



Institución  
Universitaria  
**COLEGIOS**  
de Colombia  
**UNICOC**

**«COMPARACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES EN LA UNIDAD DENTO ALVEOLAR, EL ALAMBRE Y EL BRACKET UTILIZANDO ARCO DE GUMMETAL Y NITINOL 0.018 X 0.022 MEDIANTE ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS»**

# INVESTIGADORES

FORERO CLAUDIA  
SANCHEZ CATALINA  
GIRON ANDRES

# **ASESORES**

## **CIENTIFICO**

**DRA. DIANA ISABEL PACHECO BLANCO**  
**OD. Esp. Ortodoncia y Ortopedia Maxilar**

## **METODOLOGICO**

**DRA PIEDAD MALAVER**  
**OD. Ms Biología Énfasis Genética Humana**

## **METODOLOGICO EXTERNO**

**ING. DIEGO PUERTO**  
**Ingeniero Mecánico**

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Qué diferencia existe en la distribución de esfuerzos y deformaciones en la unidad dento alveolar, el alambre y el bracket utilizando arco de Gummetal y Nitinol 0.018 x 0.022 aplicando una fuerza de 0.9807 Newton mediante análisis de elementos finitos?

# JUSTIFICACIÓN

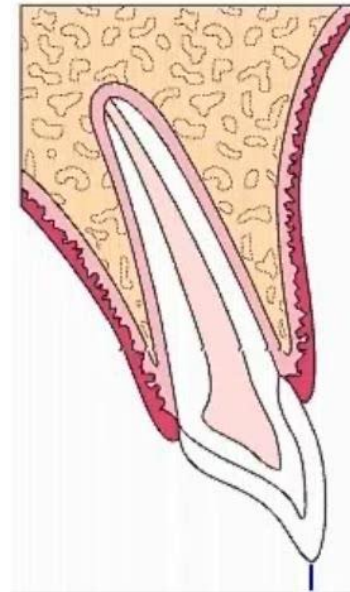
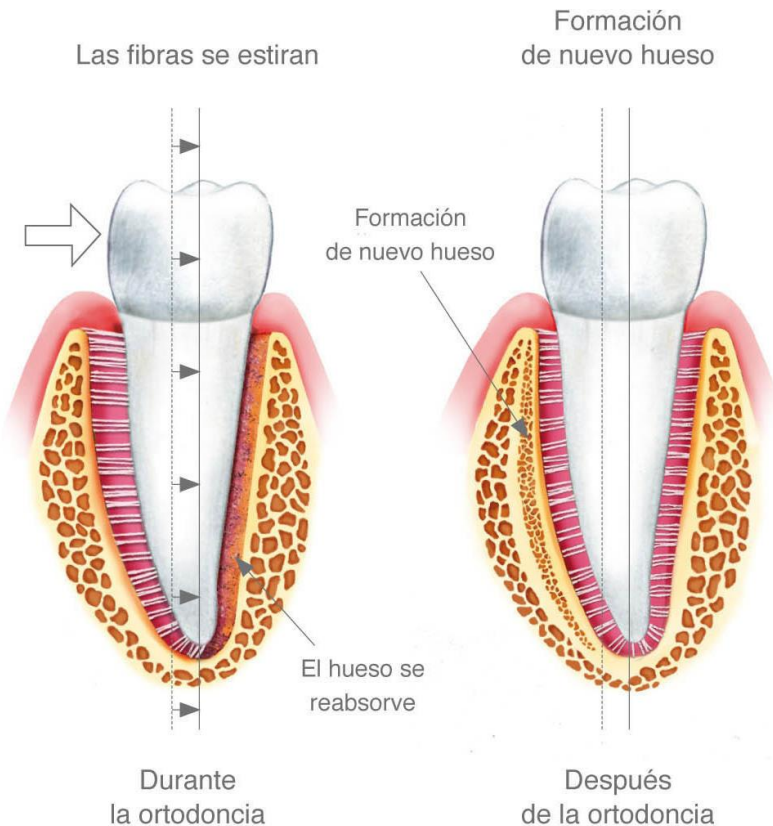
Siendo el Gummetal una aleación relativamente nueva es importante que el profesional conozca estudios donde se pruebe la diferencia entre esta aleación y otras usadas comúnmente en ortodoncia como es el Nitinol, esto con el fin de proporcionar bases científicas para su uso.

# PROPOSITO

Permite confirmar las propiedades y beneficios del Gummetal así como el uso seguro de la aleación.

# MARCO TEÓRICO

# FISIOLOGÍA DEL MOVIMIENTO



**MOVIMIENTO DENTARIO**

**FUERZAS OPTIMAS**

**TIPOS DE HUESO**

- Consolaro A, Bianco R, Advancements in the knowledge of induced tooth movement: Idiopathic osteosclerosis, cortical bone and orthodontic movement, Dental Press J Orthod. 2012; (17) 12-18
- Scaf R, Dorigatti É, De Souza J, Vilas A, Combination of Orthodontic Movement and Periodontal Therapy for Full Root Coverage in a Miller Class III Recession: A Case Report with 12 Years of Follow-up, Braz Dent J; 2012; (23) 758-763
- Castellazzi R, De Mendonça M, Aparecido O. Histomorphometric Evaluation Of Periodontal Compression And Tension Sides During Orthodontic Tooth Movement In Rats, Dental Press J Orthod. 2012; (17); 108-135

# GUMMETAL

El laboratorio central de Toyota (TCRD) anunció la aleación compuesta de **Ti-Nb-Ta-Zr-O**

Esta aleación marca la atención tanto de los físicos y metalúrgicos debido a su atractivo mecánico, propiedades y mecanismos de deformación según sus formas únicas.

- Morris J, Hanlumuang Y, Sherburne M, Withey E, Chrzan D, Kuramoto S, Hayashi Y, Hara M. Anomalous transformation-induced deformation in (1 1 0) textured Gum Metal; Acta Materialia 2010; (58): 3271–3280
- Talling R, Dashwood R, Dye D. Compositional variability in gum metal; Scripta Materialia 2009; (60): 1000–1003

# GUMMETAL

- Alta resistencia
- Bajo módulo de Young
- Excelente trabajo en frío

La presencia de **oxígeno** en Gummetal permite **altas fuerzas** y razonables cepas **superelásticas** a alcanzar, lo que significa que es un material candidato para una gama de aplicaciones

- Yano T, Murakami Y, Shindo D, Kuramoto S. Study of the nanostructure of Gum Metal using energy-filtered transmission electron microscopy; Acta Materialia 2009; (57): 628–633
- Withey E, Minor A, Chrzan D, Morris J, Kuramoto S. The deformation of Gum Metal through in situ compression of nanopillars; Acta Materialia 2010; (58): 2652–2665

# NITINOL

Es un material con una recuperación excelente y con una muy baja rigidez.

