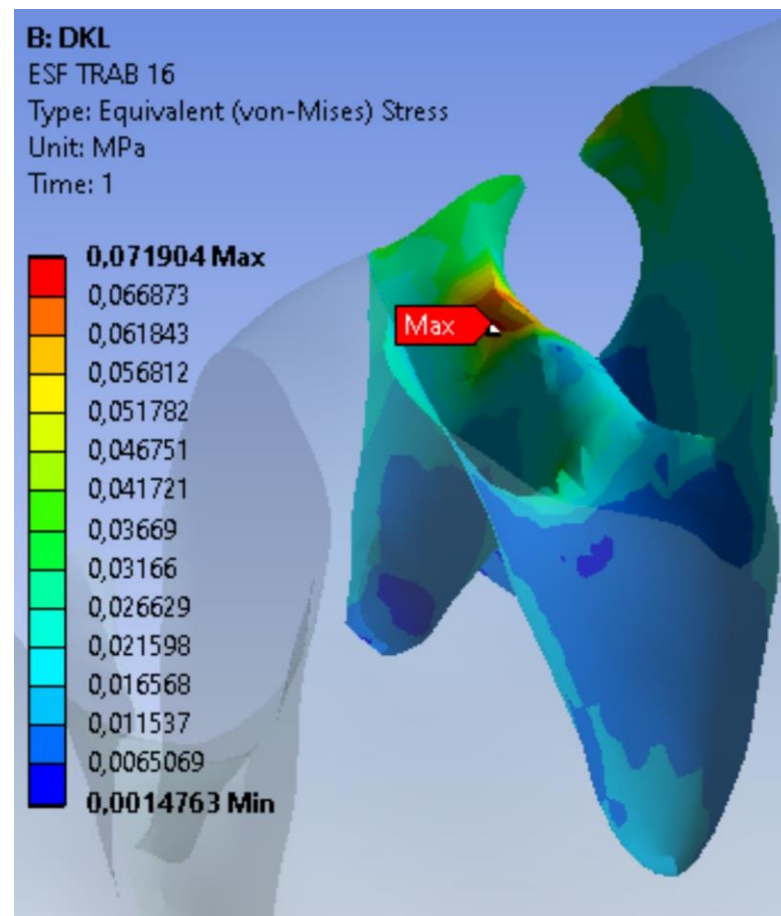
>1er molar superior derecho
zona interradicular vestibular.
< Ápice radicular.



ESFUERZO A NIVEL DE HUESO TRABECULAR

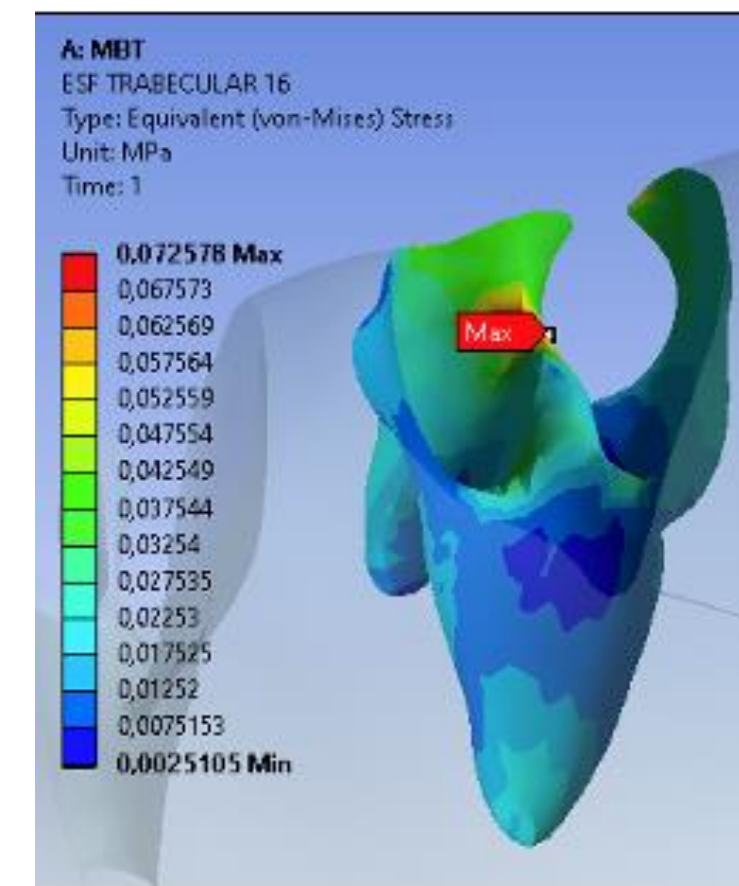
SISTEMA DKL-Roth

>1er molar superior derecho (16)
En zona interradicular vestibular.
< En ápice radicular.



