

“ANÁLISIS DE LAS FALLAS DEL TREN
ALTERNATIVO DEL MOTOR OPEL - CORSA
1600 MEDIANTE EL USO DE
HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES”

VALLE VÁSQUEZ DAVID SEBASTIAN
LLANGARÍ ARIZO JOSÉ ALBERTO

LATACUNGA 2012

**ESCUELA POLITÉCNICA
DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA**

ANÁLISIS DE ESFUERZOS

CÁLCULOS EN EL CICLO DE EXPLOSIÓN

OPEL - CORSA 1600 CC.

● Datos del Automóvil

Diámetro del Pistón = 7,9 cm

Carrera = 8,15 cm

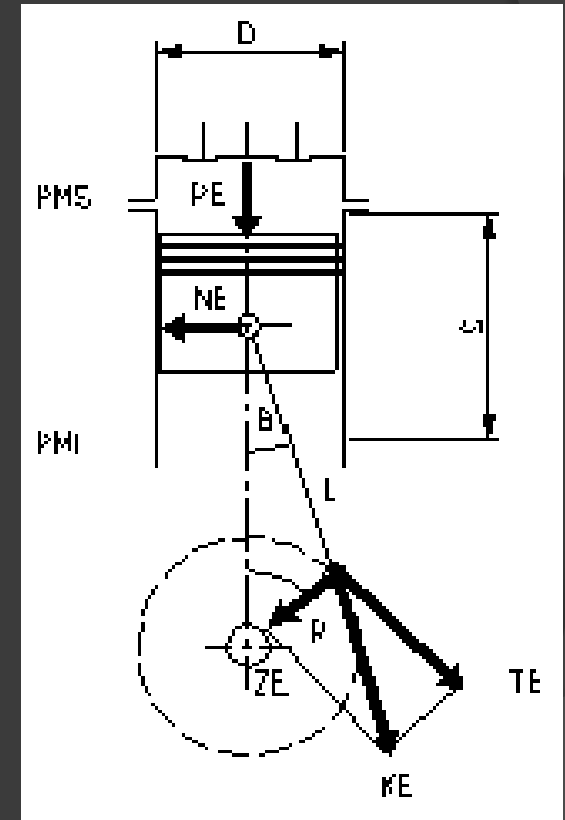
Cilindrada = 1600 cm³

Relación de compresión = 10,5:1 (adimensional)

● Área Del Pistón

$A = \frac{\pi D^2}{4}$

$A = 49,016 \text{ cm}^2$



• PRESIÓN DE ADMISIÓN

$$P_a = P_o - \left(\frac{\rho \cdot v^2}{2} \right) \cdot K \quad \text{Ec.6}$$

Siendo:

- P_a = Presión de admisión (MPa)
- P_o = Presión inicial (Pa)
- ρ = Coeficiente de amortiguación de la velocidad de la carga en la sección examinada del cilindro (adimensional)
- v = El coeficiente de resistencia del sistema de admisión referida a su sección más estrecha (adimensional)
- v = la velocidad del aire en la entrada del sistema de admisión (m/s)
- ρ = Densidad de la carga de Admisión (kg/m³)

Siendo:

$P_0 = 103120$ (Pa) peso del aire sobre unidad de superficie a nivel del mar.

La densidad de la carga en la admisión —

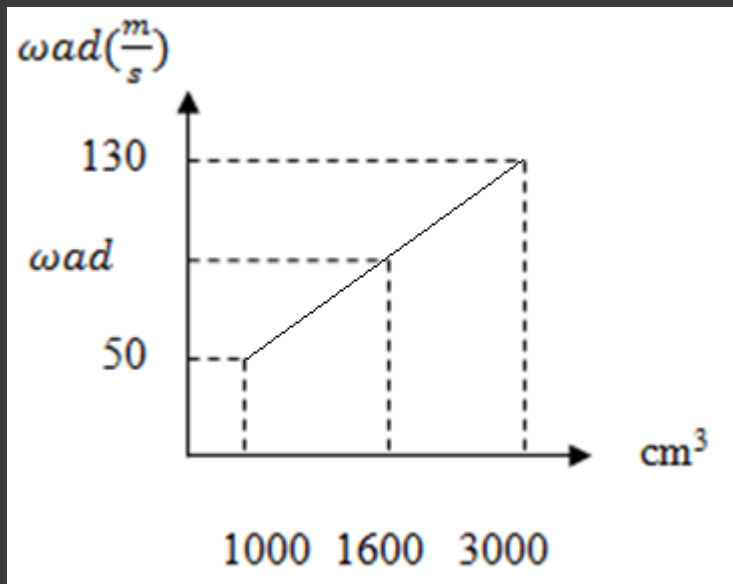
T_0 = Temperatura inicial la cuál es 285°K . Asumida según condiciones de altura a 2785m sobre el nivel del mar.

R = constante universal de los gases = $286,9$ —

Remplazando datos se tiene:

—

Según datos experimentales obtenidos al investigar motores de automóviles, para la apertura completa de la válvula en el régimen nominal, la velocidad de movimiento de la carga en la sección de paso es = 50.....130 m/s, determinados desde cilindradas de 1000 a 3000 cm³ con lo cual procedemos a la realización de una Interpolación a 1600cm³ correspondiente a la cilindrada del vehículo.



Formula de interpolación

$$y = y_a + (x - x_a) \frac{(y_b - y_a)}{(x_b - x_a)}$$

$$= 130 + (1600 - 3000) \frac{50 - 130}{3000 - 1000}$$

$$= 74 \text{ (m/s)}$$

Coeficiente de amortiguación y de resistencia

= 2,5.....4 (adimensional)

Interpolando se tiene:

=2,95

Remplazando todos los datos en la ecuación de presión de admisión se tiene:

Pa=0,10312 MPa

● **Temperatura En Admisión**

Ta = _____

Ec.7

En donde:

Ta = Temperatura en el ciclo de admisión (°k)

To = Temperatura inicial (°k)

= Incremento de la temperatura en el proceso del calentamiento de la carga (°C)

= Coeficiente de gases residuales (adimensional)

= Temperatura de los gases residuales (°k)

Siendo:

$$T_0 = 285 \text{ °K}$$

Coeficiente de los gases residuales

$$= 0,06 \dots\dots 0,1$$

Interpolando se tiene:

$$= 0,072 \text{ (m/s)}$$

Al calcular el coeficiente se puede asumir que la temperatura de los gases residuales en los motores a gasolina es $T_r = 900 \dots\dots 1000 \text{ °K}$

$$= 930 \text{ °K}$$

Remplazando los datos en la temperatura de admisión se tiene:

$$T_a = 596,977 \text{ °K}$$

⦿ Presión De Compresión

$$P_c = P_a$$

Ec.8

En donde:

- ⦿ **P_c** = Presión en el ciclo de compresión (MPa)
- ⦿ **P_a** = Presión en el ciclo de admisión (MPa)
- ⦿ **n₁** = Exponente politrópico medio de compresión (adimensional)
- ⦿ = relación de compresión (adimensional)

Tenemos que:

Exponente politrópico medio de compresión = 1,30.....1.37

Interpolando del coeficiente politrópico se tiene:

$$= 1,321$$

Remplazando los datos en la ecuación 8 se tiene:

$$P_c = 2,30 \text{ MPa}$$

● Temperatura En Compresión

$$T_c = T_a$$

Ec.9

Así tenemos que:

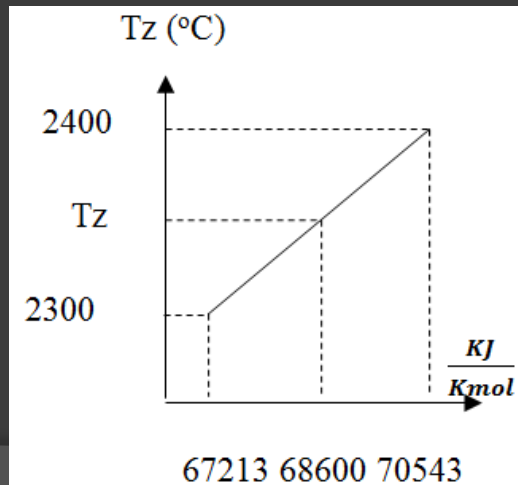
$$T_c = 1269,87^\circ\text{K}$$

Temperatura En Explosión

T_z = Temperatura en el ciclo de la explosión ($^\circ\text{K}$)