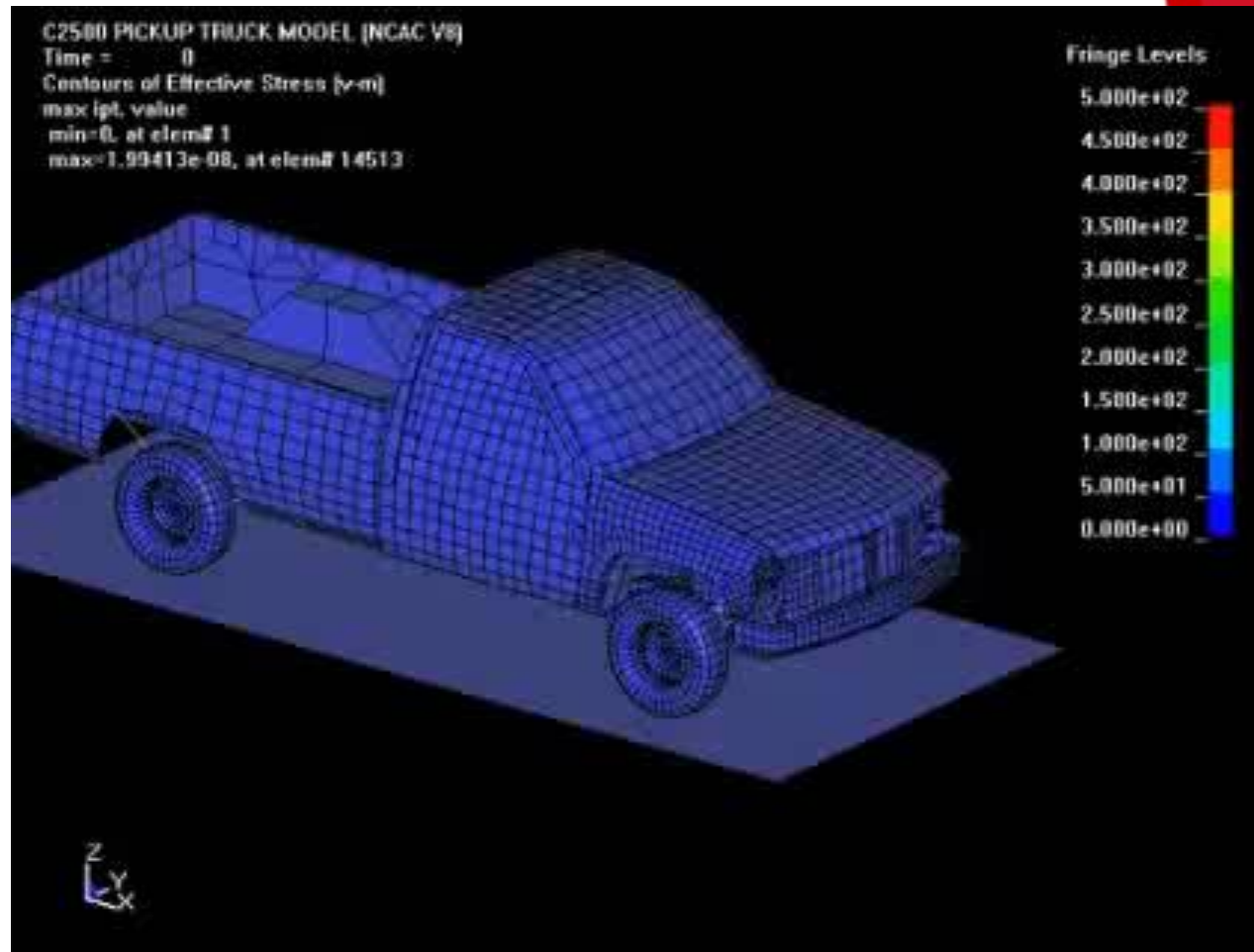
Esto es de vital importancia en ortodoncia, ya que las fuerzas de baja intensidad mantenidas de manera continua son las que han demostrado una mayor efectividad y un menor período de tratamiento en la corrección de maloclusiones dentales.

**Ni-Ti → (44,1% = Ti)**

- Moresca R, Moro A, Dominguez GC, Vigorito JW. Effects of nickel-titanium and stainless steel leveling wires on the position of mandibular incisors. *Dental Press J Orthod.* 201; (16):74-81.
- Pacheco M, Jansen W, Oliveira D, The role of friction in orthodontics. *Dental Press J Orthod.* 2012; (17):170-177.
- Schemann M, Fabio E. Comparative analysis of load/deflection ratios of conventional and heat-activated rectangular NiTi wires. *Dental Press J. Orthod.* [online]. 2012; (17) 1-6.

# ELEMENTOS FINITOS 3D

Técnica de modelización matemática que examinan las distribuciones de las tensiones y las deformaciones de un modelo geométrico compuesto por una malla de elementos a los cuales se les da unas propiedades materiales concretas.



- Desai R, Harshada H, Finite Element Analysis: Basics And Its Applications In Dentistry, Indian Journal of Dental Sciences; 2012 (4): 60 – 67
- Cattaneo P, Dalstra M, Melsen B. Strains in periodontal ligament and alveolar bone associated with orthodontic tooth movement analyzed by finite element, Orthod Craniofac; 2009;(12):120–128
- Jins J, Rangarajan V, Ravindra C, Savadi K, Kumar S. A Finite Element Analysis of Stress Distribution in the Bone, Around the Implant Supporting a Mandibular Overdenture with Ball/O Ring and Magnetic Attachment, J Indian Prosthodont Soc 2012, (12):37–44

# OBJETIVO GENERAL

Comparar la distribución de esfuerzos y deformaciones en el hueso alveolar del molar 37, el alambre y el tubo molar utilizando arco de Gummetal y Nitinol 0.018 x 0.022 aplicando una fuerza de 0.9807 Newton mediante análisis de elementos finitos.

# OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer el mayor esfuerzo y deformación en el hueso alveolar del molar 37 inclinado  $20^\circ$ , utilizando arco de Gummetal y Nitinol  $0.018 \times 0.022$  aplicando una fuerza de 0.9807 newton mediante análisis de elementos finitos.
- Establecer el mayor esfuerzo y deformación en el tubo, utilizando arco de Gummetal y Nitinol  $0.018 \times 0.022$  aplicando una fuerza de 0.9807 newton mediante análisis de elementos finitos.
- Establecer el mayor esfuerzo y deformación en un arco de Gummetal  $0.018 \times 0.022$  aplicando una fuerza de 0.9807 newton mediante análisis de elementos finitos.
- Establecer el mayor esfuerzo y deformación en un arco de Nitinol  $0.018 \times 0.022$  aplicando una fuerza de 0.9807 newton mediante análisis de elementos finitos.

# ASPECTOS METODOLOGICOS

# TIPO DE ESTUDIO

Estudio Descriptivo

# OBJETO DE ESTUDIO

Distribución de esfuerzos en el Hueso alveolar del molar 37,  
arco Gummetal, arco Nitinol y Tubo molar

# UNIDAD DE OBSERVACION

- Tubo molar sin prescripción slot 0.018 \* 0.025.
- Arco de Nitinol 0.018 \* 0.022 .
- Arco de Gummetal 0.018 \* 0.022.
- Hueso alveolar tipo 1.
- Molar 37 con inclinación de 20°.

# CRITERIOS DE SELECCION

- Software utilizado ANSYS 14.0.
- Arco 0.018 x 0.022 "Metal Gum" registrada de Toyota Central R & D Labs .
- Arco 0.018 x 0.022 Ntinol ORMCO.
- Tubo sin prescripción slot 0.018 x 0.025 RMO.
- Hueso Tipo 1.

# VARIABLES

## VARIABLES DEPENDIENTES

Variable	Definición	Operacionalización	Categorización	Escala
<b>Distribución de esfuerzos</b>	Tasa de cambio de la cantidad de movimiento empleada contra una resistencia	Milímetros	Cuantitativa	Continua