SISTEMA Tieback-MBT

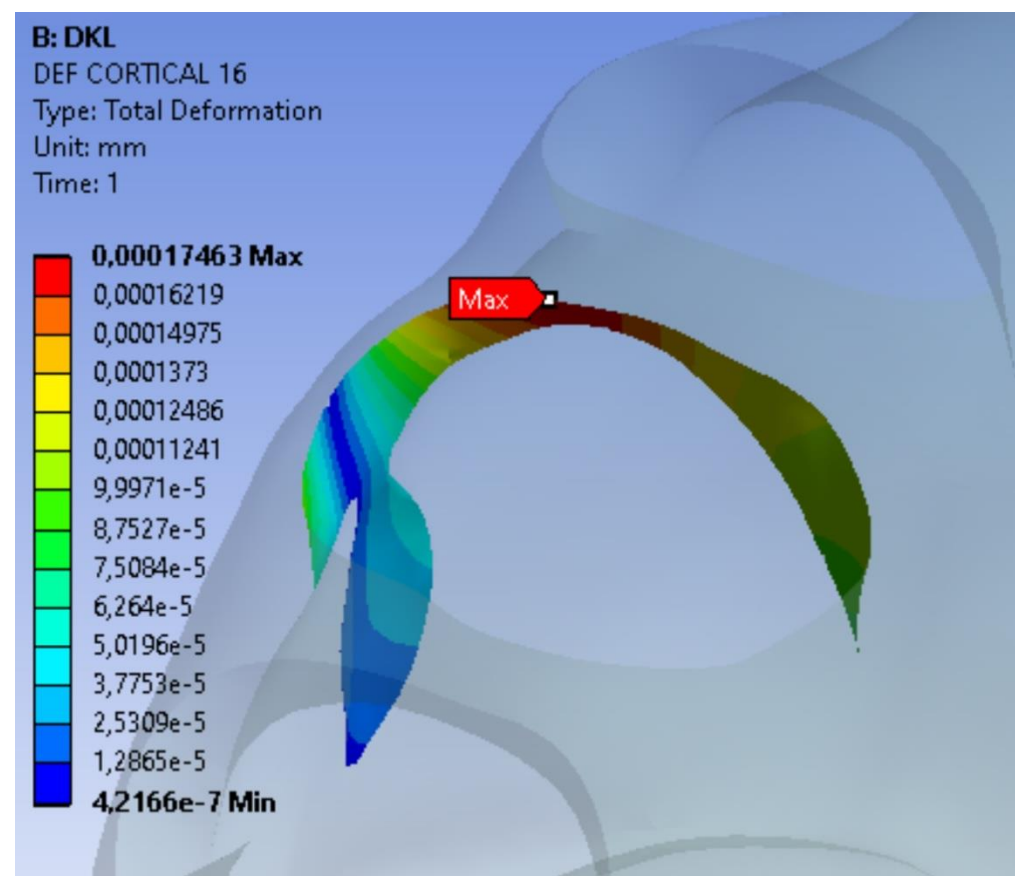
>1er molar superior derecho (16)
En zona interradicular vestibular
< En ápice radicular.