= la energía interna de los productos de combustión

El valor buscado para la temperatura de combustión, correspondiente al valor de la energía interna se encuentra interpolando en entre la gama de temperaturas $2300^\circ\text{C} < T_z < 2400^\circ\text{C}$



$$= 2400 + (68600 - 70543) \frac{2400 - 2300}{70543 - 67213}$$

Presión En La Explosión

$$P_z = \frac{P_{z0}}{K_{st}} \quad \text{Ec.10}$$

En donde:

- P_z = Presión en la explosión (MPa)
- K_{st} = Coeficiente real de variación molecular (adimensional)
- El Coeficiente real de variación molecular esta dado por $\frac{P_{z0}}{P_z}$

Donde:

P_{z0} = es el coeficiente teórico de variación molecular.

Remplazando valores tenemos:

Por tanto la Presión en el ciclo de explosión es:

$$P_z = 5,077 \text{ MPa}$$

Fuerza Producida En La Parte Superior Del Pistón (Fe)

$$F_e = P_z.$$

Ec.11

Remplazando todos los datos tenemos:

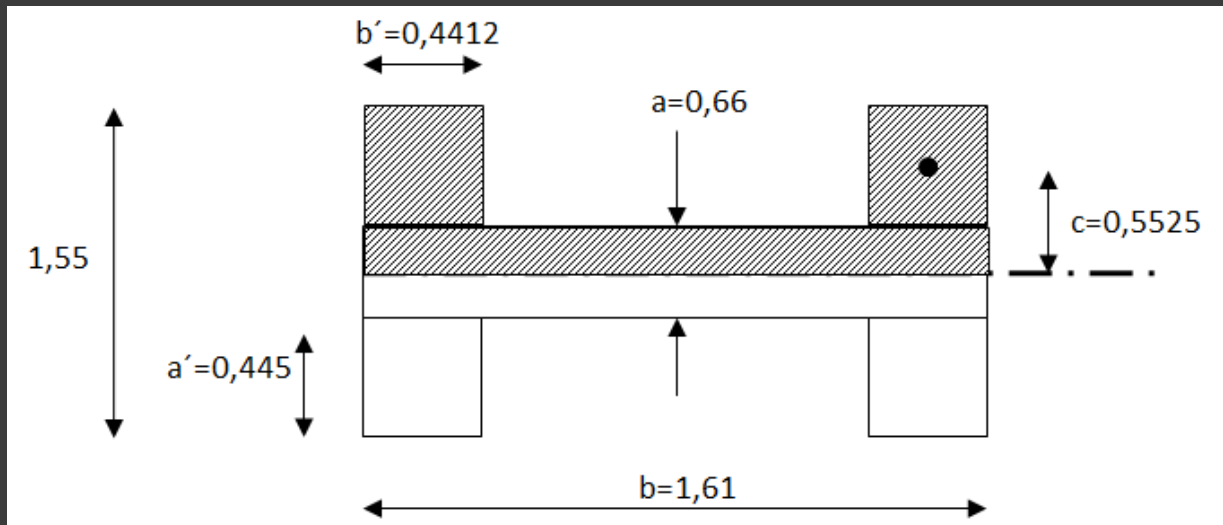
$$F_e = 24887,02 \text{ N}$$

ANÁLISIS EN CONDICIONES DE COLUMNA

Datos:

- Hierro Fundido 80-55-06
- Modulo de Elasticidad $E = 171,61 \text{ GPa}$
- Resistencia última a la tensión $S_y = 38000 \text{ PSI}$
- Área de la sección transversal $= 1,85 \text{ cm}^2$
- $L = 12,8133 \text{ cm}$ (Longitud Real de la Columna)
- Constante para el cálculo de la columna efectiva atornillada $K=1$

Sección Transversal



Cálculo de la Inercia:

Teorema de Steiner

Ec.12

$$\left[-(\)(\) \right] \quad \left[-(\)(\) \quad (\)(\)(\) \right]$$

Remplazando los datos tenemos:

Cálculo del Radio de Giro:

$$\sqrt{-}$$

Ec.13

Remplazando los datos tenemos:

Longitud efectiva de la columna

$$K= 1$$

$$L= 12,8133$$

Ec.14

Remplazando los datos tenemos:

Constante de la Columna

$E =$

$S_y = 38000 \text{ Psi} = 262 \text{ MPa}$



Ec.15

Reemplazando los datos tenemos:

Analizamos como columna corta

—

—————

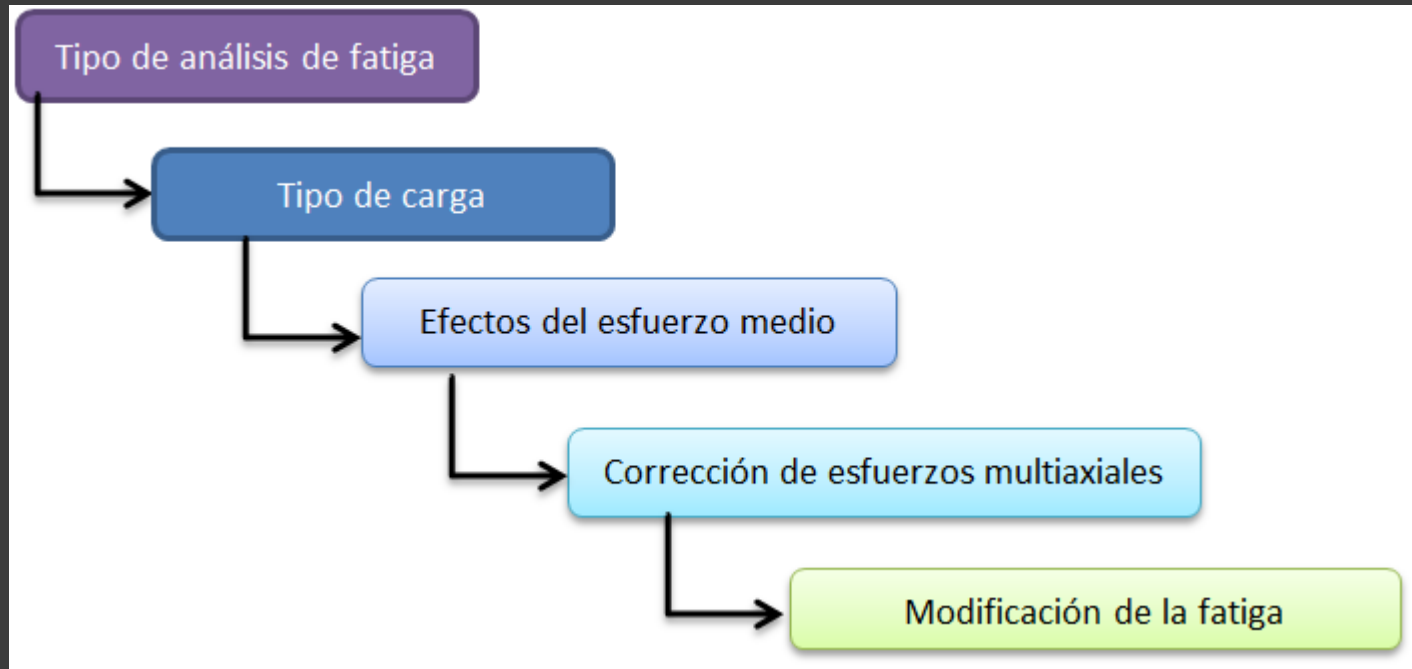
- **Ecuación de J.B. Johnson.**

= Carga Crítica (N)

