



**EVALUACIÓN POR MEDIO DE ELEMENTOS FINITOS DEL ESFUERZO Y
MÓDULO DE DEFORMACIÓN EN ZONA POSTERIOR DE HUESO MANDIBULAR
PRODUCIDO POR UN MINI-IMPLANTE AUTOPERFORANTE SIN NICHOS
PREVIO**

**FINITE ELEMENT'S EVALUATION OF STRESS AND STRAIN IN MODULE REAR
JAW BONE AREA PRODUCED BY A MINI-IMPLANT PUNCH WITHOUT PRIOR
NICHE**

INVESTIGADORES:

NICOLAS ALVAREZ Od.

ELIANA GUARNIZO Od.

CATALINA HERNANDEZ Od.

CAMILA VELANDIA Od.

DRA. LILIANA JARA LÓPEZ
Especialista en Ortodoncia
ASESOR CIENTÍFICO

DRA. PIEDAD MALAVER
Magister en Biología
ASESOR METODOLÓGICO

BREIGNER CUESTA
Ingeniero Mecánico
ASESOR TECNOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

El concepto de control de anclaje es uno de los aspectos fundamentales para el tratamiento de ortodoncia y ha sido por muchos años un factor de eficacia limitada.

Entre los anclajes utilizados, se encuentra el absoluto, que realiza movimientos en un grupo de dientes apoyándose sobre un punto idealmente fijo.

Balut N, Rotberg J. Antecedentes de los mini implantes ortodóncicos. In Balut N. Mini implantes como anclaje en ortodoncia. 1st ed. Madrid: Ripano; 2012. 3-12.

INTRODUCCIÓN

A pesar de la versatilidad que presentan los mini-implantes, se ha reportado fracasos entre un 10% a 30%, probablemente relacionados con la estabilidad que tiene el mini-implante inmediatamente después de su inserción. Entre los factores más importantes que tienen impacto en la estabilidad se encuentran el diseño del mini-implante, el ángulo de inserción, el sitio de ubicación y la calidad ósea.

Deguchi T. The use of small Titanium screw for orthodontic anchorage. J Dental Research. 2003; 82(5): 377-81.

¿CUÁL ES EL GRADO DE ESFUERZO Y MÓDULO DE DEFORMACIÓN PRODUCIDO EN LA ZONA POSTERIOR DE LA MANDÍBULA DURANTE LA INSERCIÓN DE UN MINI-IMPLANTE AUTO-PERFORANTE SIN NICHOS PREVIOS?

JUSTIFICACIÓN

La investigación será de gran utilidad, ya que brindará información sobre el desempeño de los mini-implantes en el hueso mandibular y permitirá definir parámetros claros para la utilización, manipulación y prevención de eventos adversos durante el tratamiento ortodóntico, puesto que Deguchi en el año 2003 reporta porcentajes de fracaso del 10% al 30% probablemente a la estabilidad que tiene el mini-implante inmediatamente después de su inserción.

Deguchi T. The use of small Titanium screw for orthodontic anchorage. J Dental Research. 2003.

Alvarez N., Guarnizo E., Hernández J., Velandia C.

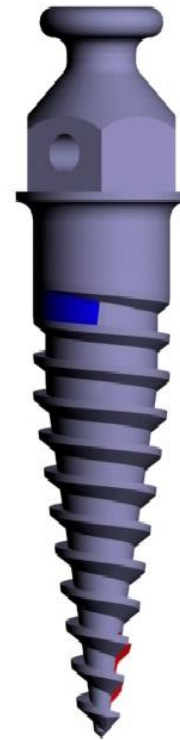
MARCO TEÓRICO

- Calleja I. Los mini implantes ortodóncicos una visión del cirujano maxilo facial. In N B. Mini implantes como anclaje en ortodoncia. 1st ed. Madrid: Ripano; 2012. p. 57-62. **DEFINICIÓN.**
- Motoyoshi M, Hirabayashi M, Uemura M, Shimizu M. Recommended placement torque when thigthening and orthodontic mini implant. Clin. Oral Impl. Res. 2006. **CARACTERÍSTICAS IDEALES.**
- Jara L, Hurtado C, Pachón M, Santa J, Cabrera J. Efectividad del uso de mini-implantes en maxilares humanos indicados como anclaje y con carga inmediata para movimientos intrusivos en ortodoncia. (Trabajo de grado de especialista en ortodoncia y ortopedia). Bogotá; 2005. **PROPIEDADES DE LOS MINI-IMPLANTES.**

MARCO TEÓRICO

COMPONENTES DE LOS MINI IMPLANTES

- CABEZA
- OJAL
- TOPE DE SUSPENSIÓN DE TEJIDO
- COLLAR TRANS-MUCOSO, CUERPO O TALLO.
- HILOS



Motoyoshi M, Hirabayashi M, Uemura M, Shimizu M. Recommended placement torque when tightening and orthodontic mini implant. Clin. Oral Impl. Res. 2006



Jara L, Reyes J, González L, Torre E, Malaver P, Pachón M. Comparación de la retención mecánica a la fuerza de tracción en dos diseños de mini-implantes ortodónticos. (Trabajo de grado de especialista en ortodoncia y ortopedia). Bogotá; 2012

MARCO TEÓRICO

Shih-Jung C, Yun T, Jang-Jaer L, Sang-Heng K. A Prospective Study of the Risk Factors Associated with Failure of Mini-implants Used for Orthodontic Anchorage. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. 2004: p. 100-106.

- **ELEMENTOS FINITOS**

Modelo matemático de cálculo del sistema real, que consiste en la discretización de un sistema continuo en un conjunto de pequeños elementos interconectados por una serie de puntos llamados nodos. Las ecuaciones que rigen el comportamiento del continuo regirán también las del elemento.

OBJETIVO GENERAL

Establecer la distribución de esfuerzos y módulos de deformación producidos en zona posterior de hueso mandibular tras la inserción de un mini implante auto-perforante sin nicho previo, mediante el uso del método de elementos finitos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el esfuerzo producido en el miniimplante y el hueso mandibular durante la inserción del dispositivo de anclaje temporal de 2 mm de diámetro sin nicho previo.
- Evaluar la deformación producida en el miniimplante y el hueso mandibular durante la inserción del dispositivo de anclaje temporal de 2 mm de diámetro sin nicho previo.
- Establecer los parámetros que condicionan el fracaso del mini implante durante la inserción en zona posterior de hueso mandíbular.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

TIPO DE ESTUDIO: Experimental por simulación

OBJETO DE ESTUDIO

Distribución de esfuerzos y módulo de deformación en zona posterior de mandíbula producido por un mini-implante autoperforante sin nicho previo, analizado por método de elementos finitos en la Institución Universitaria Colegios de Colombia durante el período 2012 - 2014.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

- Mini-implante autoperforante sin nicho previo 2x6x1
Fabricado en material de Titanio Grado V.
- Zona posterior de mandíbula ubicada entre primer y segundo premolar.
- Tipo de hueso D2 y D3.