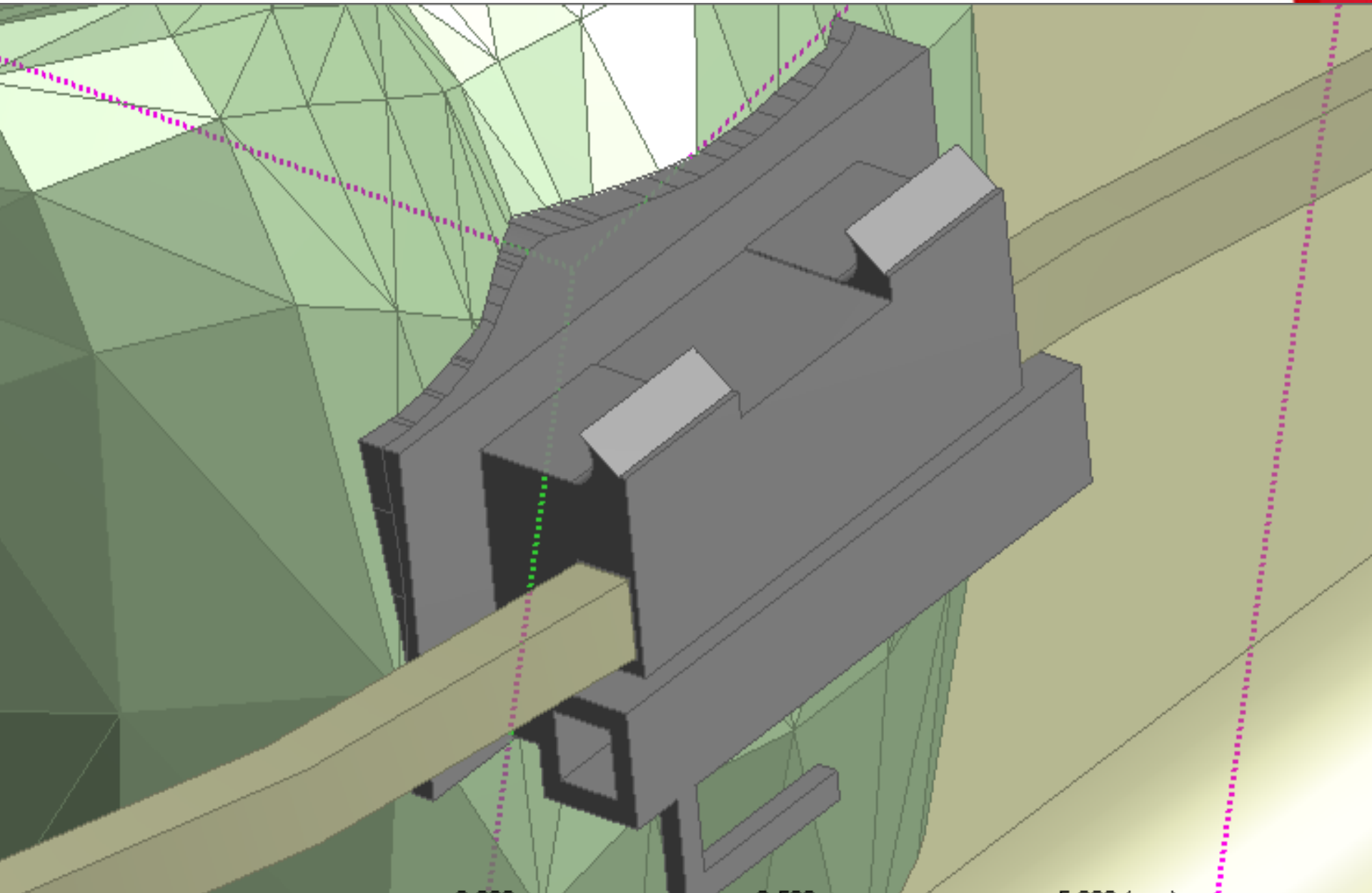
# VARIABLES

## VARIABLES INDEPENDIENTES

Variable	Definicion	Operacionalizacion	Categorizacion	Escala
<b>Unidad Dento Alveolar</b>	Unidad masticatoria que consiste en un solo diente y sus anexos	Kg/m <sup>2</sup>	Cuantitativa	Continua
<b>Tubo Estandart</b>	Aditamento ortodontico	Pulgadas	Cuantitativa	Continua
<b>Arco Gummetal</b>	Aditamento ortodontico	Pulgadas	Cuantitativa	Continua
<b>Arco NiTi</b>	Aditamento ortodontico	Pulgadas	Cuantitativa	Continua
<b>Aplicación de Carga</b>	Unidad de Fuerza	Newton	Cuantitativa	Continua

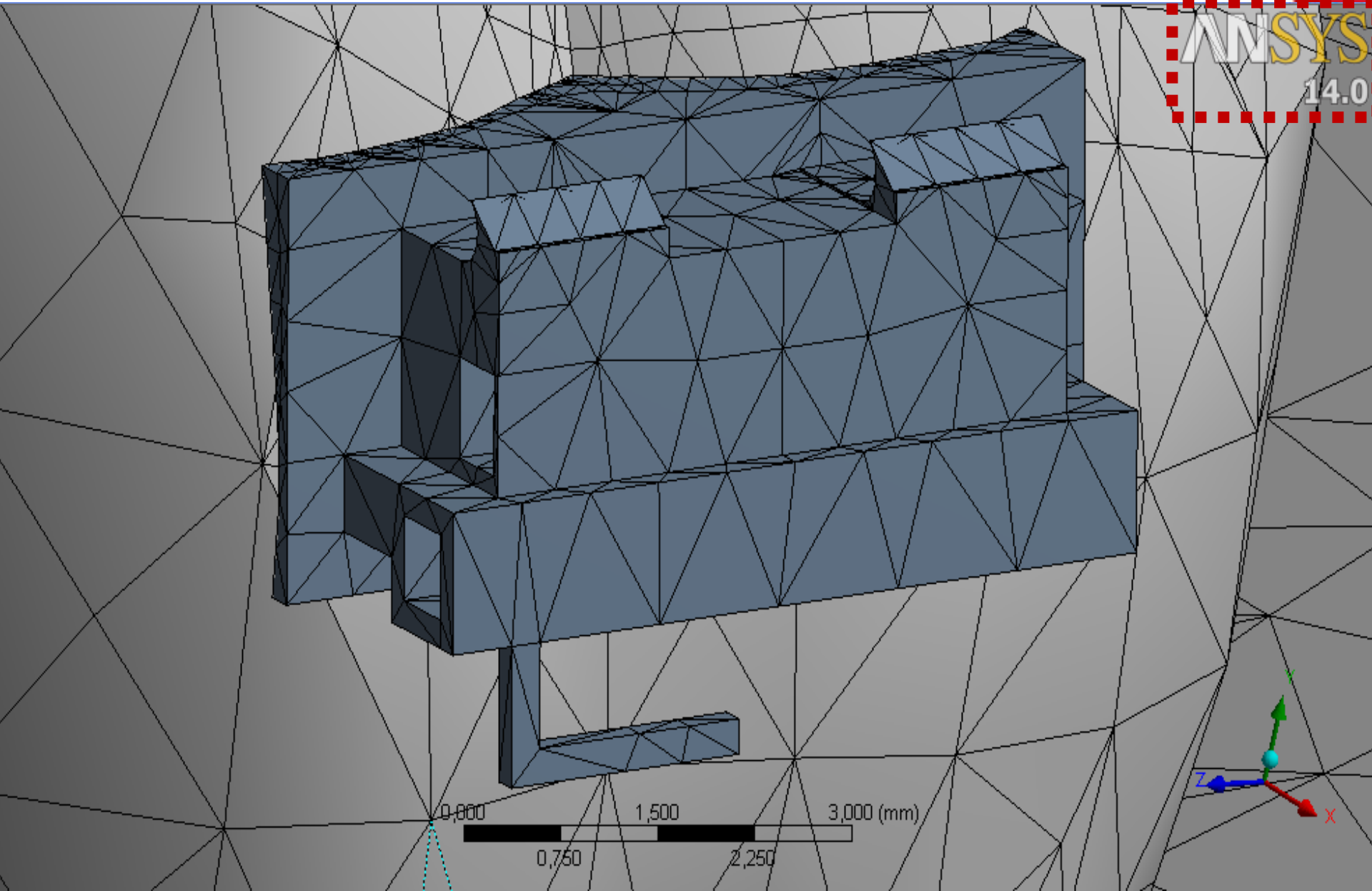
# PROCEDIMIENTO

# GEOMETRÍA



# MALLA

Figura 3.