- $$\left[\frac{(-)}{\quad} \right] \quad \text{Ec.16}$$

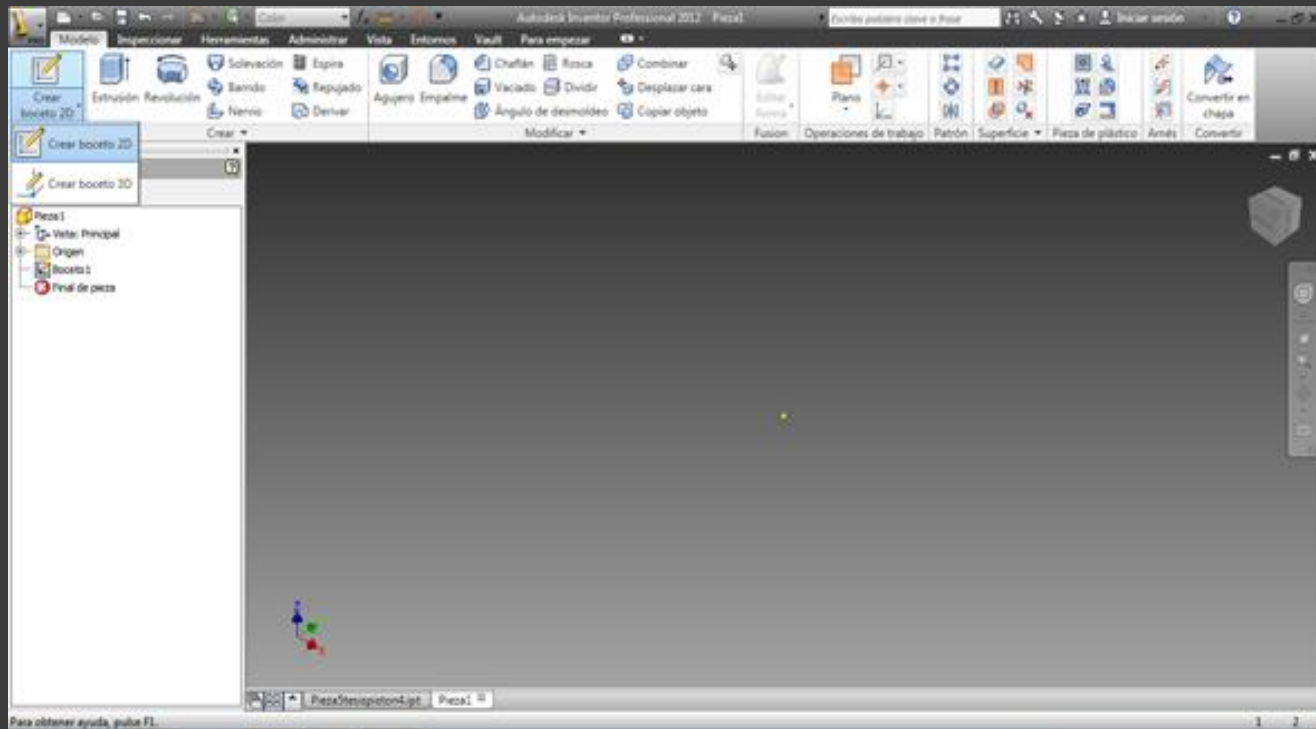
- Reemplazando los datos tenemos:

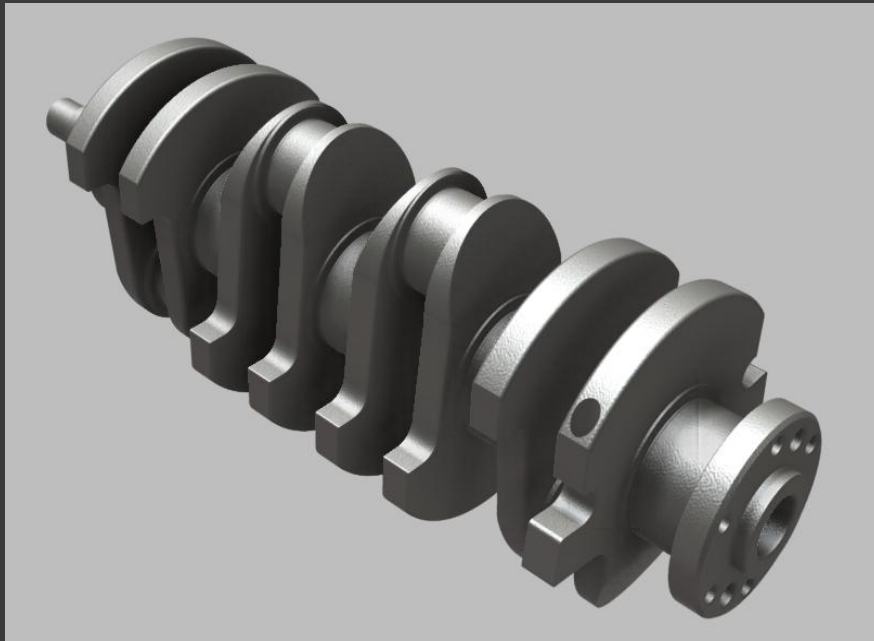
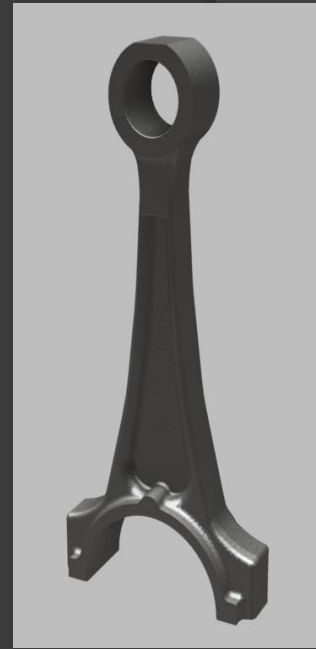
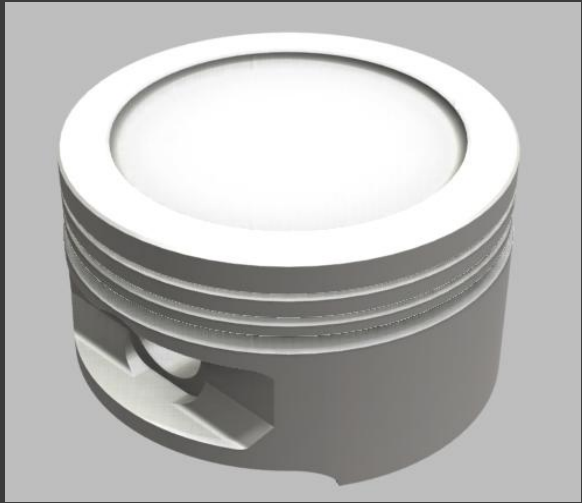
ANÁLISIS DE FATIGA