DEFORMACIÓN A NIVEL DE HUESO CORTICAL

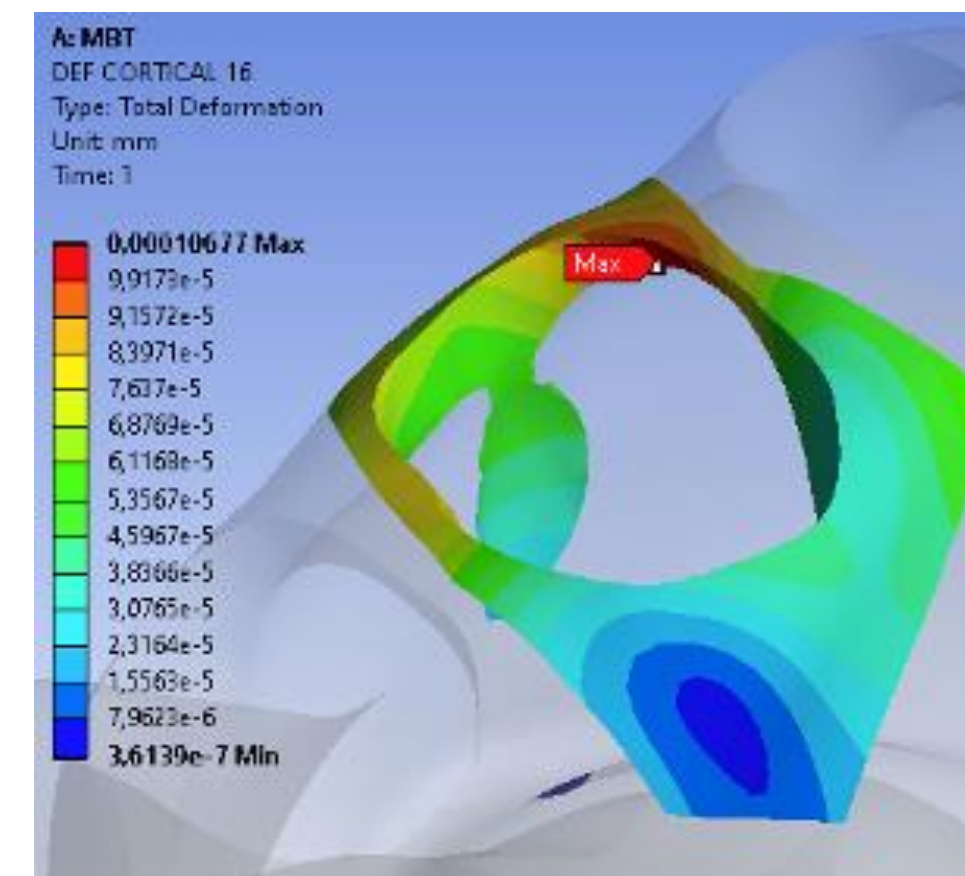
SISTEMA DKL-Roth

>1er molar superior derecho (16) en zona meso-vestibular.



SISTEMA Tieback-MBT

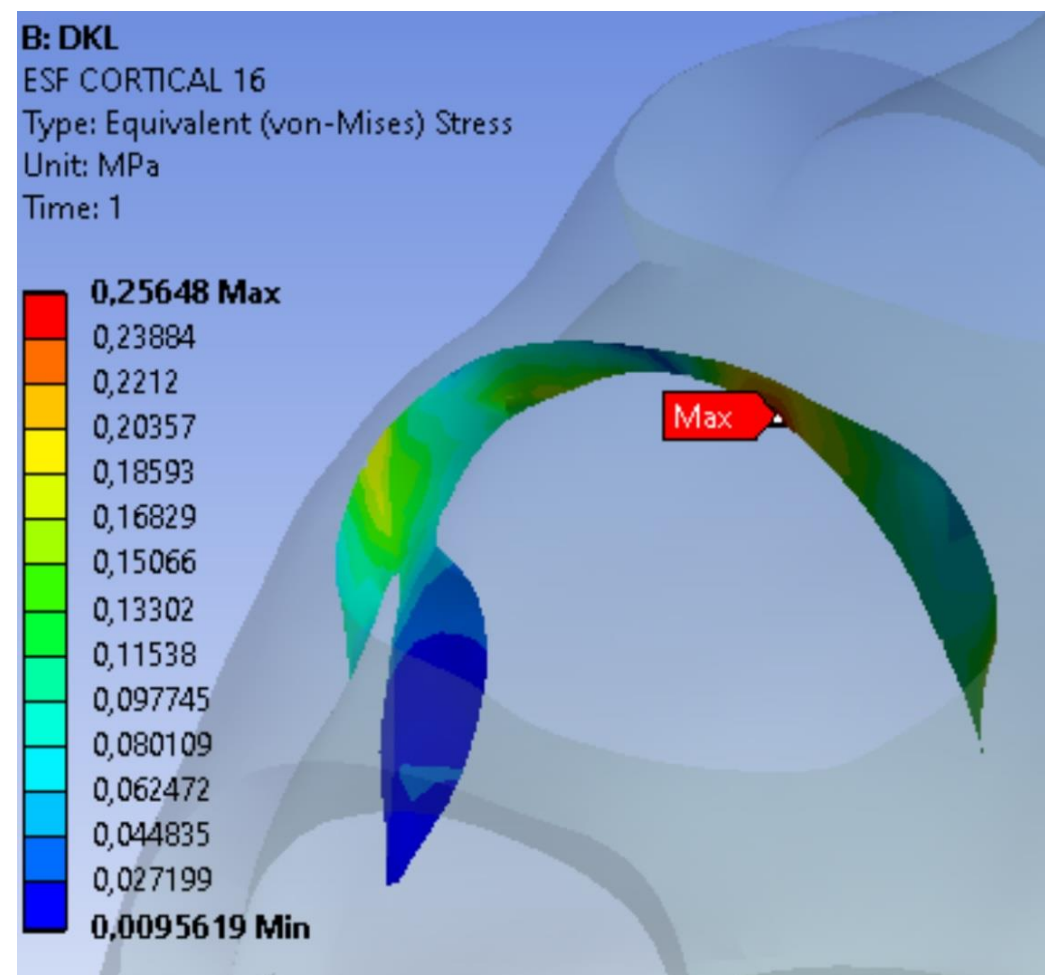
>1er molar superior derecho (16) en zona meso-vestibular.