PROCEDIMIENTO

GEOMETRÍA MANDIBULA Y MALLADO

I
M
A
G
E
N

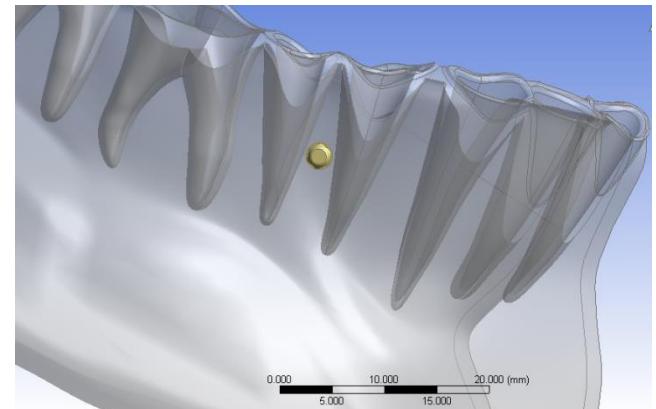
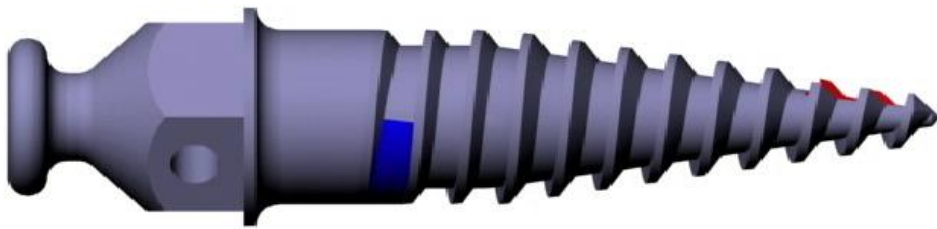
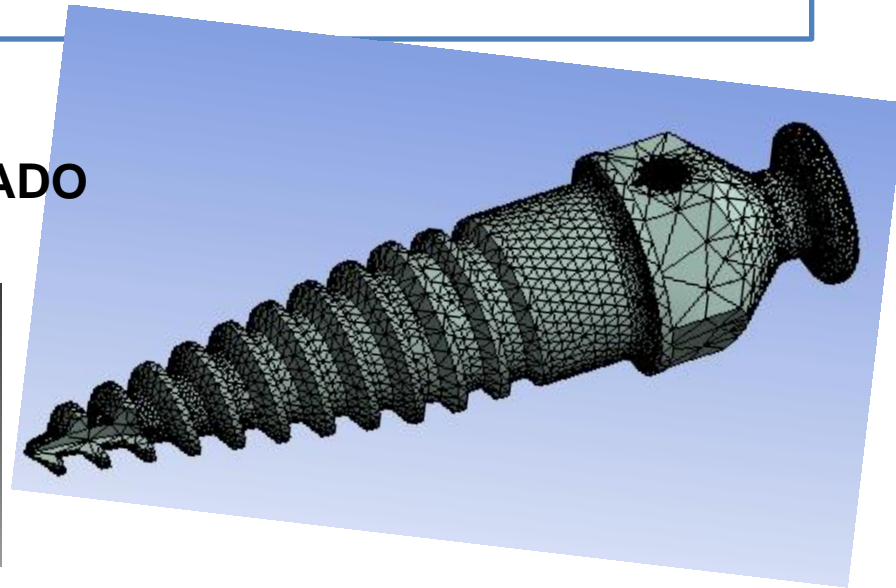
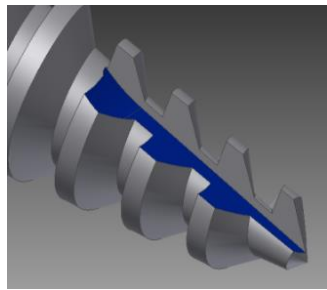


E
L
E
M
E
N
T
O
S
Y



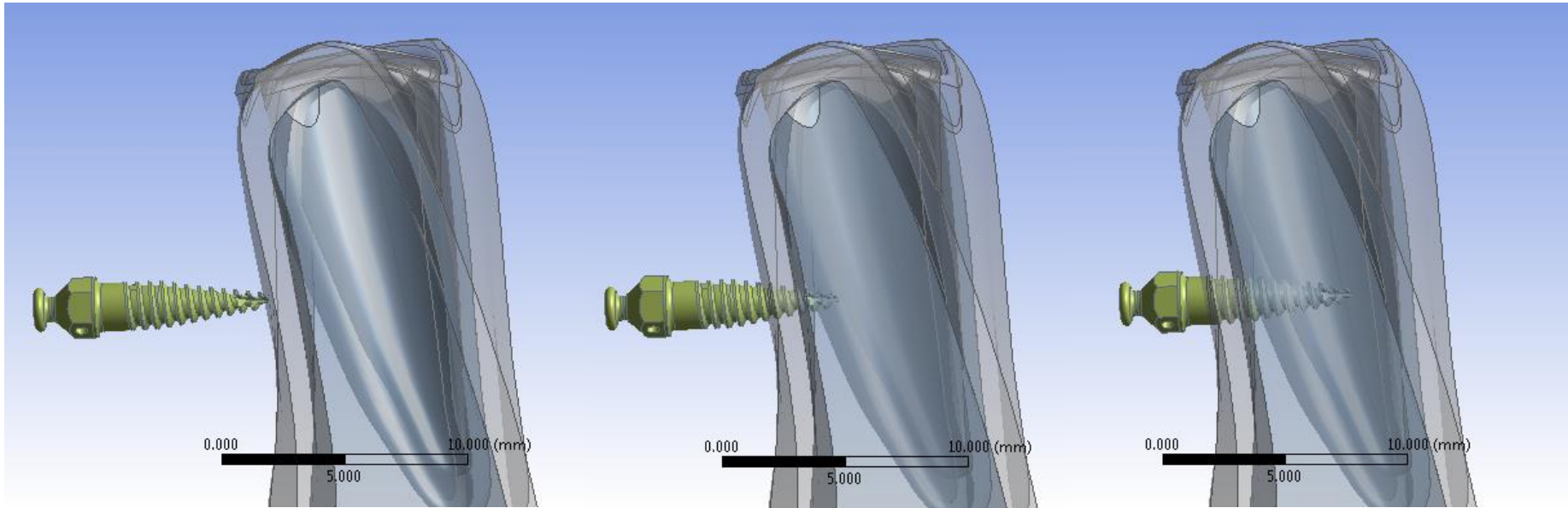
PROCEDIMIENTO

GEOMETRÍA MINI-IMPLANTE Y MALLADO



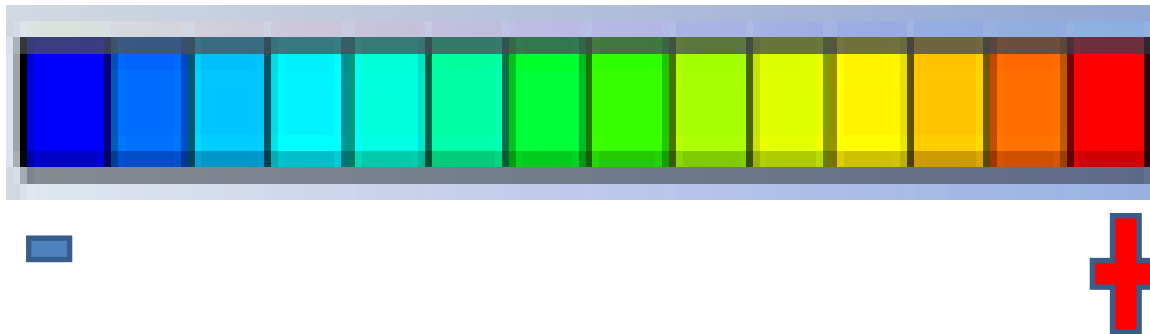
PROCEDIMIENTO

ETAPAS DE ANÁLISIS



RESULTADOS

ESCALA RAINBOW PARA VALORES DE ESFUERZO Y DEFORMACIÓN UNITARIA.