MODELIZACION Y ANALISIS ASISTIDO POR COMPUTADORA

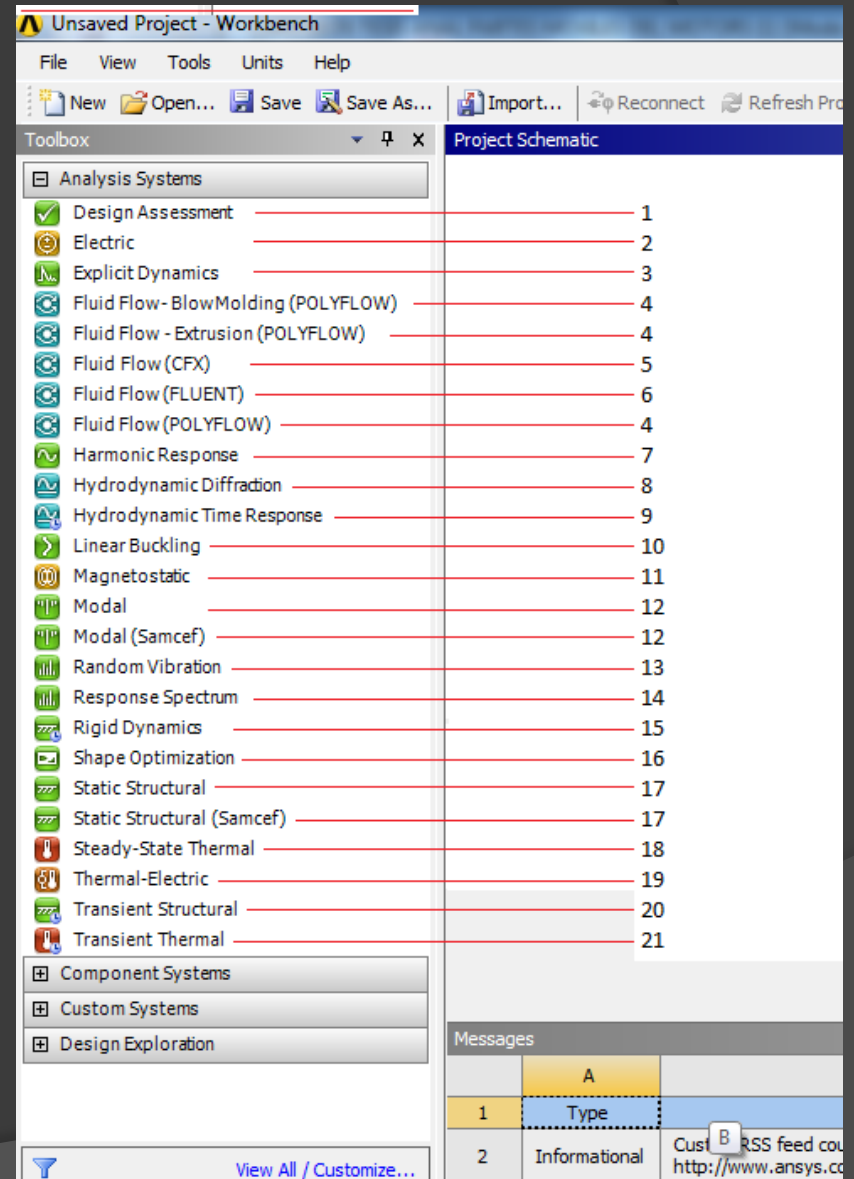
BOCETO DE LAS PIEZAS



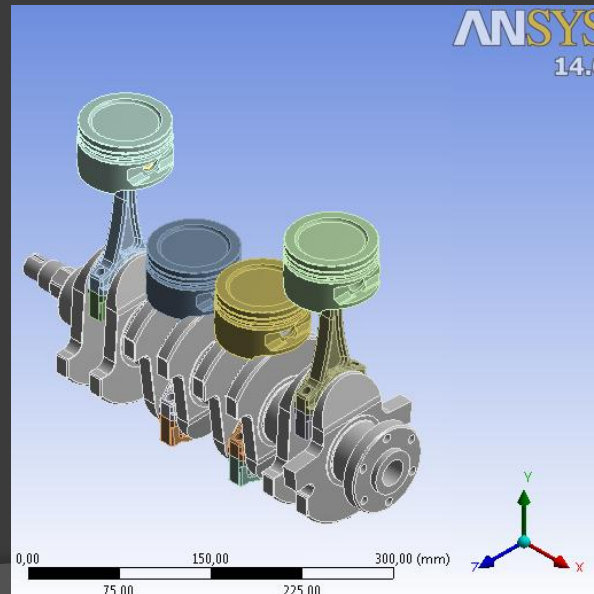
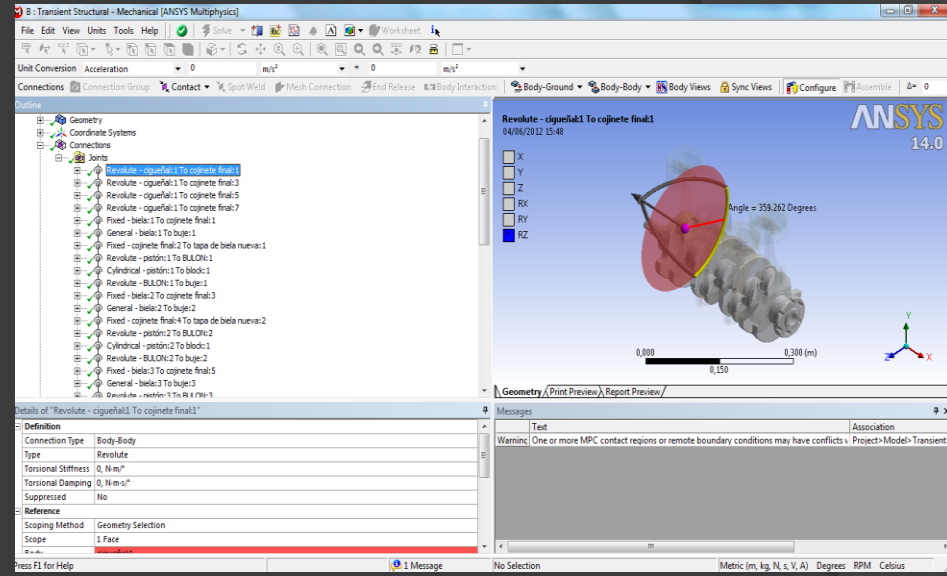
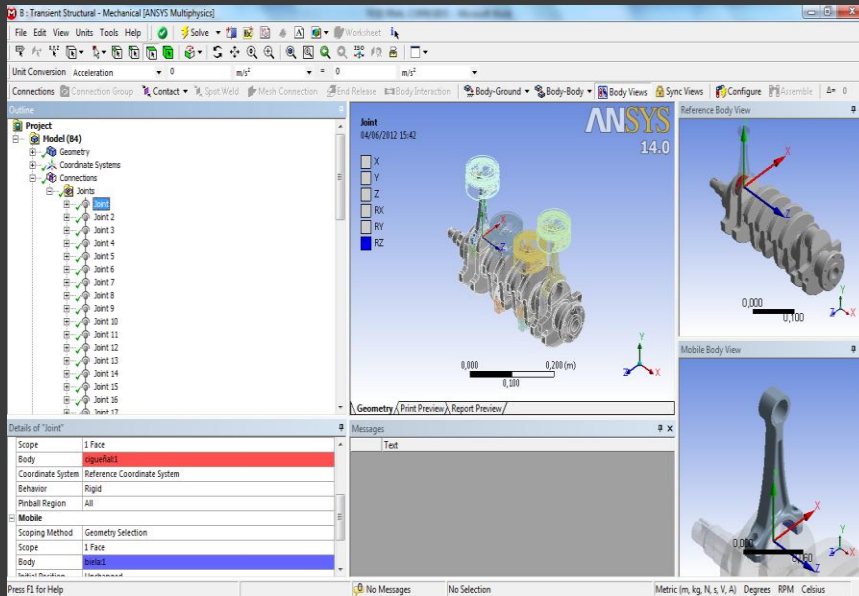


ANALISIS ASISTIDO POR COMPUTADOR

DESCRIPCION DE LA INTERFAZ DE WORKBECH



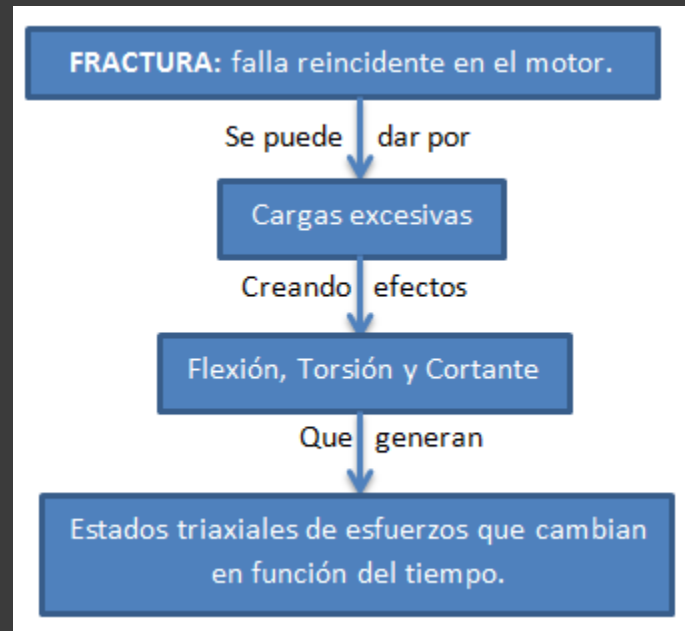
ENSAMBLADO DEL TREN ALTERNATIVO EN TRANSIENT ESTRUCTURAL.