ESFUERZO A NIVEL DE HUESO CORTICAL

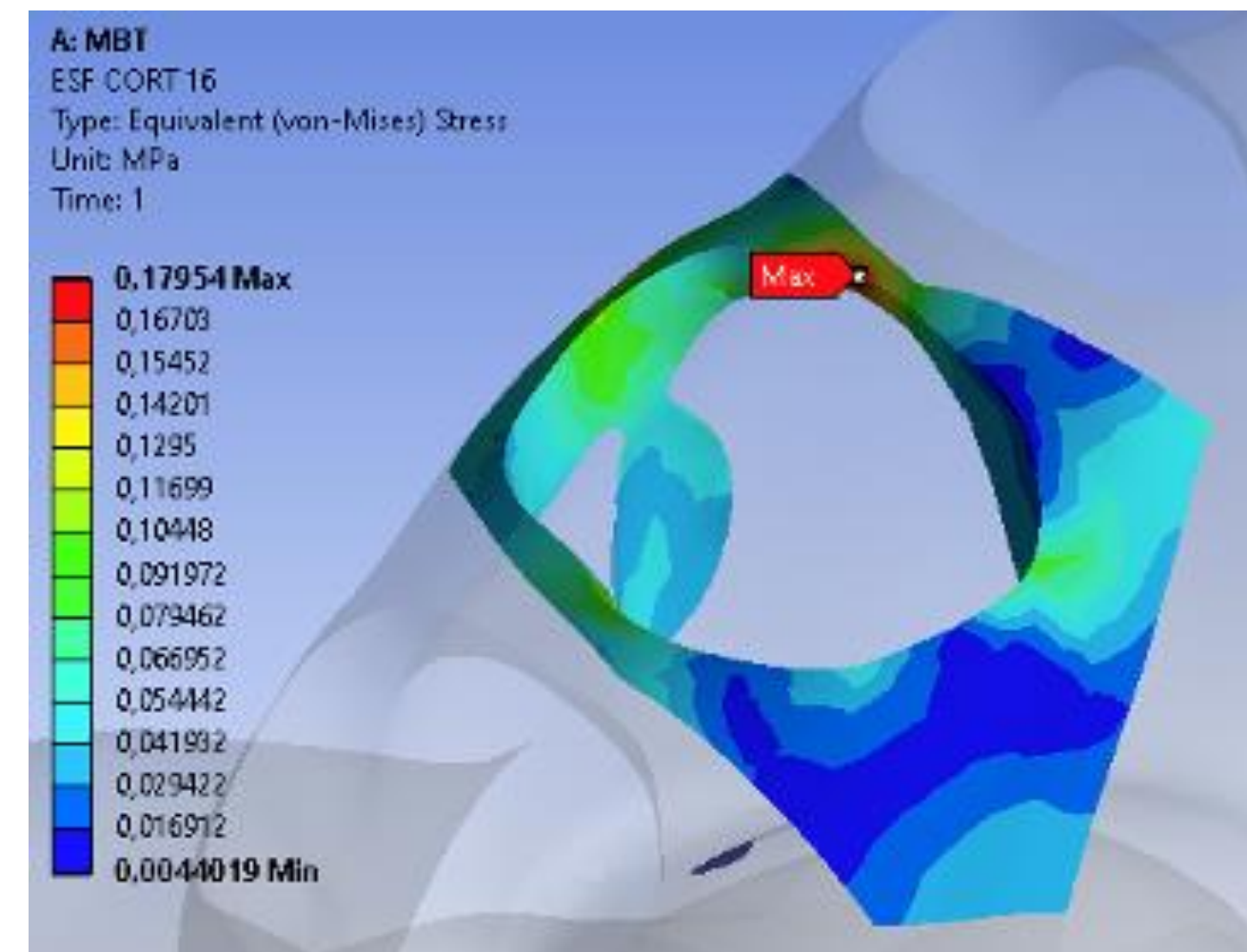
SISTEMA DKL-Roth

>1er molar superior derecho (16)
en zona interradicular vestibular.



SISTEMA Tieback-MBT