El análisis fue clasificado en diferentes etapas considerando la profundidad de inserción, una vez efectuados los análisis con el software Ansys v14.0 se obtuvieron resultados gráficos representados por una escala de color.

ESCALA RAINBOW INVERSA PARA VALORES FACTORES DE SEGURIDAD



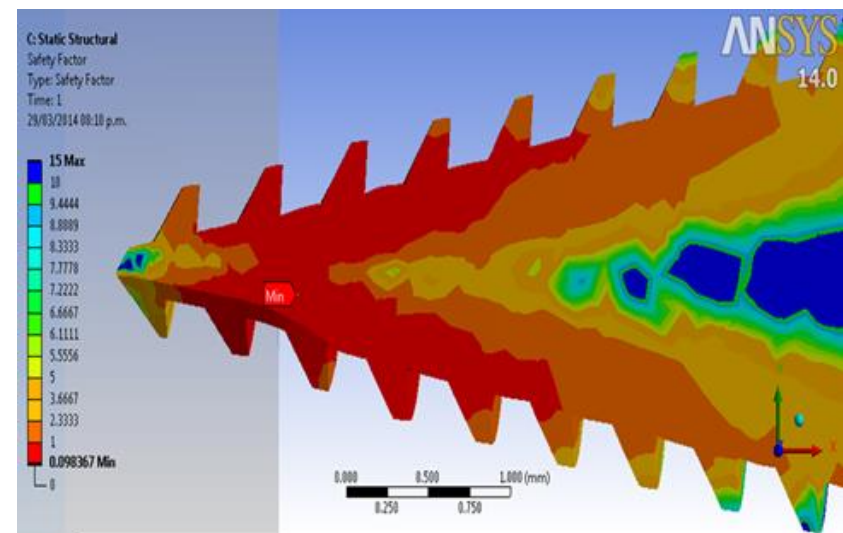
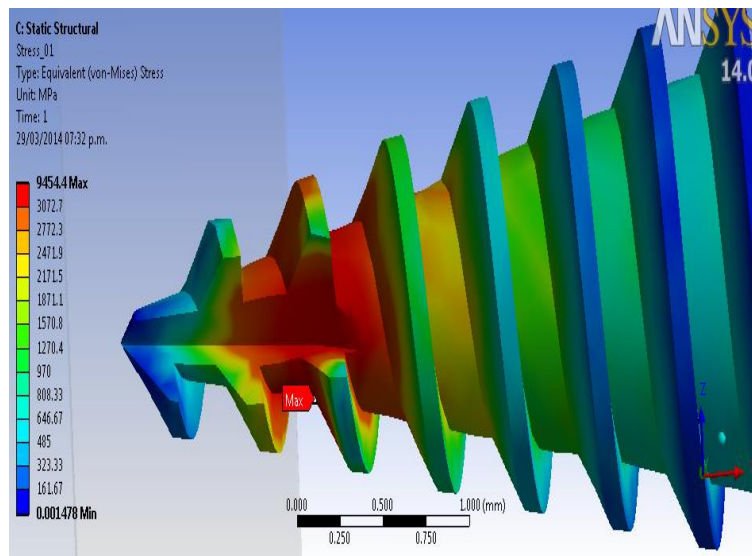
Factores de seguridad: Cociente entre el esfuerzo para el límite de elasticidad y el esfuerzo real calculado.

Valores mayores a 1 indican solo deformación elástica del elemento analizado

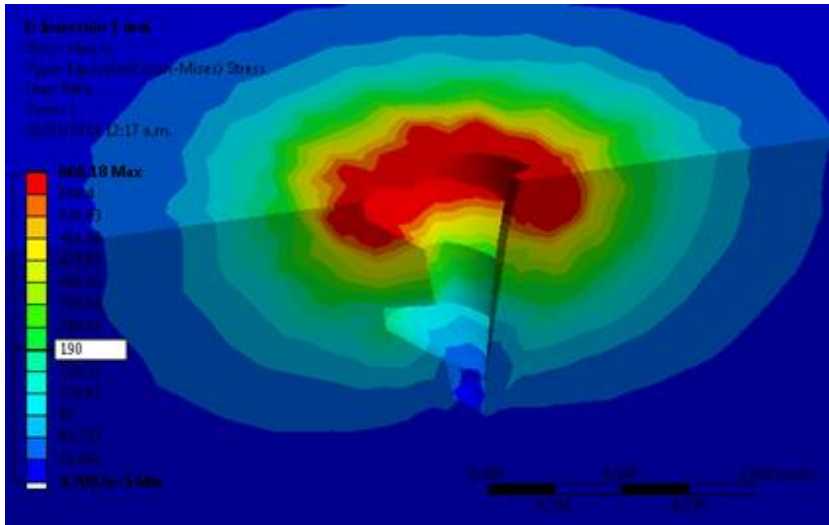
RESULTADOS PARA 1mm DE INSERCIÓN

Esfuerzo evaluado sobre superficie del mini-implante

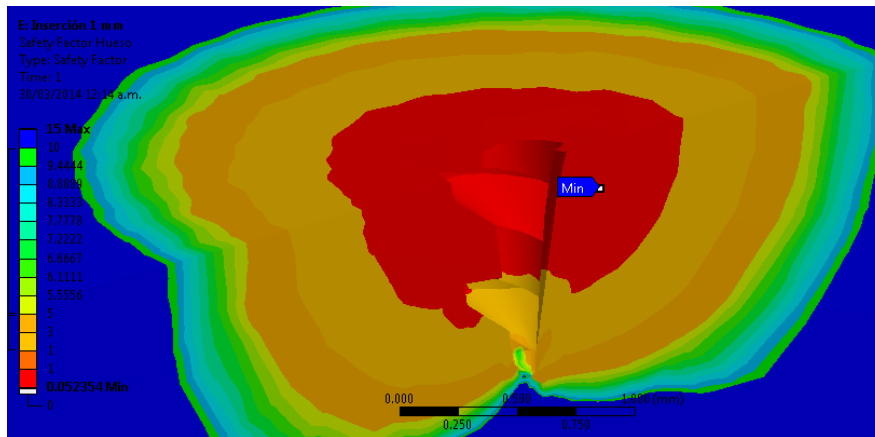
Factor de seguridad en relación al esfuerzo evaluado sobre mini-implante