ANALISIS DE FALLAS

FALLAS EN EL CIGUEÑAL

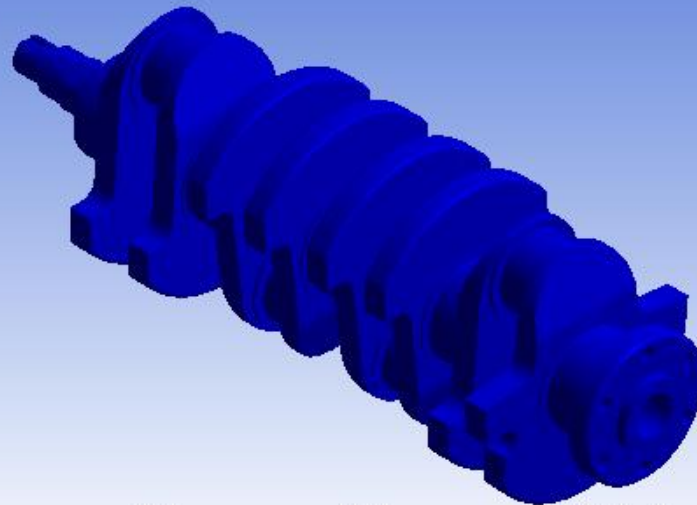
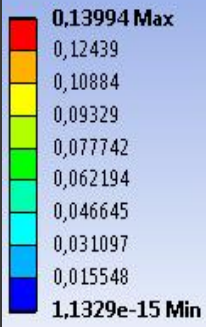
1. DESCRIPCIÓN



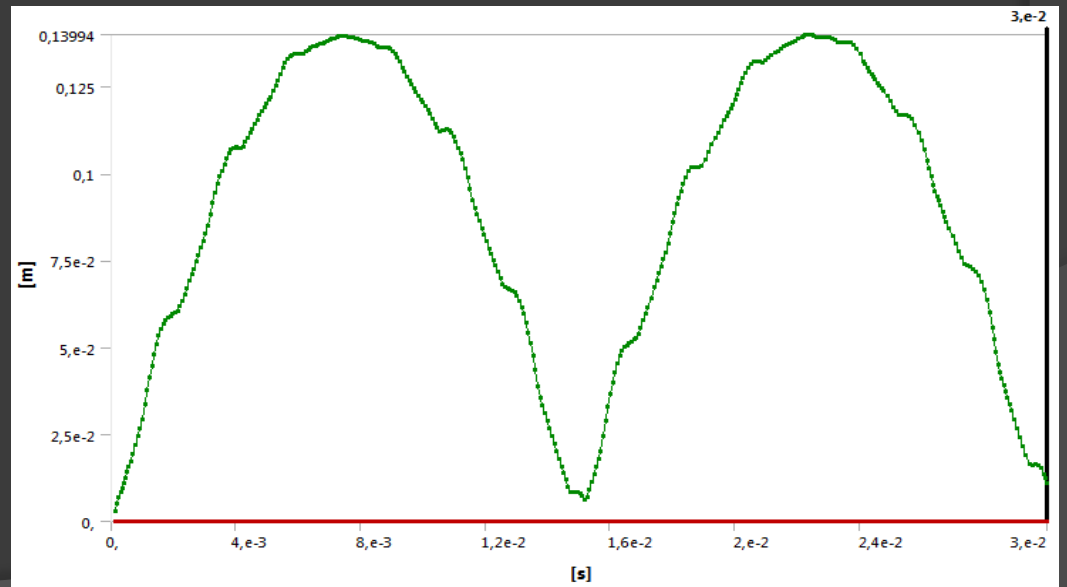
2. ANÁLISIS

Descripción	Condiciones Normales	Condiciones de Falla
Velocidad(rpm)	4000	6000
Carga (N)	24887,02	46240,62

B: Transient Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: m
Time: 3,e-002
30/05/2012 12:31

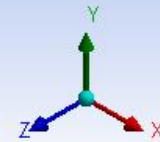
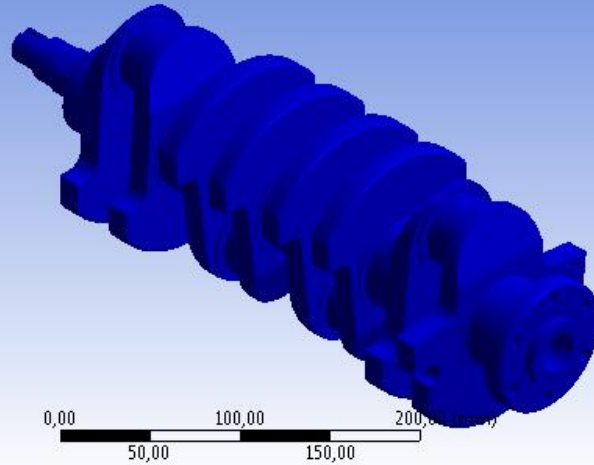
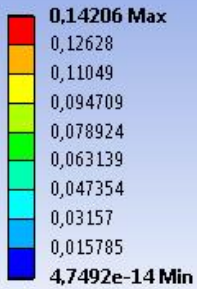


**Total deformation
(Condiciones normales)**

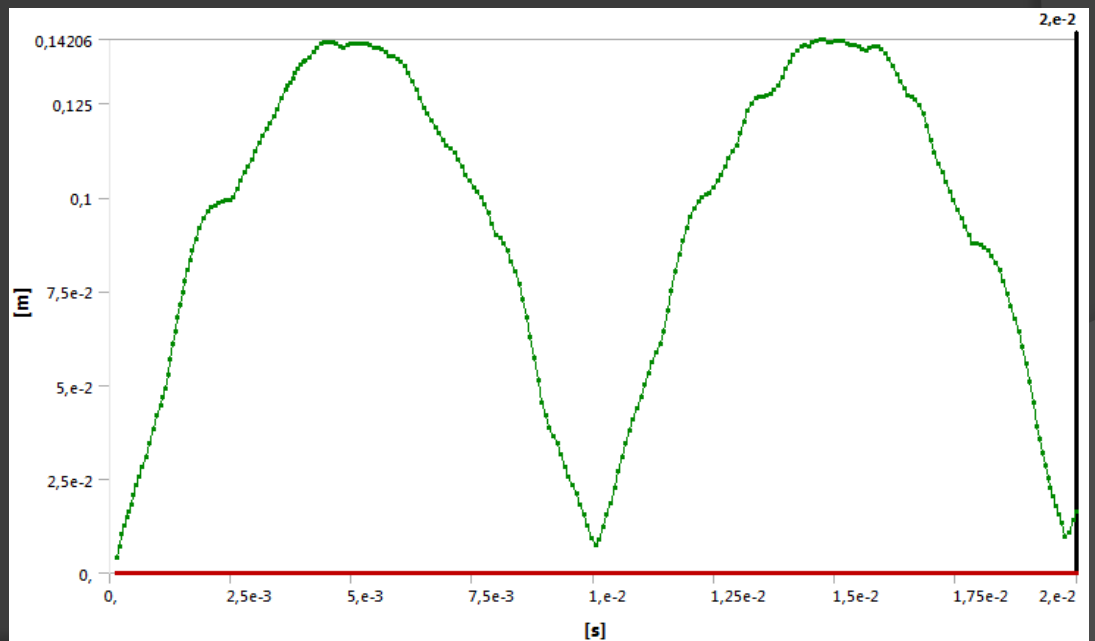


B: Transient Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: m
Time: 2,e-002
01/06/2012 17:33