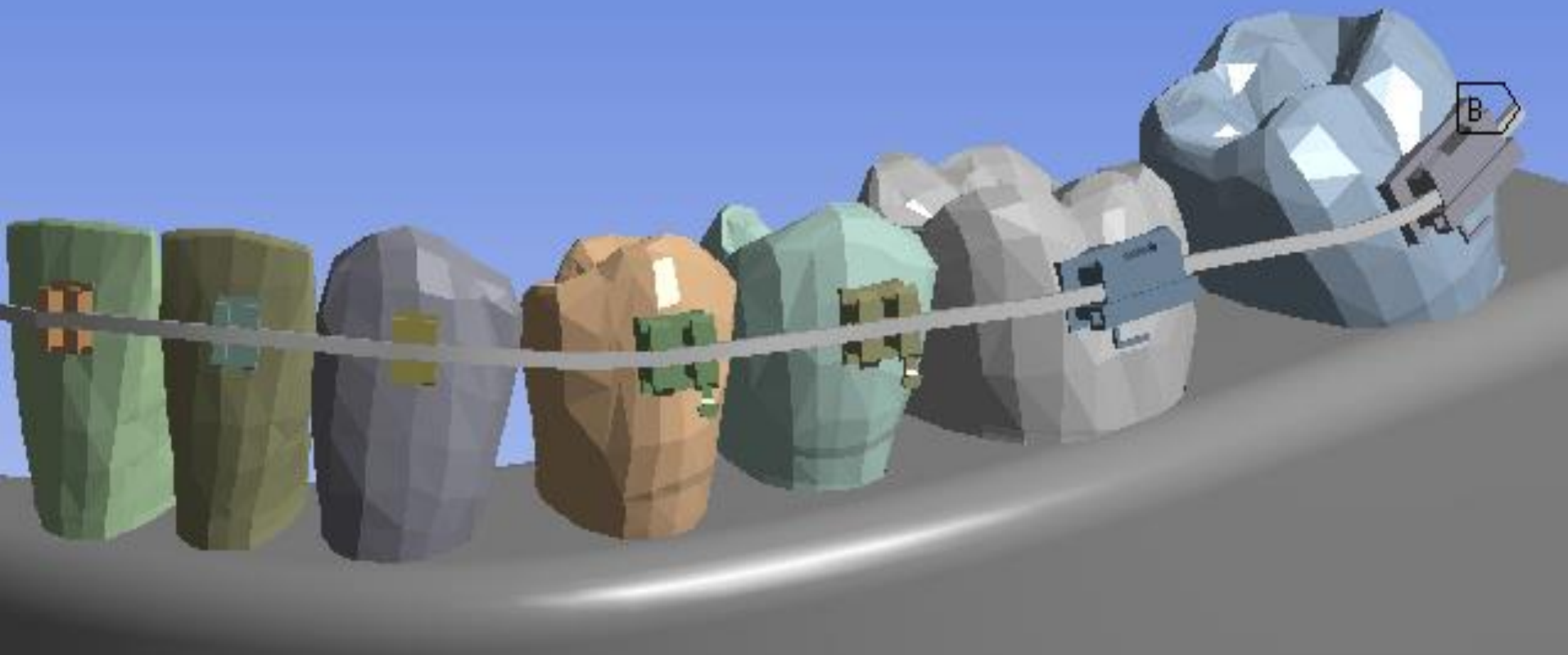
# PROPIEDADES MECANICAS

Tabla 3

Material (Objeto)	Módulo Elástico	Referencias
Hueso Alveolar	0.0137 GPa	Gamba 2010
Dentina	0.02 GPa	Gamba 2010
Acero Inoxidable	0.193 GPa	Pacheco 2012
GumMetal	40 GPa	Laino 2011
Nitinol	33.8 GPa	Varghese 2012

# APLICACIÓN DE CARGAS

Figura 4.