RESULTADOS PARA 1mm DE INSERCIÓN



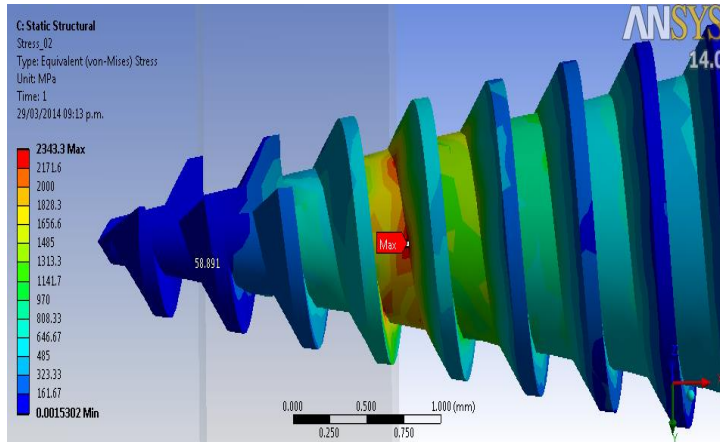
Esfuerzo evaluado sobre hueso D2 (Hueso Cortical con densidad aparente 1250 kg/m³) y hueso D3 (hueso esponjoso con densidad aparente 350 kg/m³)



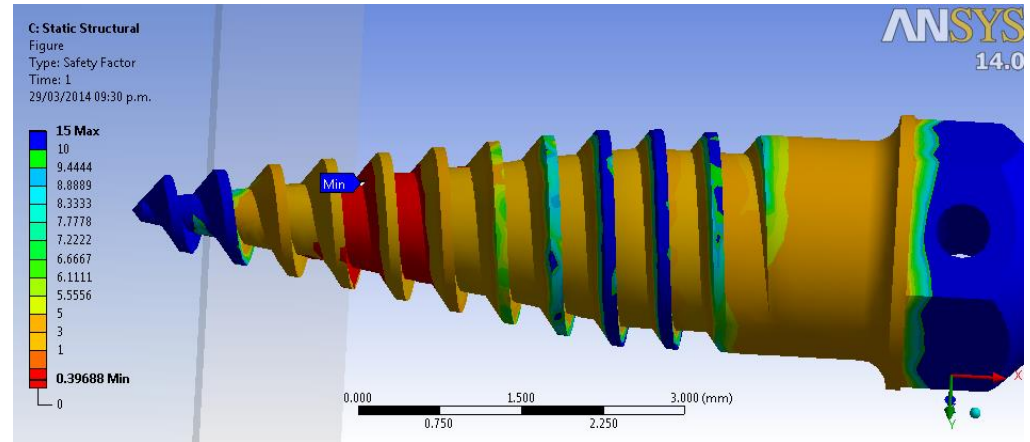
Factor de seguridad a fluencia sobre hueso D2 y D3

RESULTADOS PARA 2 mm DE INSERCIÓN

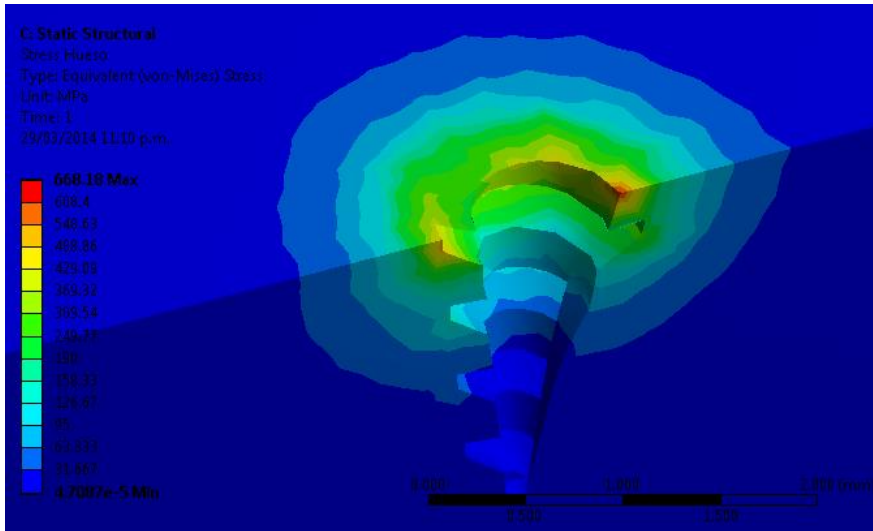
Esfuerzo evaluado sobre superficie de mini-implante



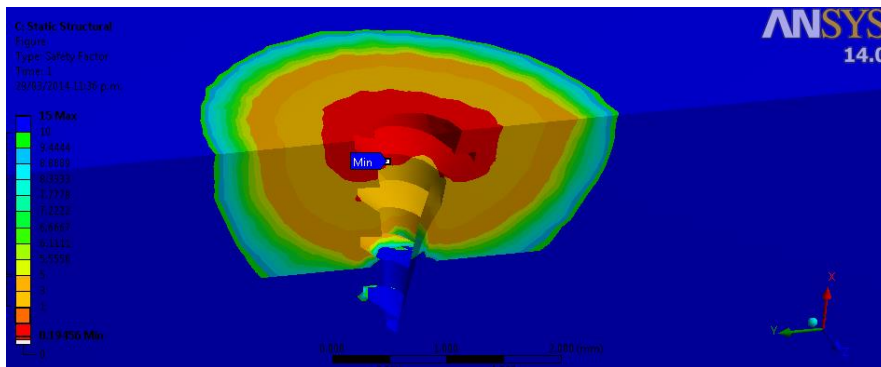
Factor de seguridad en relación al esfuerzo evaluado sobre mini-implante



RESULTADOS PARA 2 mm DE INSERCIÓN



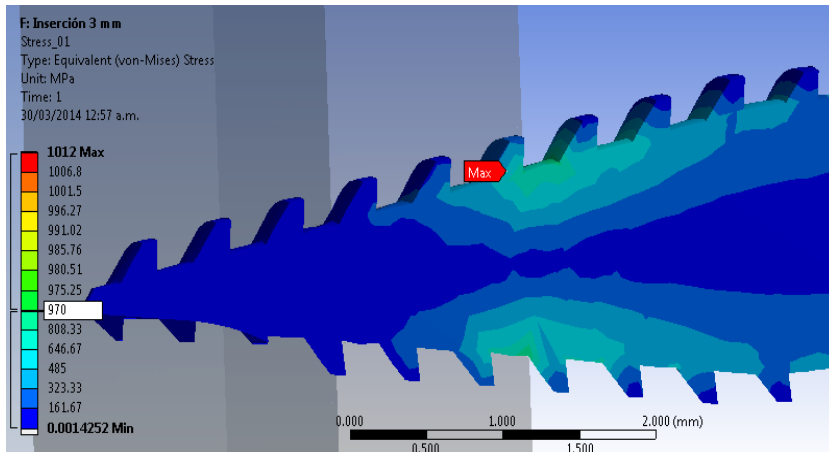
Esfuerzo evaluado sobre hueso D2 (Hueso Cortical con densidad aparente 1250 kg/m³) y hueso D3 (hueso esponjoso con densidad aparente 350 kg/m³)