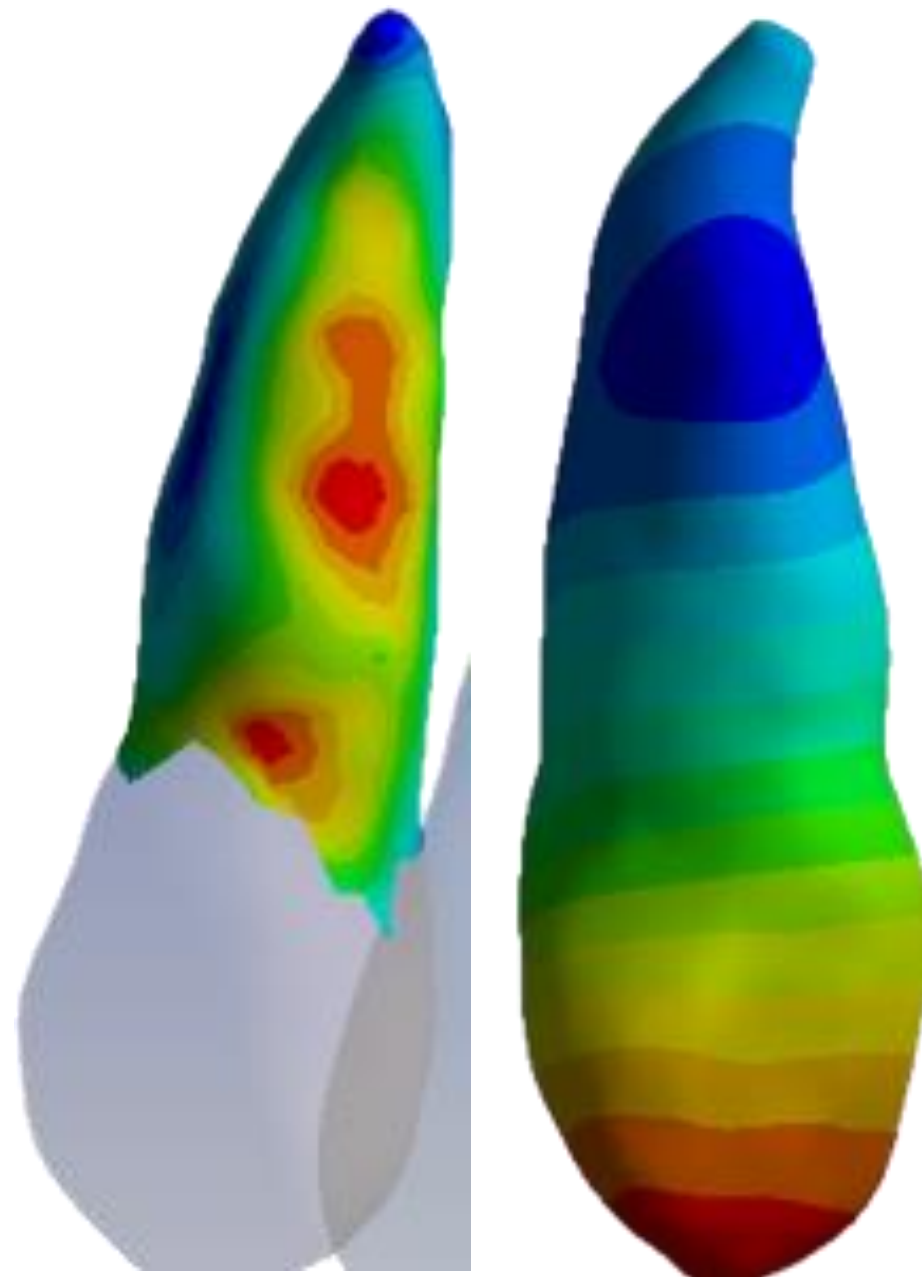
>1er molar superior derecho (16)
en zona interradicular vestibular



ROTACIÓN

SISTEMA DKL-ROTH

Canino superior derecho
(13)
< rotación.