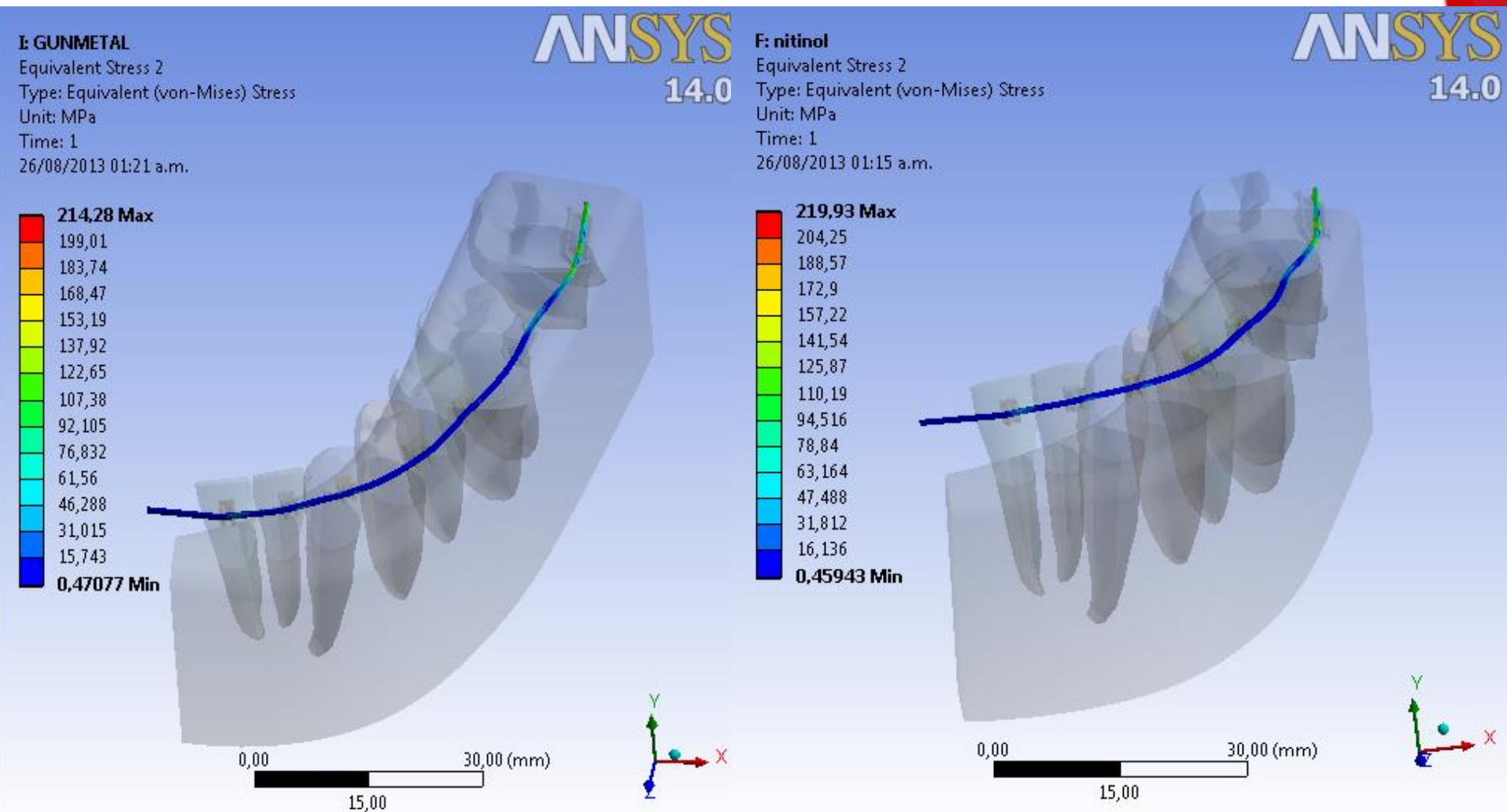


# RESULTADOS

# RESULTADOS GUMMETAL

## ESFUERZO EN ARCO

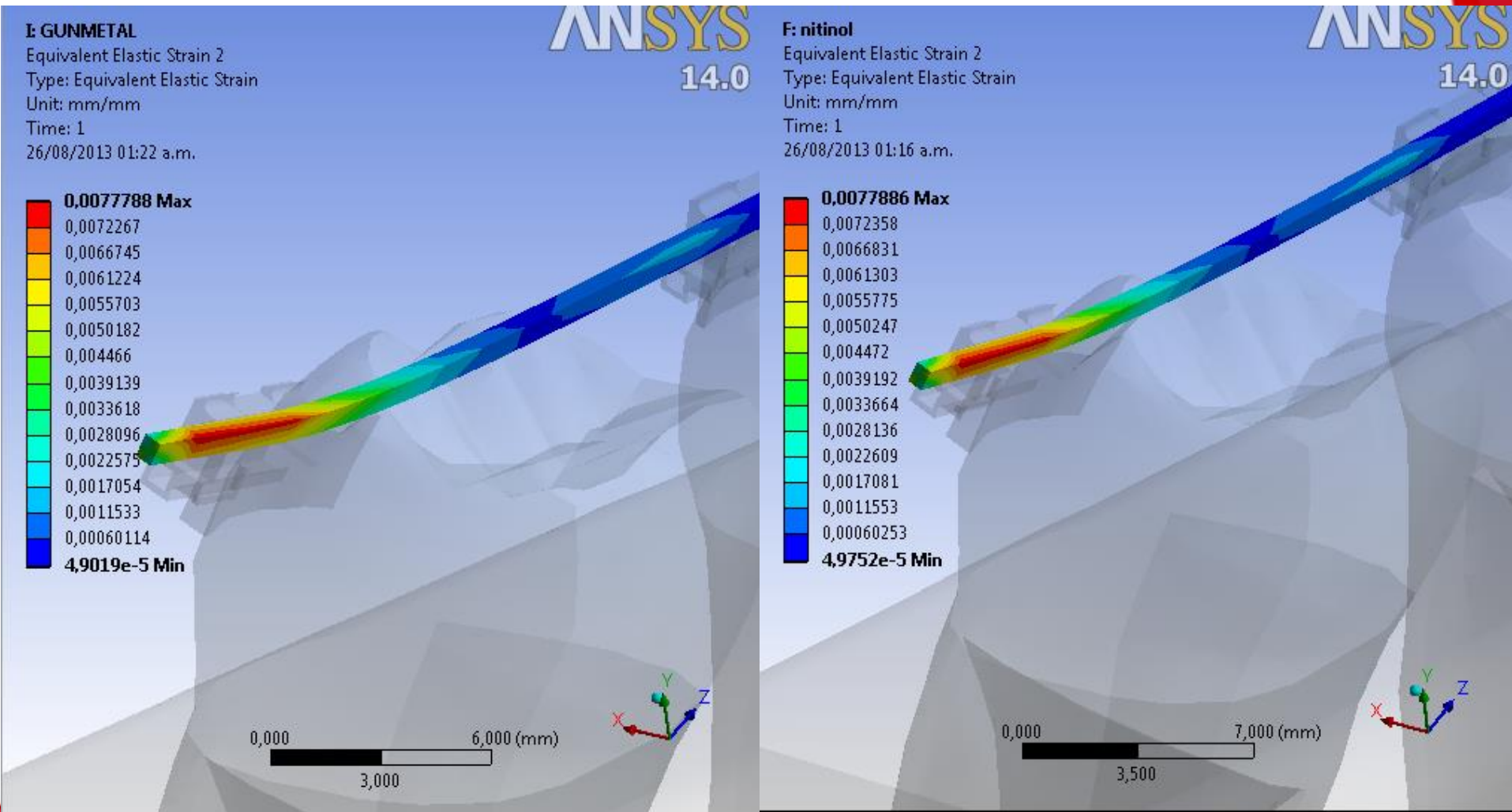
Figura 5.



# RESULTADOS GUMMETAL

## DEFORMACION EN ARCO

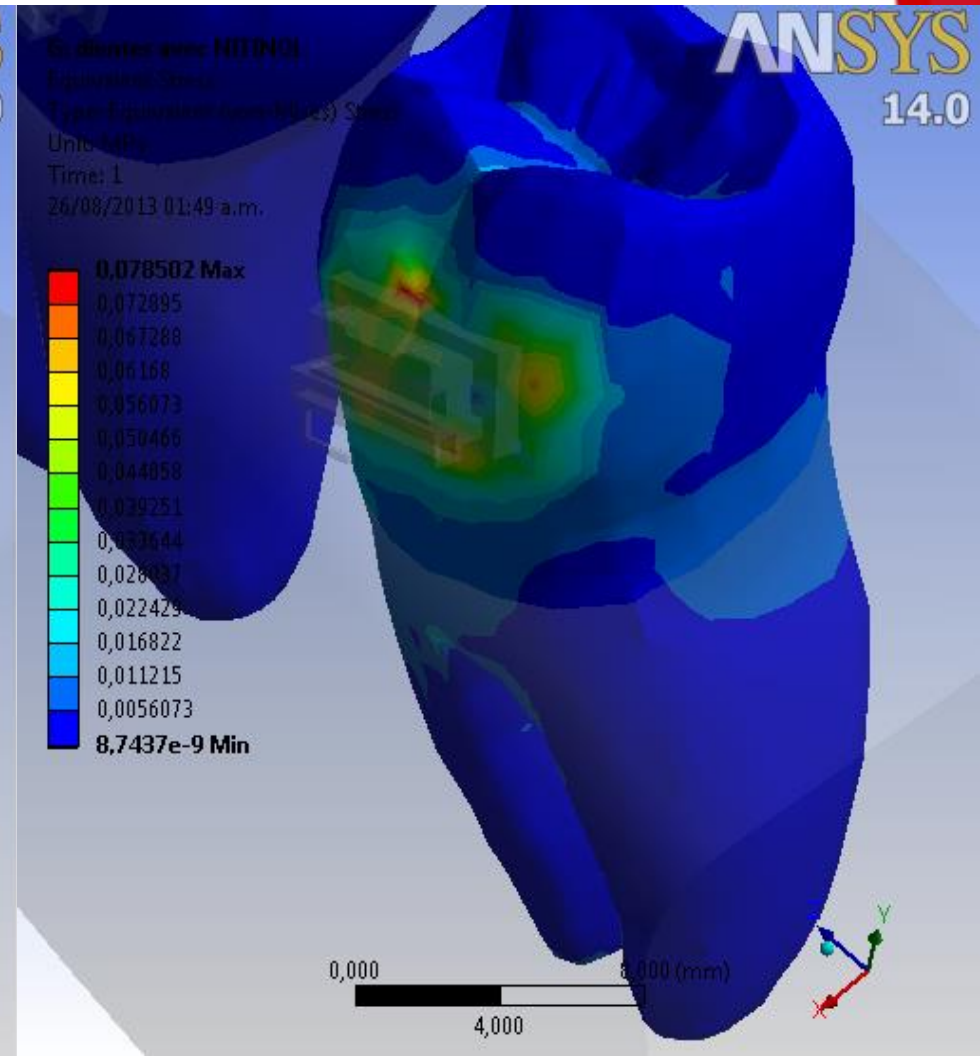
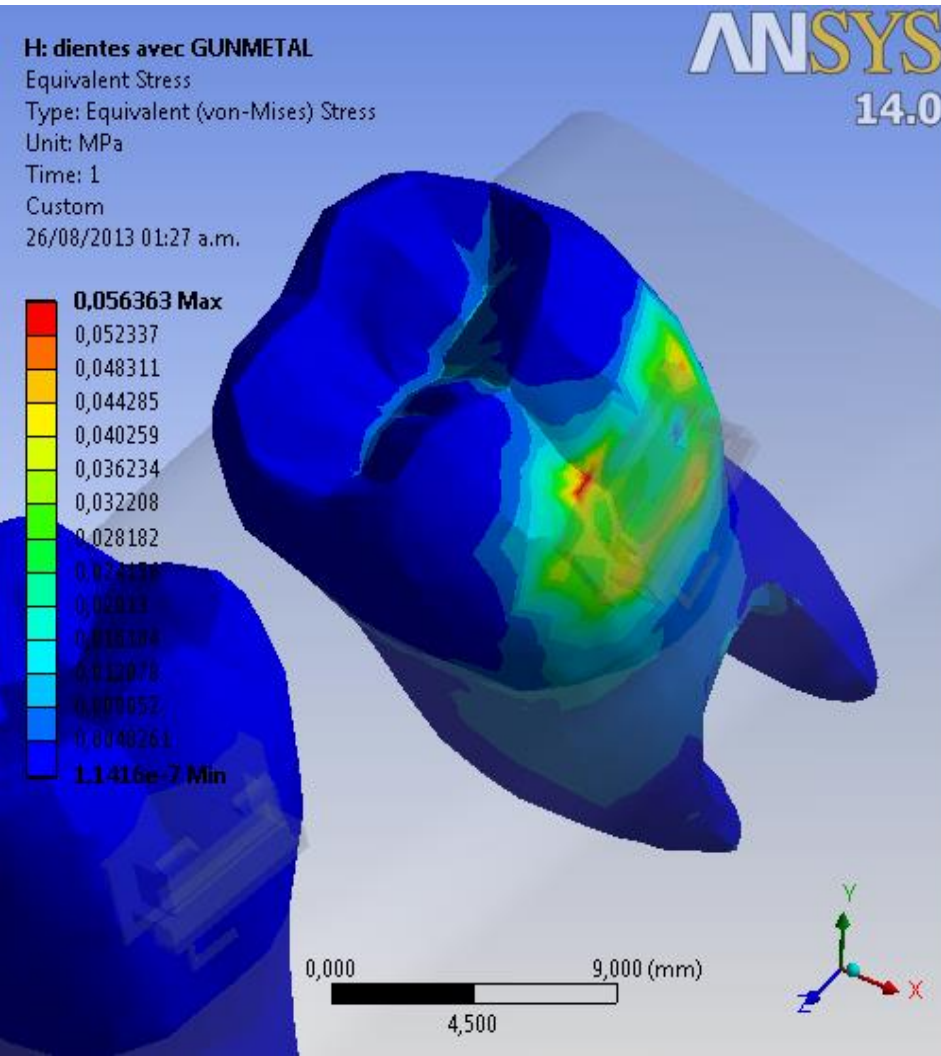
Figura 6.