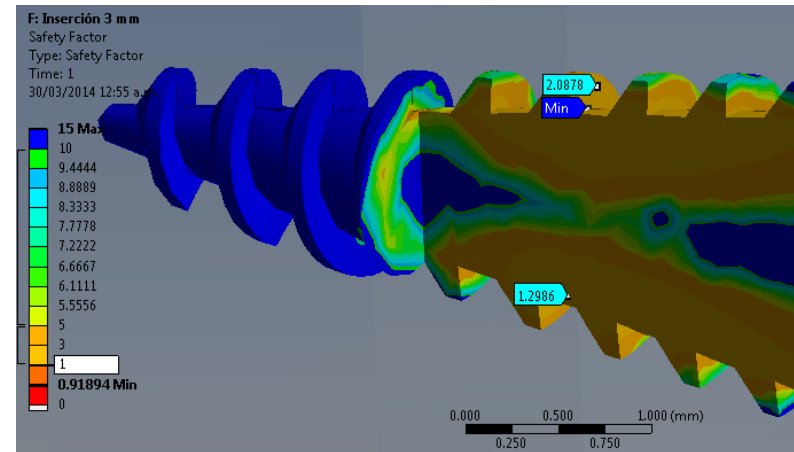
Factor de seguridad a fluencia sobre hueso D2 y D3

RESULTADOS PARA 3 mm DE INSERCIÓN

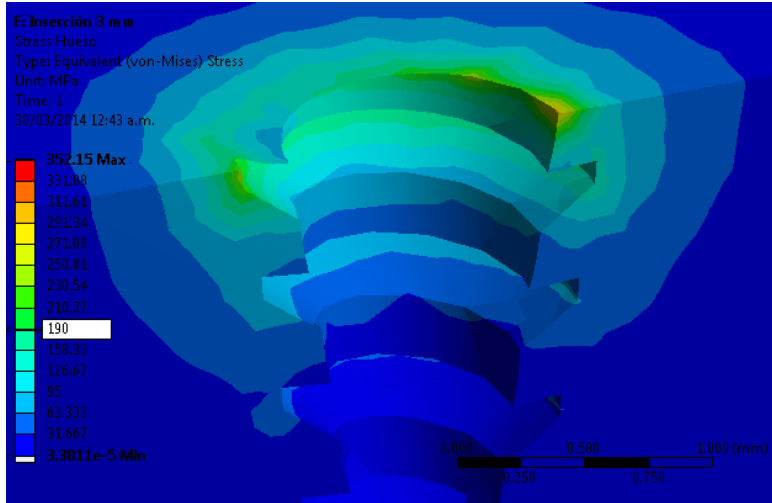
Esfuerzo evaluado sobre superficie de mini-implante



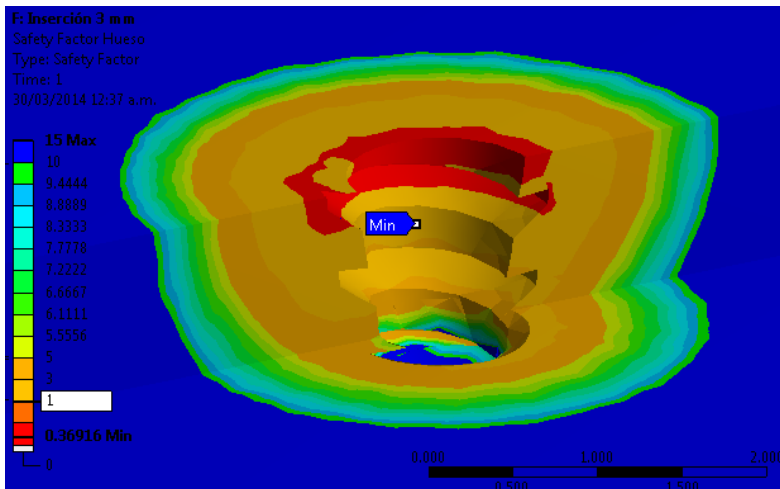
Factor de seguridad en relación al esfuerzo evaluado sobre mini-implante



RESULTADOS PARA 3 mm DE INSERCIÓN



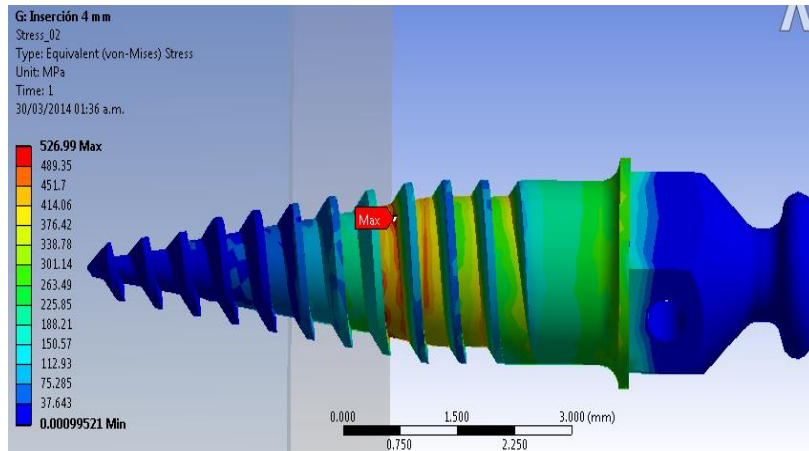
Esfuerzo evaluado sobre hueso D2 (Hueso Cortical con densidad aparente 1250 kg/m³) y hueso D3 (hueso esponjoso con densidad aparente 350 kg/m³)



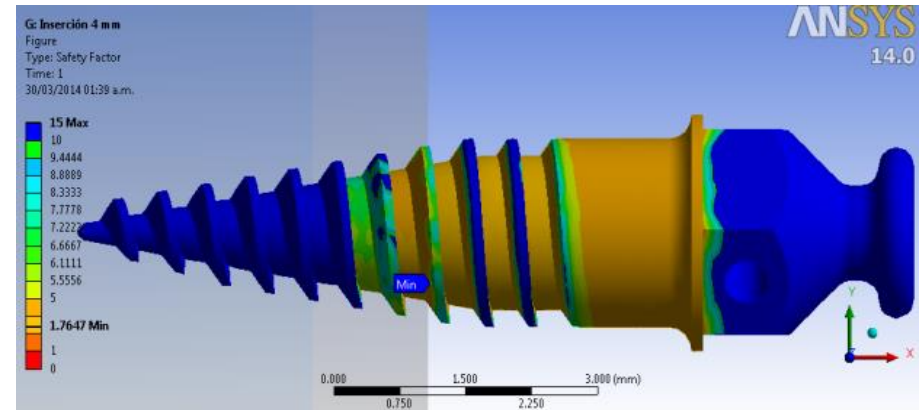
Factor de seguridad a fluencia sobre hueso D2 y D3