ANSYS
14.0

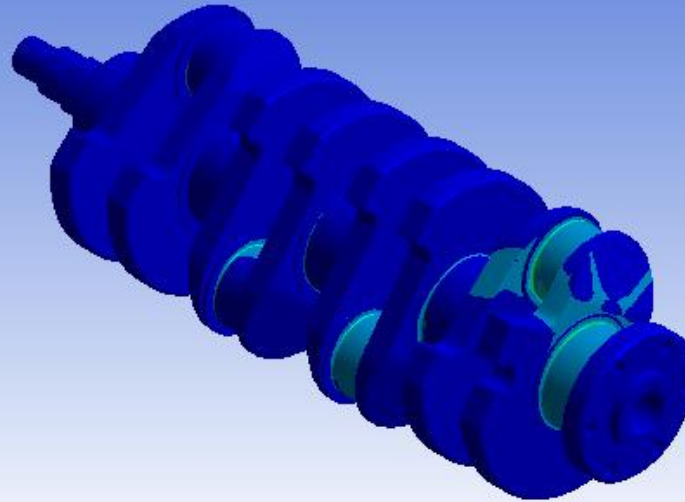
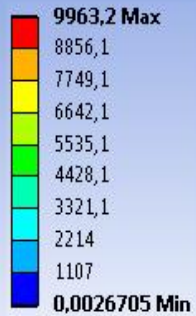


**Total deformation
(Condiciones de Falla)**

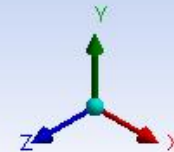


Equivalent Stress

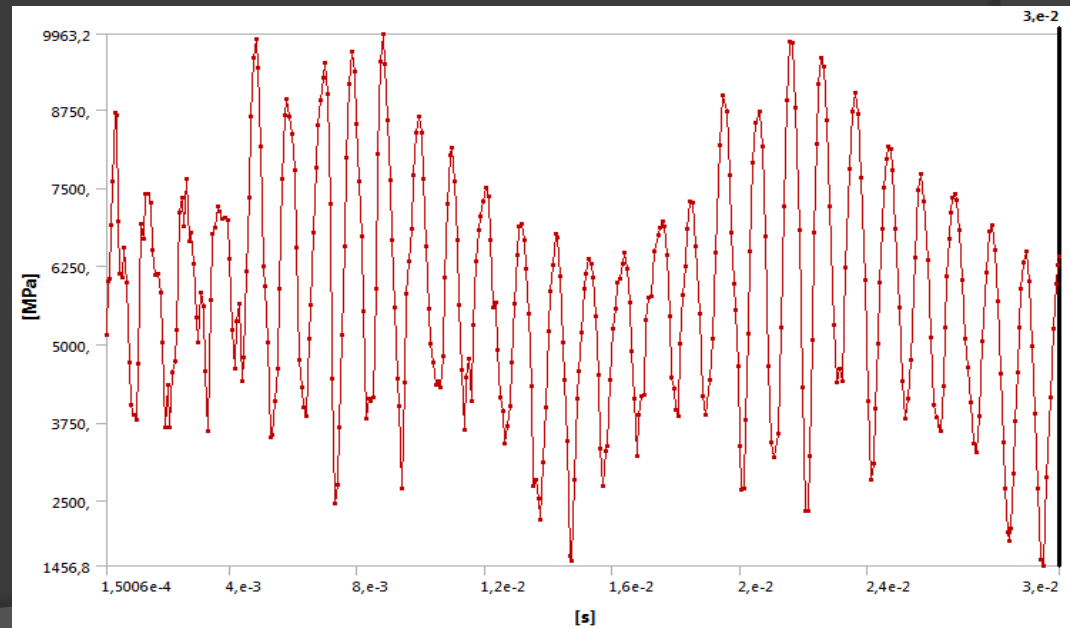
Type: Equivalent (von-Mises)
Unit: MPa
Time: 3,e-002
30/05/2012 14:01



ANSYS
14.0



Equivalent Stress (Condiciones Normales)



Equivalent Stress

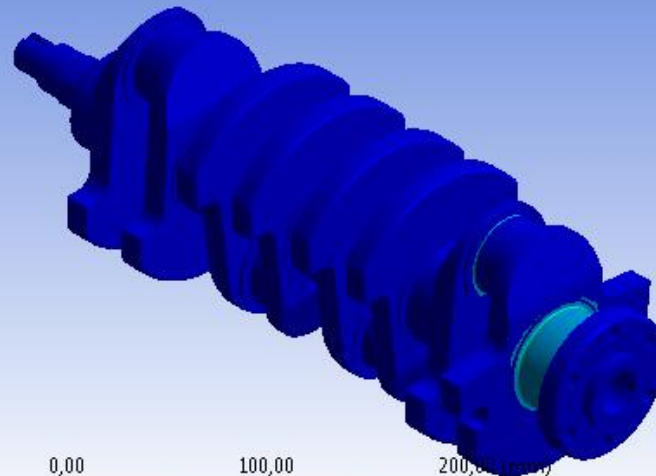
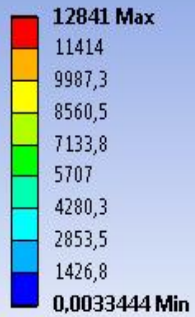
Type: Equivalent (von-Mises)