# RESULTADOS GUMMETAL

## ESFUERZO EN MOLAR

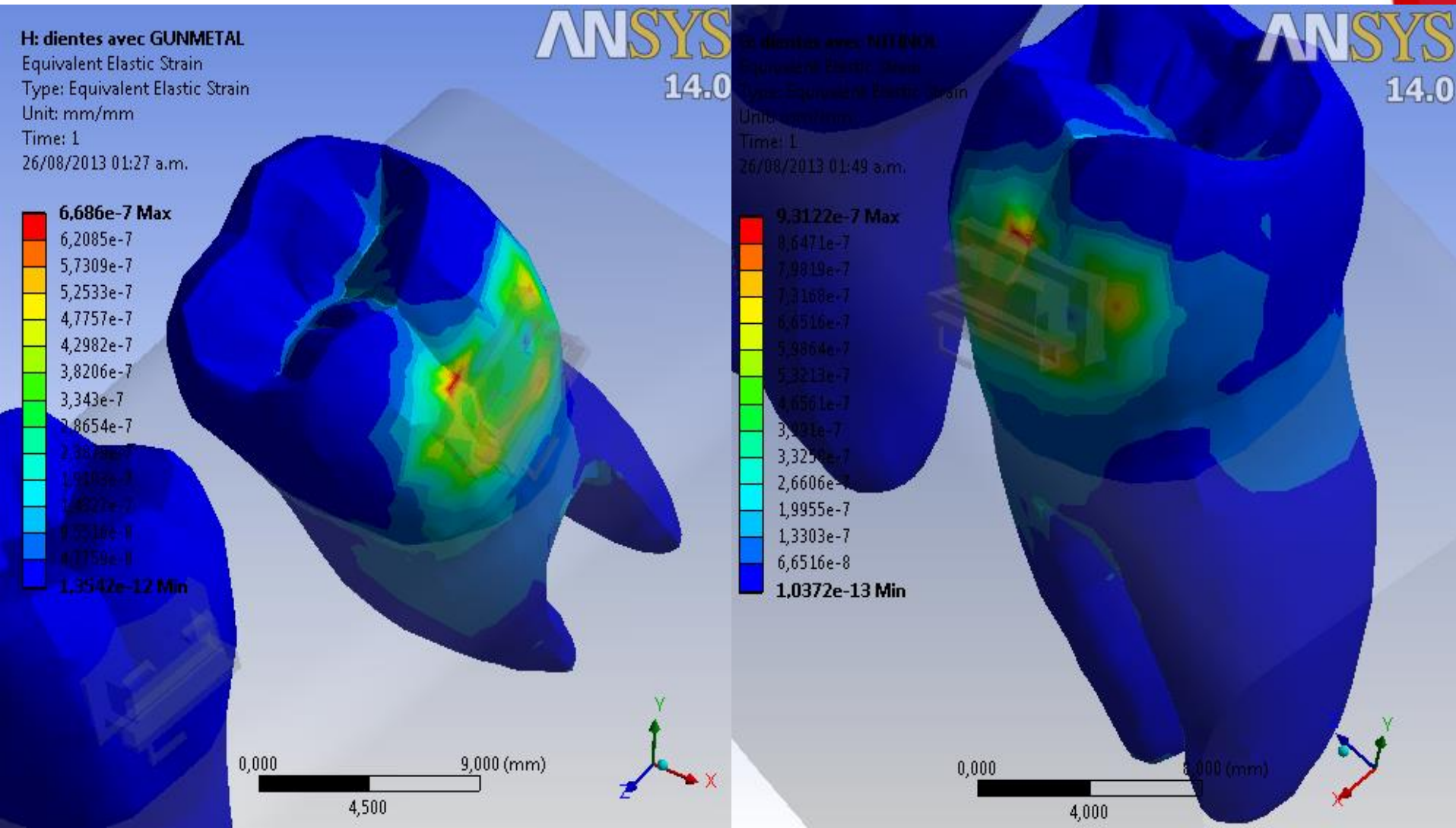
Figura 7.