SISTEMA Tieback-MBT

Canino superior derecho
(13)
> rotación.

DISCUSIÓN

COZZANI ET AL. (2020)

MBT mostró mayor retroinclinación de incisivos superiores comparado con Alexander, Gianelly y Roth.

Desplazamiento palatino de la corona y vestibular de la raíz (pérdida de torque).

Se comparó mediante FEM, MBT generó mayor retroinclinación frente a Roth.

Se confirma el comportamiento descrito en la literatura.



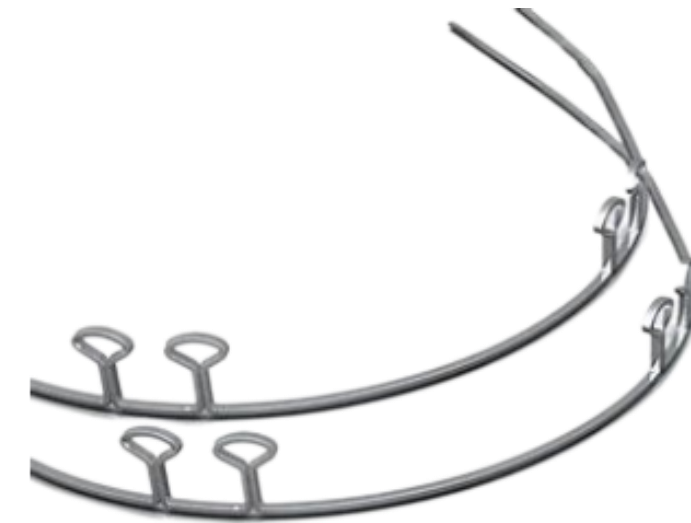
LIU ET AL. (2021) / KUMAR ET AL. (2018)

DKL aumenta la relación momento/fuerza, favoreciendo traslación y reduciendo rotación indeseada.

Mejor control del movimiento del canino.

MBT mostró mayor rotación de caninos frente a Roth.

Roth - DKL podría ofrecer mejor control rotacional.

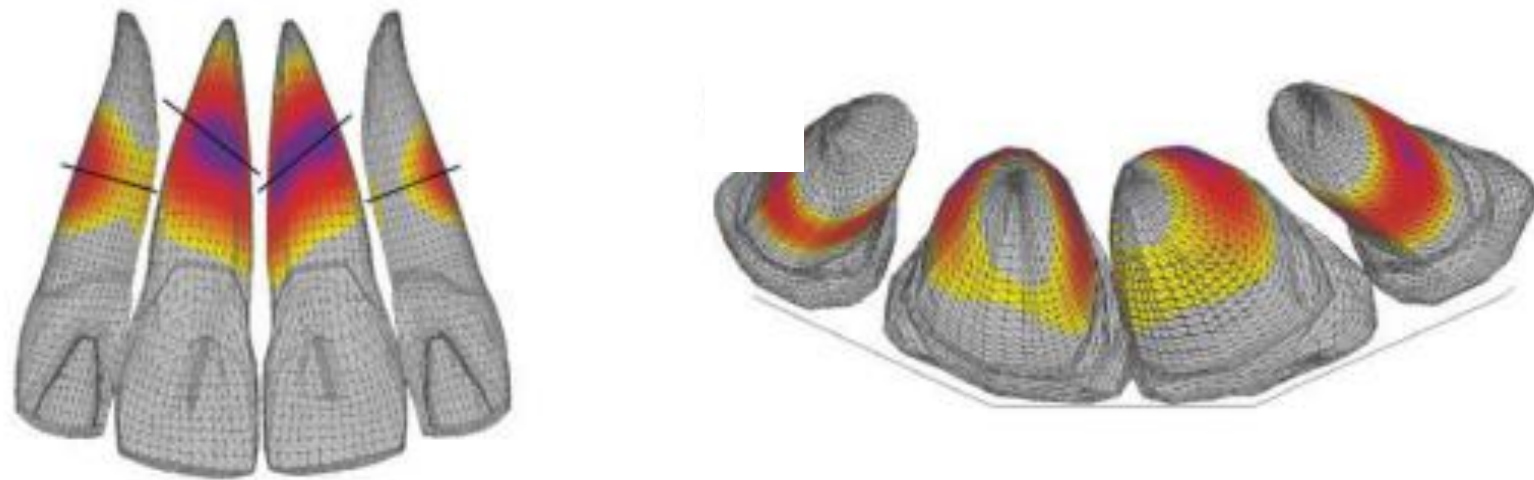


Berdugo L. Moreno J. Monsalve Torres A.