Unit: MPa

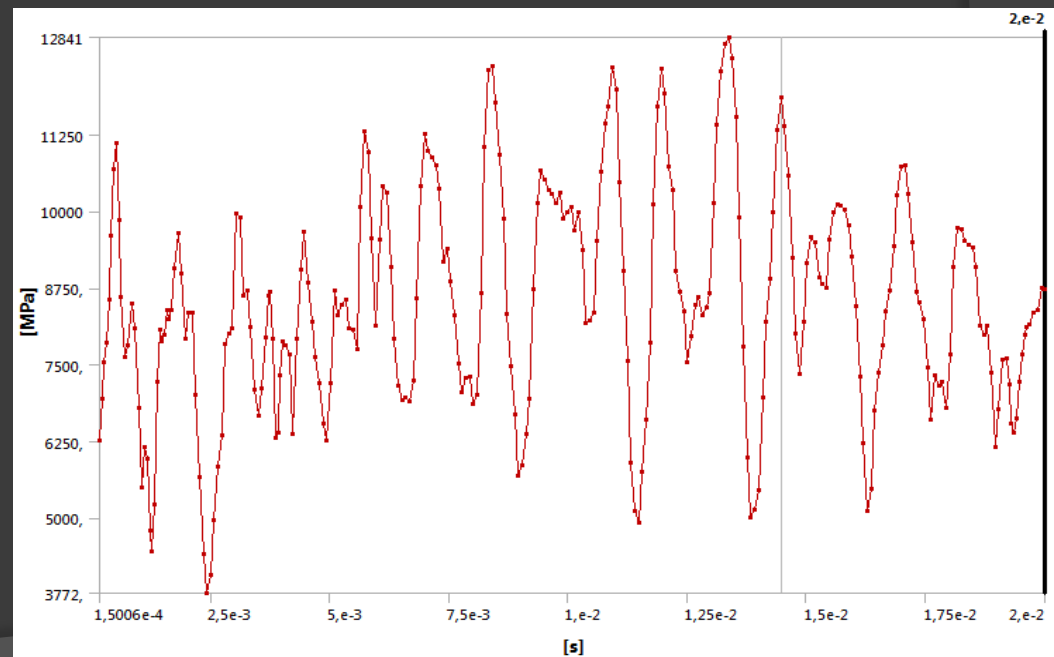
Time: 2,e-002

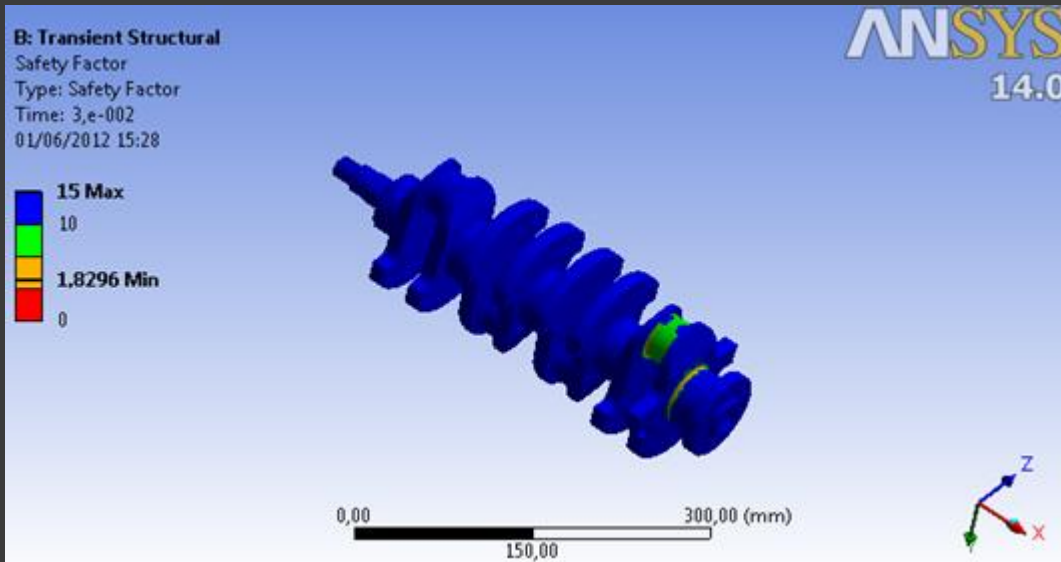
30/05/2012 15:45

ANSYS
14.0



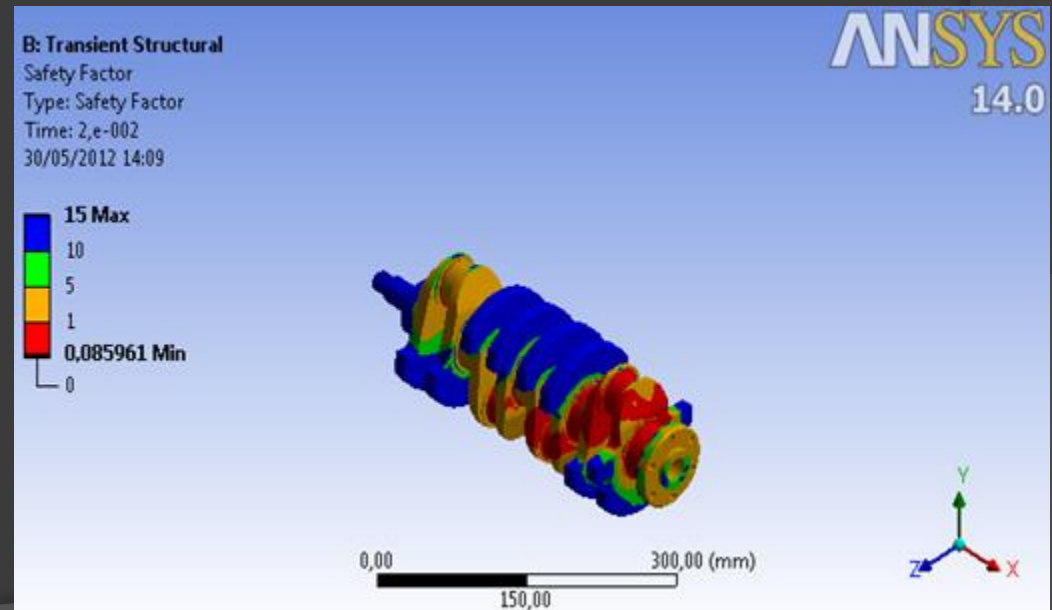
Equivalent Stress (Condiciones de falla)





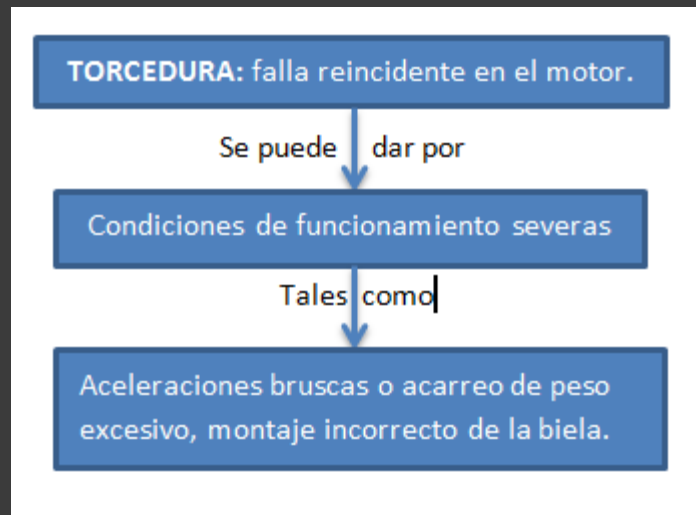
**Factor de Seguridad
(Condiciones Normales)**

**Factor de Seguridad
(Condiciones de Falla)**



FALLAS EN LA BIELLA

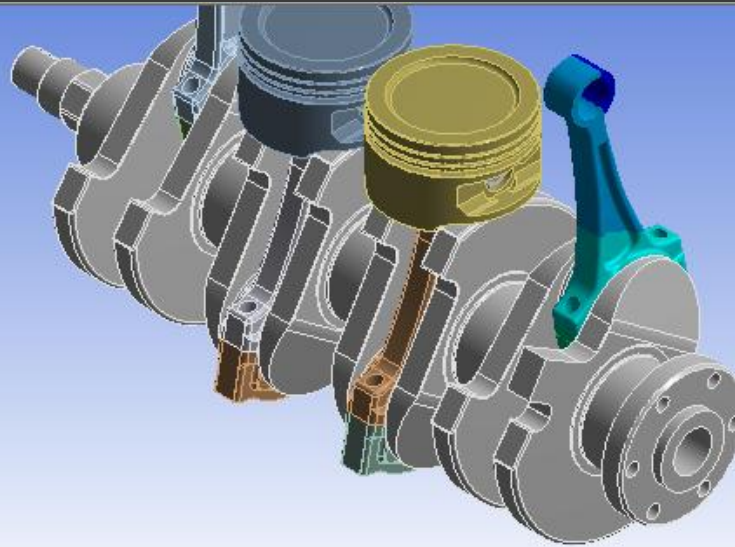
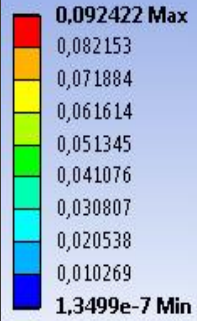
1. DESCRIPCIÓN



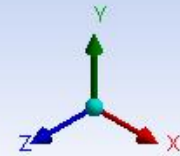
2. ANÁLISIS

Descripción	Condiciones Normales	Condiciones de Falla
Velocidad(rpm)	4000	6000
Carga (N)	24887,02	46240,62