# RESULTADOS GUMMETAL

## DEFORMACION UNITARIA EN DIENTE

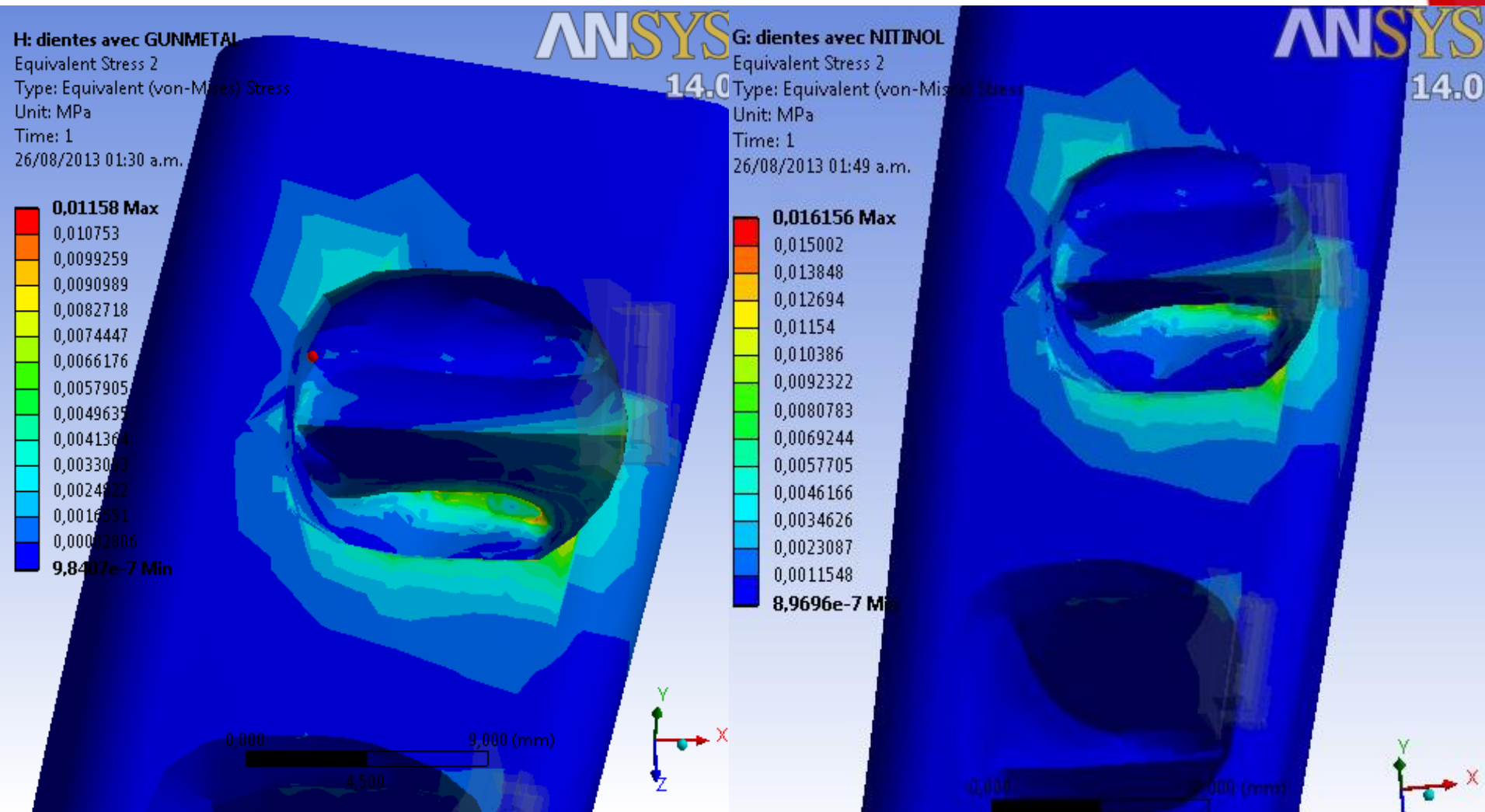
Figura 8.



# RESULTADOS GUMMETAL

## ESFUERZO HUESO TIPO 1

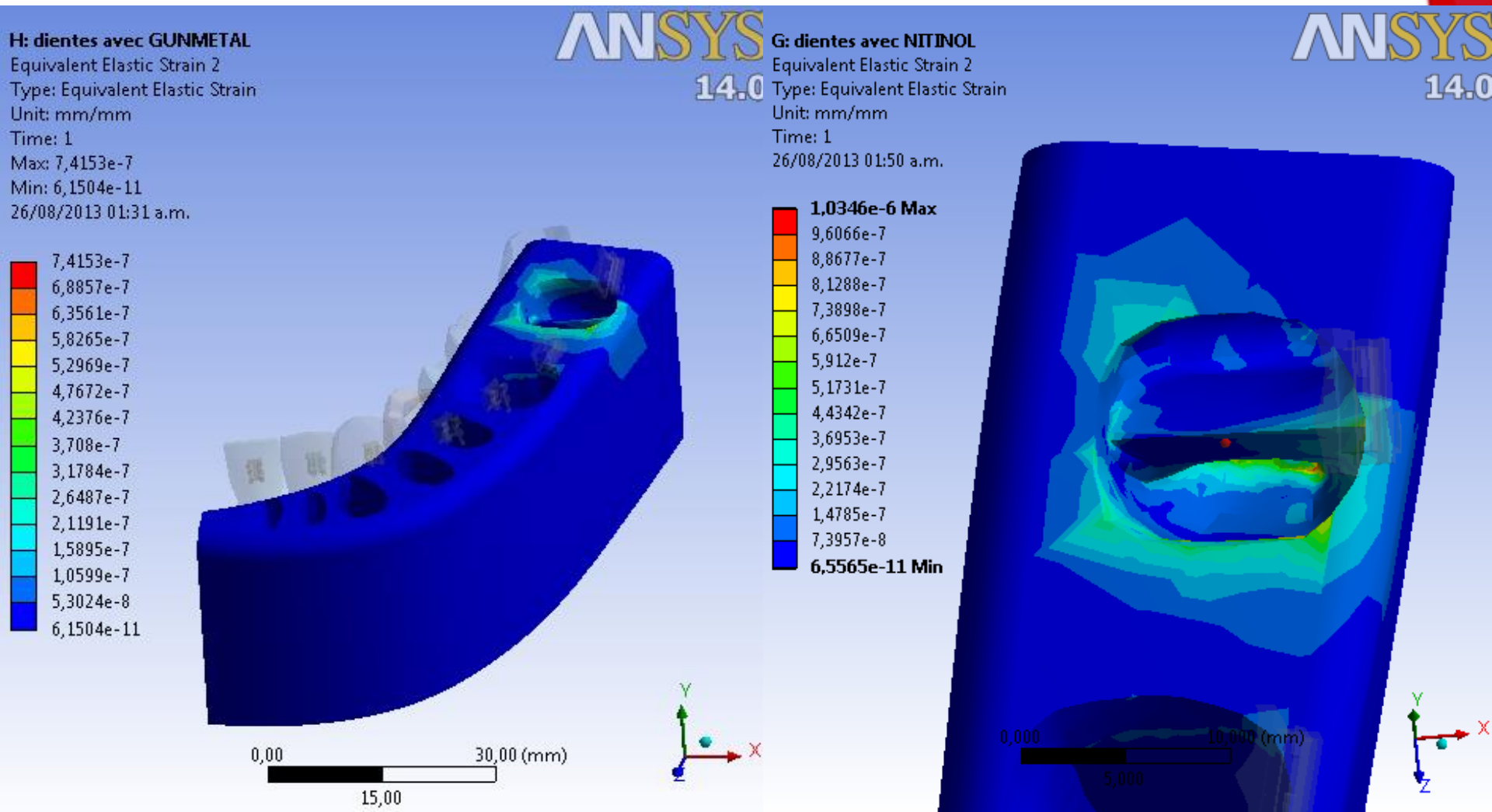
Figura 9.