RESULTADOS PARA 4 mm DE INSERCIÓN

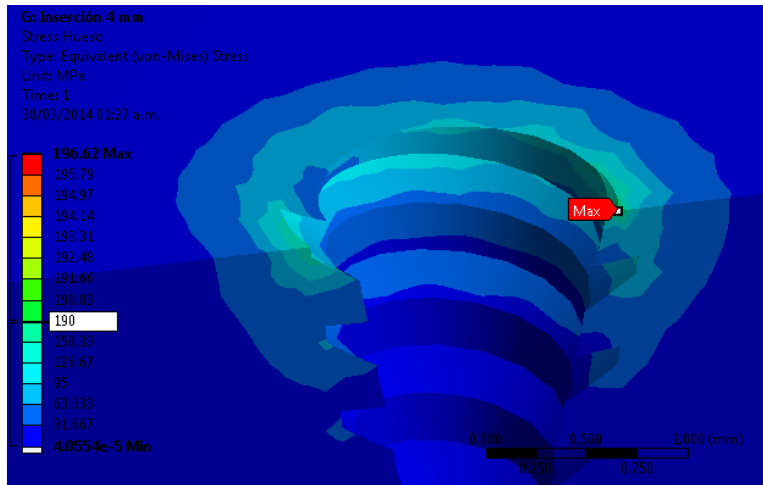
Esfuerzo evaluado sobre mini-implante



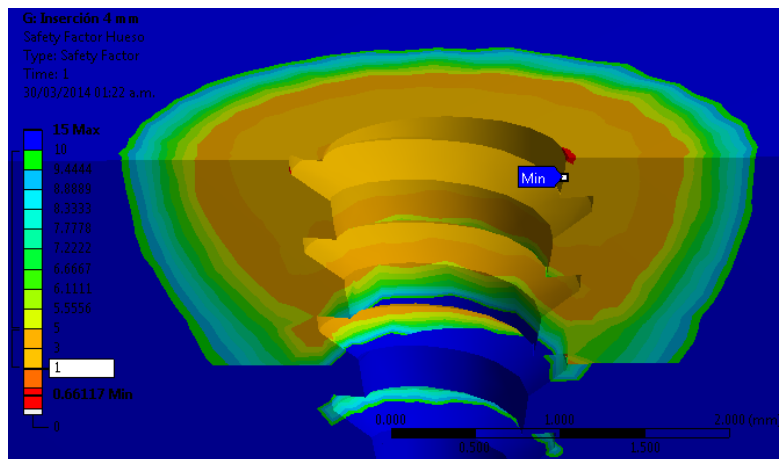
Factor de seguridad en relación al esfuerzo evaluado sobre mini-implante



RESULTADOS PARA 4 DE INSERCIÓN

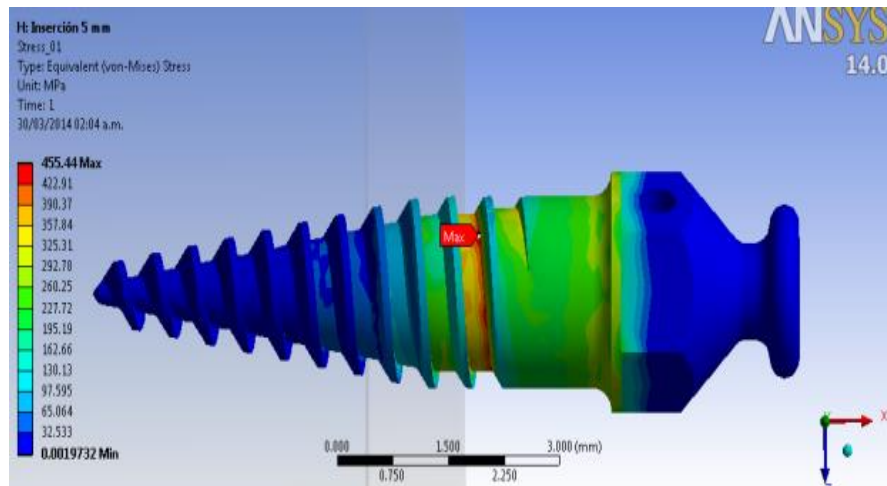


Esfuerzo evaluado sobre hueso D2 (Hueso Cortical con densidad aparente 1250 kg/m³) y hueso D3 (hueso esponjoso con densidad aparente 350 kg/m³)e