REIMANN ET AL. 2007

Cada diente responde de forma independiente a las fuerzas aplicadas.

No existe un único centro de resistencia para el segmento anterior.



Diferencias individuales en inclinaciones:

Roth: #11 ($4,1^\circ$), #12 ($3,9^\circ$), #13 ($3,5^\circ$).

MBT: #11 ($4,2^\circ$), #12 ($4,0^\circ$), #13 ($3,8^\circ$).

Se confirma la respuesta individualizada de cada incisivo.

CONCLUSIONES



El análisis por elementos finitos demostró que tanto MBT como ROTH son efectivos en el cierre de espacios con retracción anterior; MBT mostró mayor retroinclinación y rotación canina, mientras ROTH concentró esfuerzos en áreas corticales, diferencias que deben considerarse en la planificación clínica.



Al evaluar las deformaciones y esfuerzos a nivel óseo cortical y trabecular se observó que la técnica ROTH concentró los mayores esfuerzos en hueso cortical mesial del primer molar superior, mientras MBT lo hizo en la furca a nivel trabecular; por ello, es esencial considerar la densidad ósea y controlar la activación para prevenir sobrecargas y pérdida ósea



Los resultados mostraron rotaciones en los caninos en ambas técnicas, siendo más marcada en MBT.

Esto sugiere que MBT genera una mayor tendencia a la rotación canina durante la retracción lo cual se debe tener en cuenta al momento de seleccionar la técnica de acuerdo al caso clínico.

Necesidades clínicas en el cierre de espacios con retracción anterior

MBT

- Mayor tendencia a la rotación canina
- Mayor retroinclinación

ROTH

- Esfuerzos en áreas corticales
- En casos donde la densidad ósea sea baja

RECOMENDACIONES

A nivel de futuros estudios: Evaluar otros tipos de anclaje como mini-implantes, puede cambiar mucho la distribución de fuerzas.

Comparar más prescripciones, considerar variaciones de brackets/arcos y usando el método de FEM.

REFERENCIAS

1. Proffit WR. Ortodoncia contemporánea [Internet]. 6a ed. Elsevier; 2019 [citado el 6 de octubre de 2025]
2. . Kattner PF, Schneider BJ. Comparison of Roth appliance treatment results and standard edgewise. Angle Orthod. 1993;63(6):409-16
3. McLaughlin, Bennett, Trevisi. Ortodoncia-Mecanica Sistematizada del Tratamiento Ortodoncico. 2001
4. Zablocki HL, McNamara JA, Franchi L, Baccetti T. Effect of the transpalatal arch during extraction treatment. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. junio de 2008;133(6):852–60.
5. Sangcharearn Y, Ho C. Effect of incisor angulation on overjet and overbite in class II camouflage treatment: A typodont study. Angle Orthodontist. noviembre de 2007
6. Tominaga JY, Ozaki H, Chiang PC, Sumi M, Tanaka M, Koga Y, et al. Effect of bracket slot and archwire dimensions on anterior tooth movement during space closure in sliding mechanics: A 3-dimensional finite element study. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics [Internet]. 2014
7. Cozzani M, Sadri D, Nucci L, Jamilian P, Pirhadirad AP, Jamilian A. The effect of Alexander, Gianelly, Roth, and MBT bracket systems on anterior retraction: a three-dimensional finite element study. Clin Oral Investig. 2020 Mar 1;24(3):1351-1357.
8. Liu J, Zhang D, Xu L, Cai S, Guo J, Chen J, et al. Mechanical force system of double key loop with finite element analysis. BMC Oral Health. 2021 Dec 1;21(1):627.
9. Reimann S, Keilig L, Jäger A, Bourauel C. Biomechanical finite element investigation of the position of the centre of resistance of the upper incisors. Eur J Orthod. 2007 Jun;29(3):219-224.

GRACIAS