# RESULTADOS GUMMETAL

## DEFORMACION HUESO TIPO 1

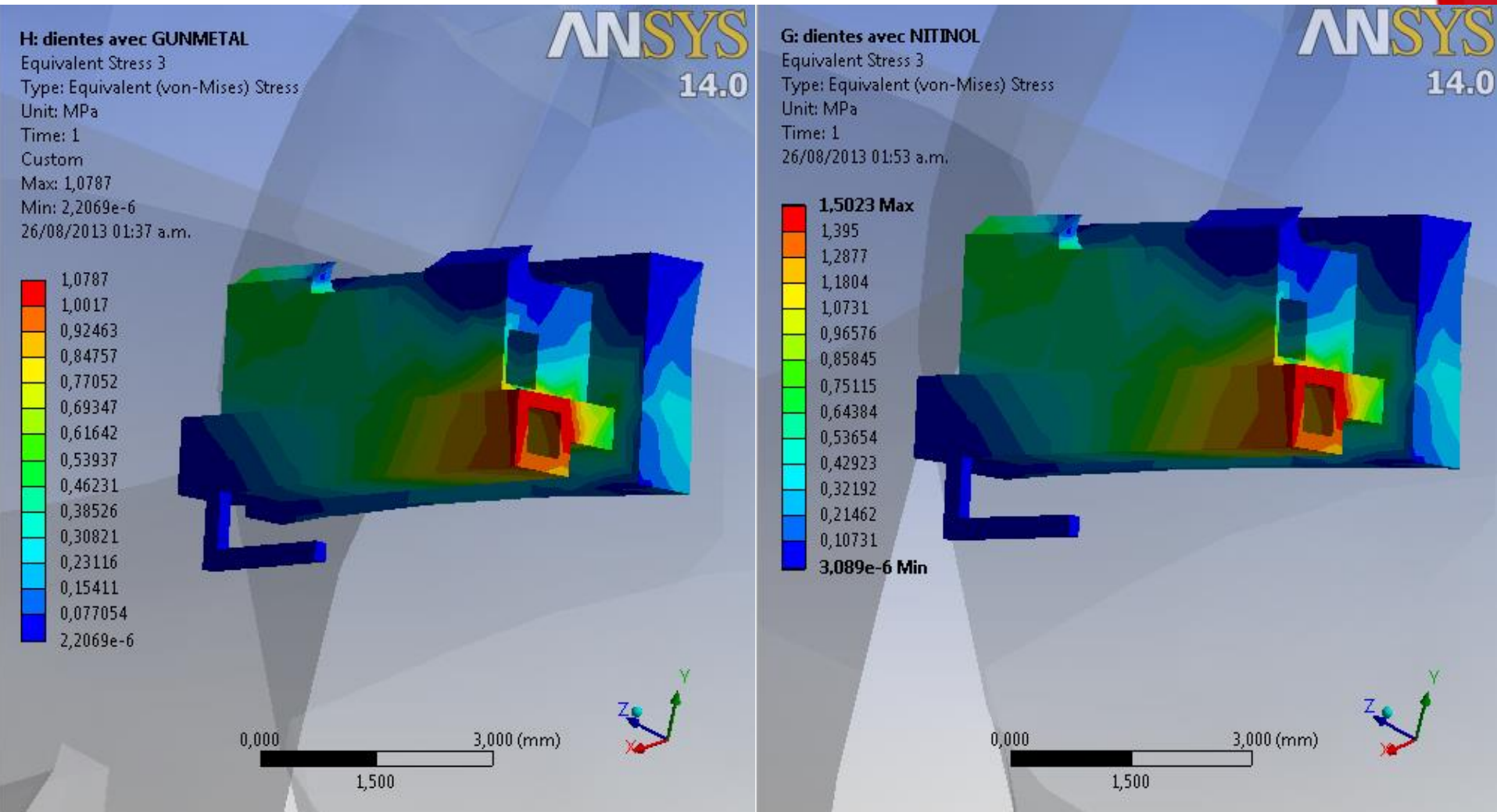
Figura 10.



# RESULTADOS GUMMETAL

## ESFUERZO EN TUBO MOLAR

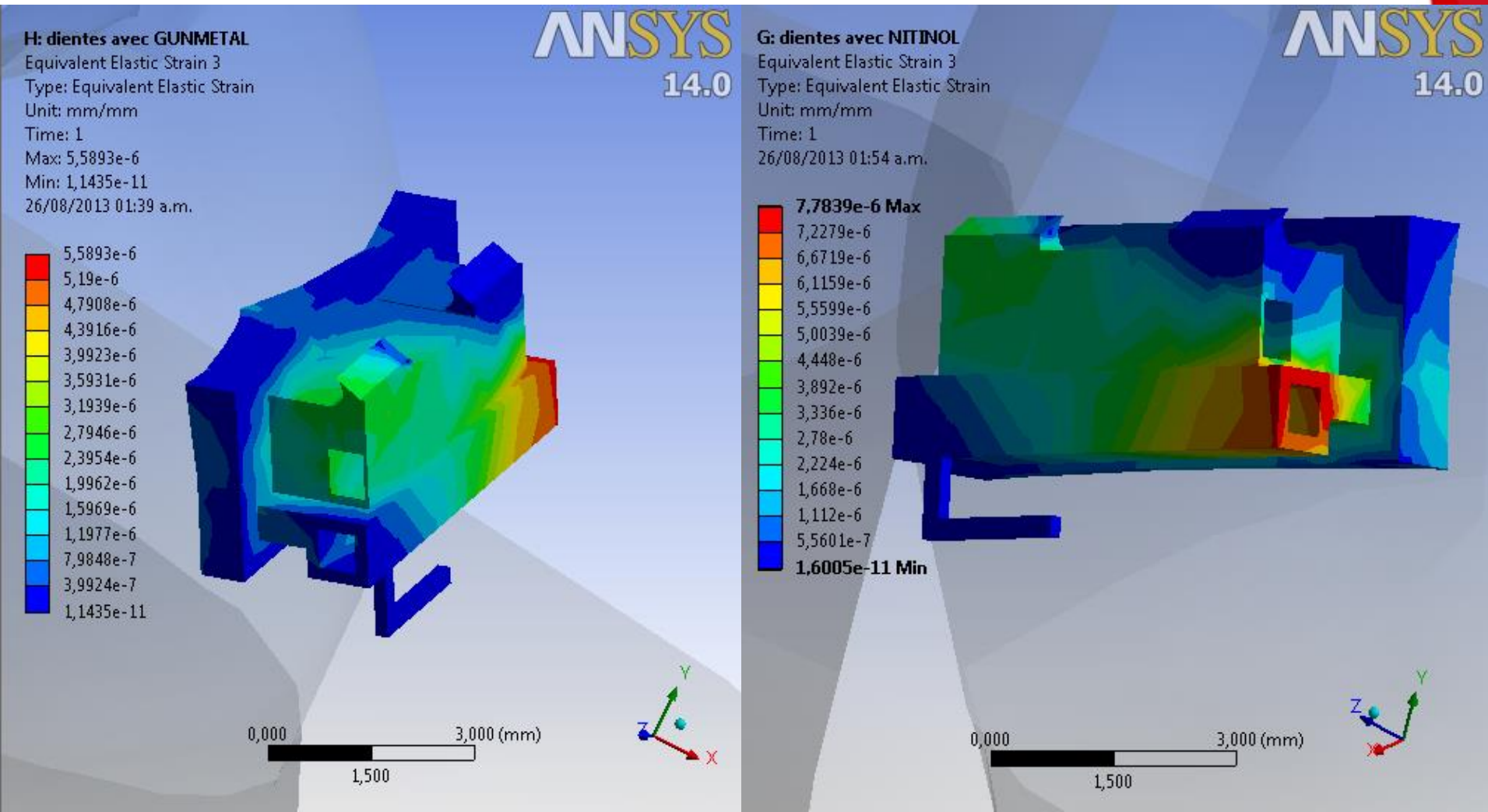
Figura 11.



# ANÁLISIS Y RESULTADOS

## DEFORMACION EN TUBO MOLAR

Figura 12.



# DISCUSIÓN

- Young-II. Soo-Jung Shin. En el 2004.
- Gerson L. Ulema R. En el 2010.
- Cuoghi O. Estudio. En el 2011.
- Jones en el 2001.

# CONCLUSIONES

Bajo las mismas condiciones de frontera, y la misma fuerza ejercida sobre el arco, se concluye que el esfuerzo y la deformación del Gummetal fue menor comparado con el del Nitinol. Cabe resaltar que la deformación fue exactamente la misma.

La fuerza ejercida en cada una de las diferentes estructuras es la ideal y mínima para realizar un movimiento anteroposterior; por consiguiente en este trabajo se representó el máximo esfuerzo y deformación bajo una fuerza ideal.

# RECOMENDACIONES

- Información accequible a todos los profesionales en ortodoncia.
- Evaluar el comportamiento de Gummetal bajo mecánicas de retracción.
- En próximos estudios se pueden incluir características térmicas del material.
- Incluir características viscoelásticas del ligamento periodontal.
- Realizar protocolos para uso específico del Gummetal.

# GRACIAS