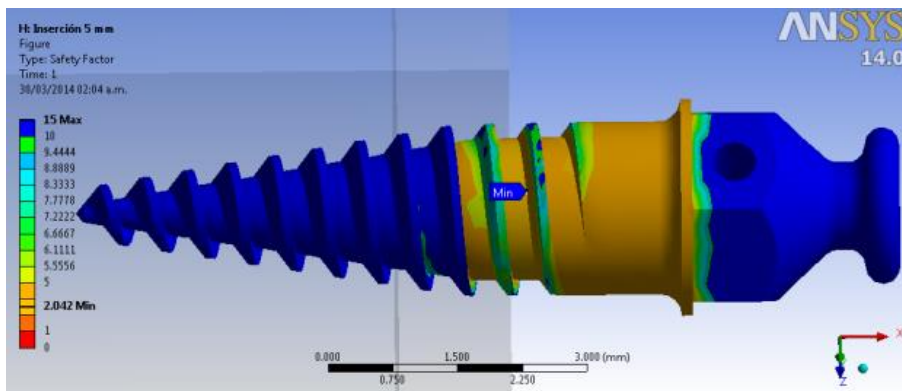


Factor de seguridad a fluencia sobre hueso D2 y D3

RESULTADOS PARA 5 mm DE INSERCIÓN

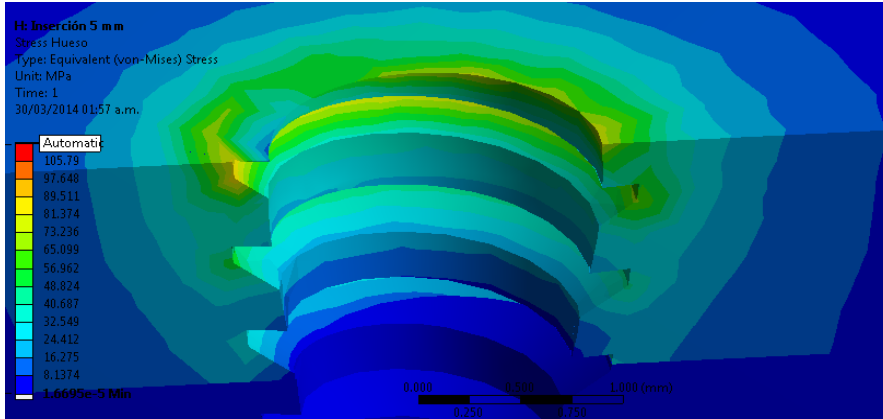


Esfuerzo evaluado sobre mini-implante

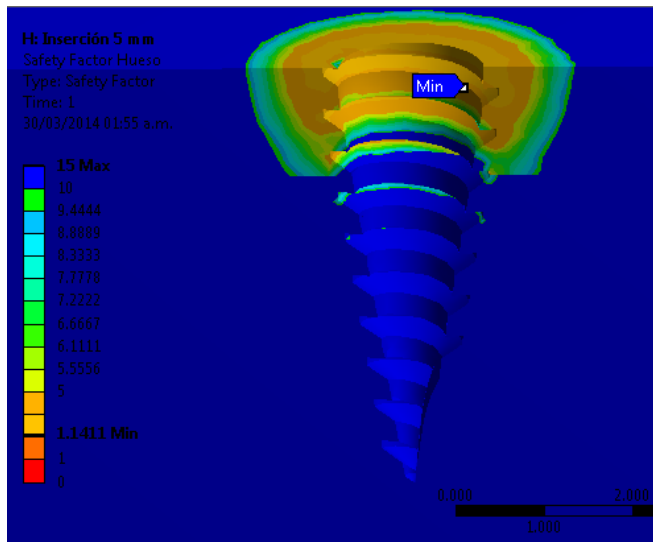


Factor de seguridad en relación al esfuerzo evaluado sobre mini-implante

RESULTADOS PARA 5 mm DE INSERCIÓN



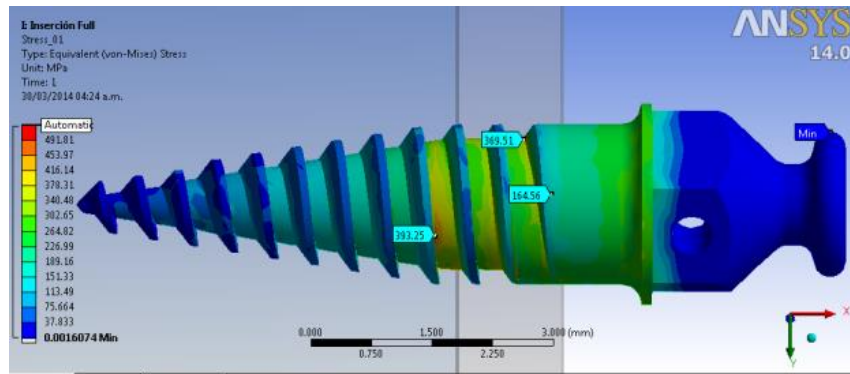
Esfuerzo evaluado sobre hueso D2 (Hueso Cortical con densidad aparente 1250 kg/m³) y hueso D3 (hueso esponjoso con densidad aparente 350 kg/m³)



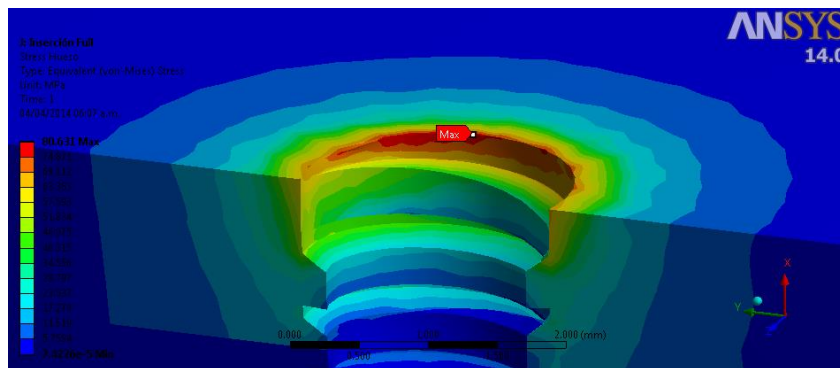
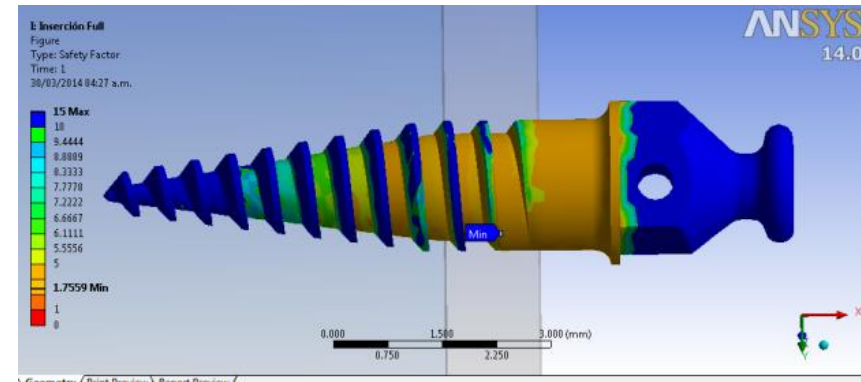
Factor de seguridad a fluencia sobre hueso D2 y D3

RESULTADOS PARA INSERCIÓN COMPLETA DEL MINI-IMPLANTE

Esfuerzo evaluado sobre mini-implante



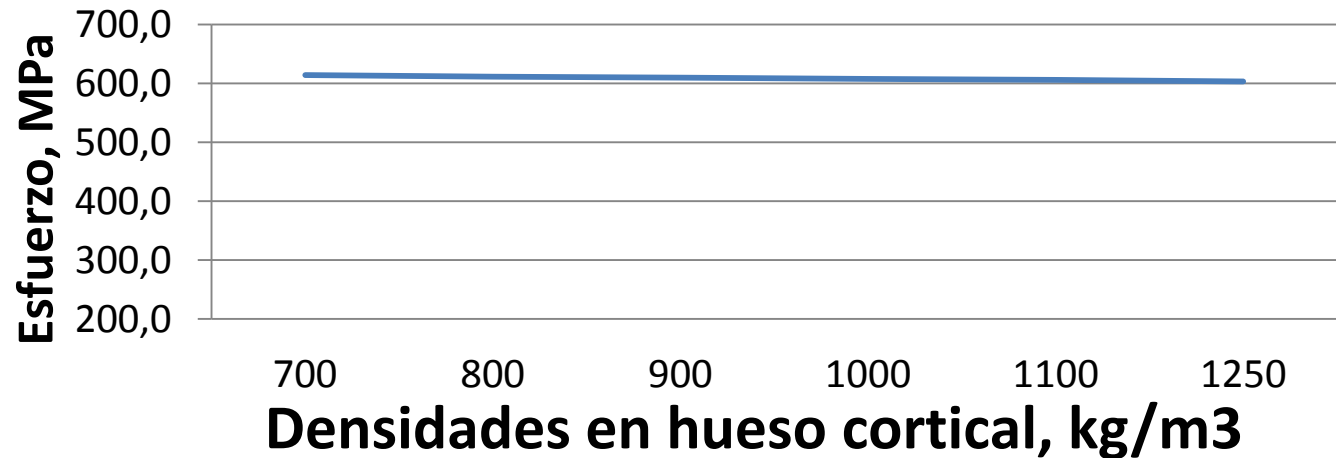
Factor de seguridad en relación al esfuerzo evaluado sobre mini-implante



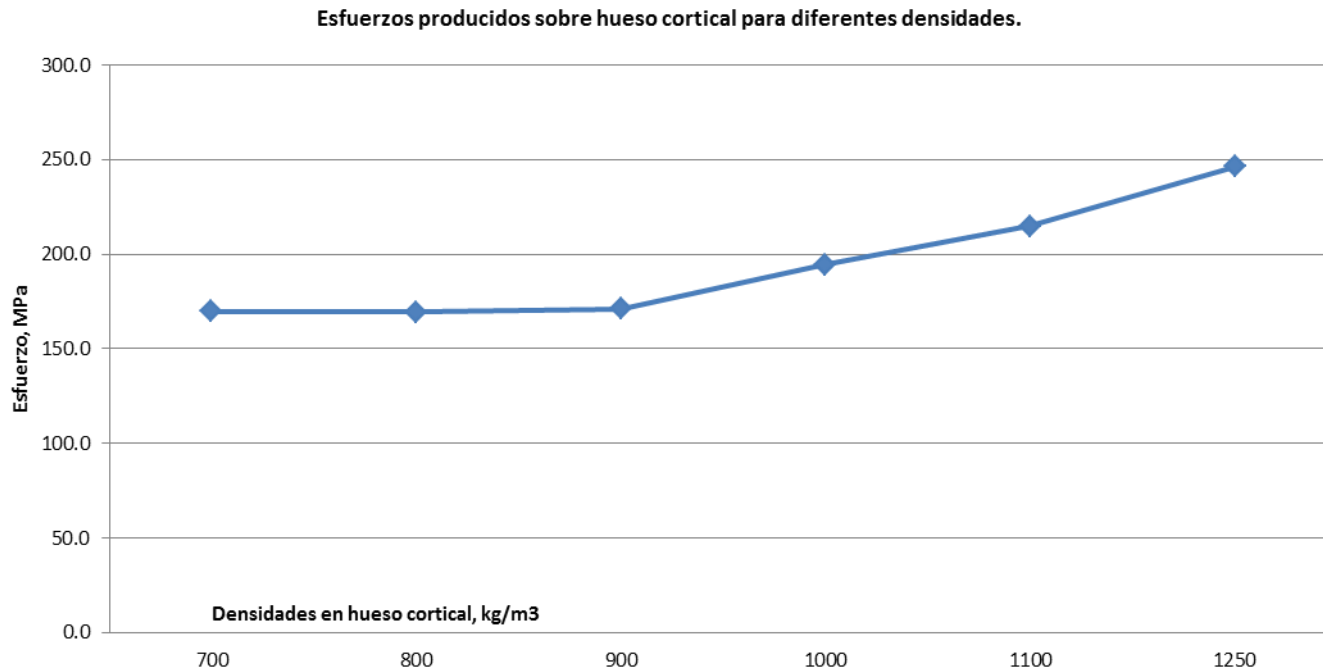
Esfuerzo evaluado sobre hueso D2 (Hueso Cortical con densidad aparente 1250 kg/m³) y hueso D3 (hueso esponjoso con densidad aparente 350 kg/m³)

ESFUERZOS PRODUCIDOS SOBRE MINI-IMPLANTE PARA DIFERENTES DENSIDADES EN HUESO CORTICAL

Esfuerzos producidos sobre mini-implante para diferentes densidades en hueso cortical



ESFUERZOS PRODUCIDOS SOBRE HUESO CORTICAL PARA DIFERENTES DENSIDADES



DISCUSIÓN

Algunos estudios establecen los factores asociados a la falla en la estabilidad de mini-implantes como:

- Miyawaki S, Kojima I, Inoue M, Mishima K, Sugahara , Takano Y. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. Am. J. Orthod Dentofac. Orthop. 2003; 124: 373-78. **DIÁMETRO DEL TORNILLO DE 1MM O MENOS, INFLAMACIÓN DEL TEJIDO PERI-IMPLANTE Y HUESO CORTICAL DELGADO.**
- Cheng S, Tseng I, Lee J, Kok S. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. Int J Oral Maxillofac Implants. 2004; 19:100-6. **LONGITUD DEL MINI-IMPLANTE.**

DISCUSIÓN

Algunos estudios establecen los factores asociados a la falla en la estabilidad de mini-implantes como:

- Chun H, Cheong S, Han J, Heo S, Chung J, Rhyu I, et al. Evaluation of design parameters of osseointegrated dental implants using finite element analysis. J Oral Rehabil. 2002; 29: 565–574. **FORMA DE LA ROSCA.**
- Motoyoshi M, Yano S, Tsuruoka T, Shimizu N. Biomechanical effect of abutment on stability of orthodontic mini-implant; a finite element analysis. Clin Oral Impl Res. 2005; 16: 480–485. **PASO DE ROSCA, LOS HILOS DE ROSCA HACIA LA DERECHA Y LA ASIMETRÍA GEOMÉTRICA**

DISCUSIÓN

Motoyoshi (2009). Alta tasa de daño de mini-implantes en la fase inicial:

- Reducida sección transversal en la punta del mini-implante.
- Reducción de área adicional generada por el corte Geometría auto-perforante.
- Falla no se presenta siempre en el mini-implante por las características anisotrópicas del hueso

Motoyoshi M, Inaba M, Ueno S, Shimizu N. Mechanical anisotropy of orthodontic mini-implants. Int J Oral Maxillofac Surg. 2009; 38: 972–977.

DISCUSIÓN

Ting-Shen Lin (2013). Los esfuerzos se concentran alrededor de la región de inserción del mini-implante. Los esfuerzos en el hueso esponjoso se distribuyen alrededor del mini-implante y son extremadamente pequeños en comparación con los evidenciados en hueso cortical.

Miyamoto (2005) Los esfuerzos presentan mayores valores en el hueso cortical en relación al hueso esponjoso.

Ting-Sheng L, Feng-De T, Chih-Yu C, Li-Wen L. Factorial analysis of variables affecting bone stress adjacent to the orthodontic anchorage mini-implant with finite element analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2013; 143: 182-89.

Miyamoto M, Yano S, Tsuruoka T, Shimizu N. Biomechanical effect of abutment on stability of orthodontic mini-implant; a finite element analysis. *Clin Oral Impl Res.* 2005; 16: 480-485.

DISCUSIÓN

Ashish et al (2011). Influencia del paso de la rosca y el esfuerzo de Von Mises generado, identificando que menores valores de paso inducen menores valores de esfuerzo en hueso cortical.

El patrón de distribución de esfuerzos se concentra al máximo en el punto de entrada del mini-implante en el hueso cerca de la zona transmucosa del mismo.

Ashish H, Nikhilanand H, Vinay PR, Chandrashekhar B, Arun A, Mahendra S. Effect Of The Thread Pitch Of Orthodontic Mini-Implant On Bone Stress-A 3D Finite Element Analysis. Journal of Dentistry. : 1: 91-97.

DISCUSIÓN

Van Eijden (2006): Densidad como parámetro de influencia para la inserción encontrando una relación lineal entre la densidad y el módulo de elasticidad determinando que es más sencillo realizar la inserción en hueso cortical de menor densidad.

Van Eijden T, van der Helm P, van Ruijven L, Mulder L. Structural and Mechanical Properties of Mandibular Condylar Bone. J Dent Res. January 2006; 85: 33-37.

CONCLUSIONES

- La geometría del tornillo y la fuerza generada durante la inserción del mini implante, serán factores influyentes para el daño en la punta, asociado al alto esfuerzo cortante que se produce tras la inserción en el hueso cortical.
- La geometría del mini-implante en la interfaz de finalización de la rosca e inicio de la zona transmucosa, genera un alto valor de esfuerzo asociado al aplastamiento de la huella del perfil de rosca en el hueso cortical, el cual provoca fractura del mismo incrementando la tasa de fracaso en la inserción del mini-implante.

CONCLUSIONES

- La deformación permanente que se puede generar en el perfil del mini-implante, dificulta la creación de una huella roscada en el hueso, aumentando los esfuerzos por compresión en la zona de la interfaz.
- Los valores de esfuerzo se normalizan con diámetros previos para inserción de por lo menos un milímetro y el ajuste de la geometría de la rosca del mini-implante para minimizar geometrías anguladas que actúan como concentradores de esfuerzo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la elaboración del nicho previo en la inserción del mini-implante, para reducir los esfuerzos en la punta del mismo, dada su reducida sección transversal que origina altos valores de esfuerzo y deformación.

GRACIAS