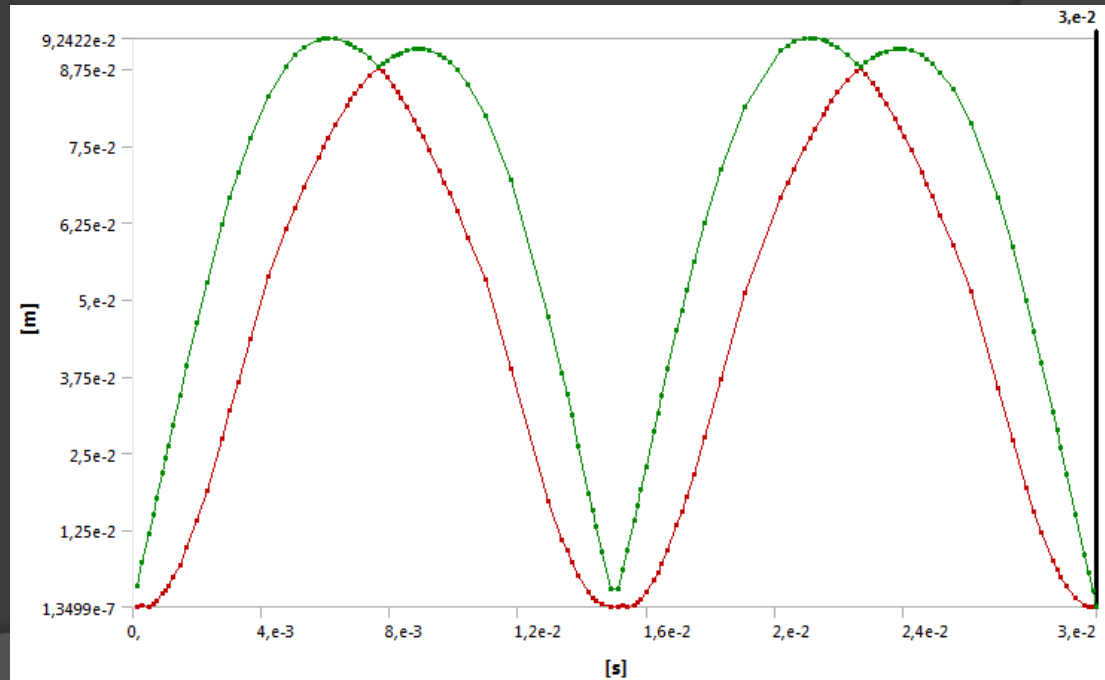
B: Transient Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: m
Time: 3,e-002
30/05/2012 11:55



ANSYS
14.0

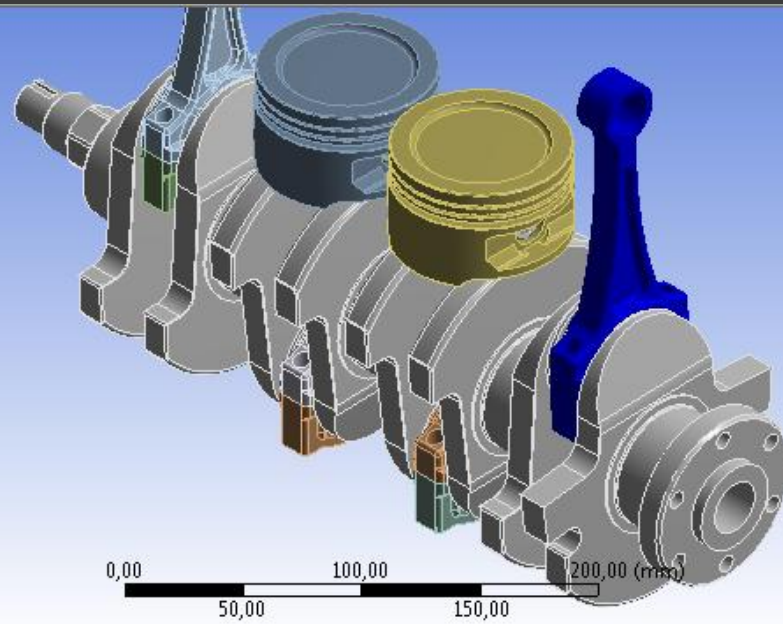
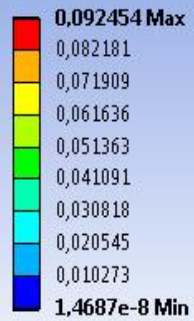


**Total deformation
(Condiciones Normales)**

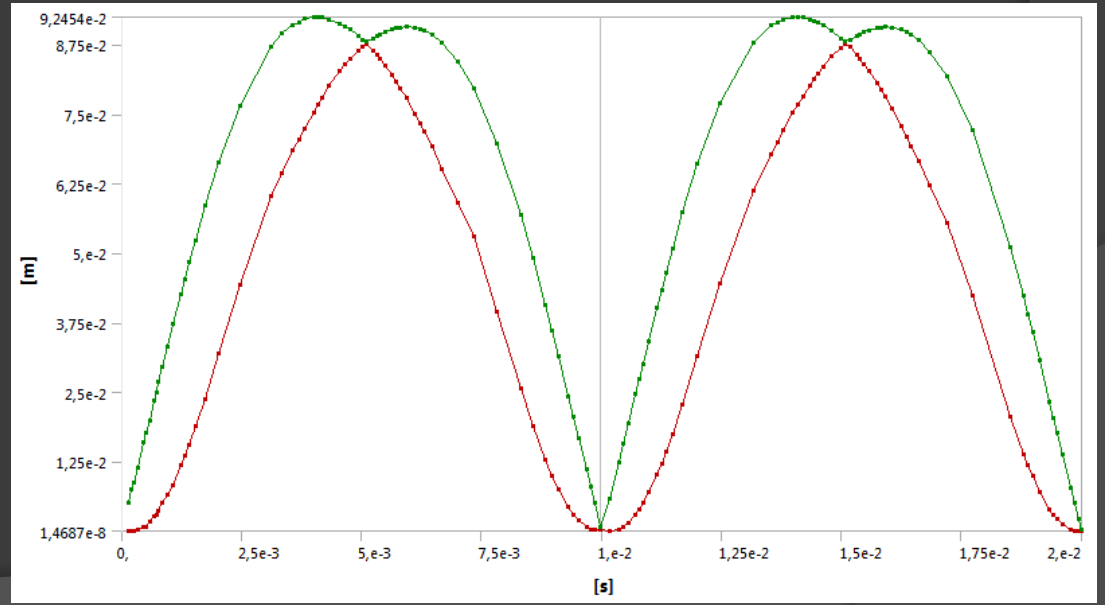


B: Transient Structural

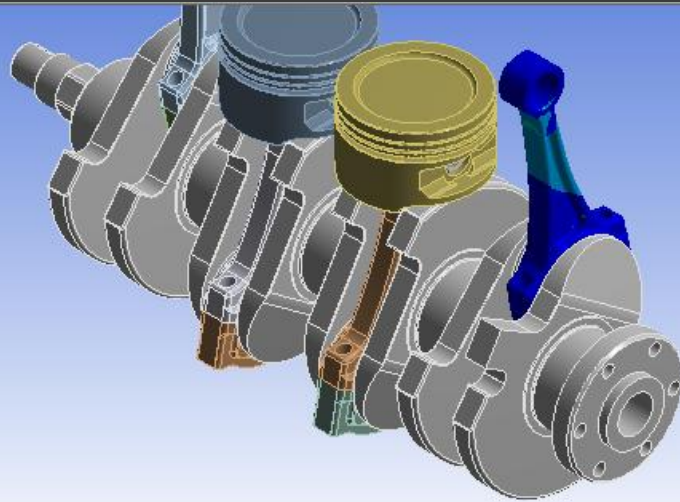
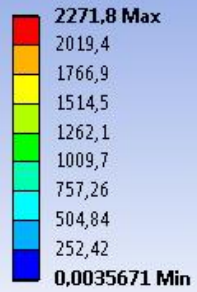
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: m
Time: 2,e-002
30/05/2012 11:17



**Total deformation
(Condiciones de Falla)**

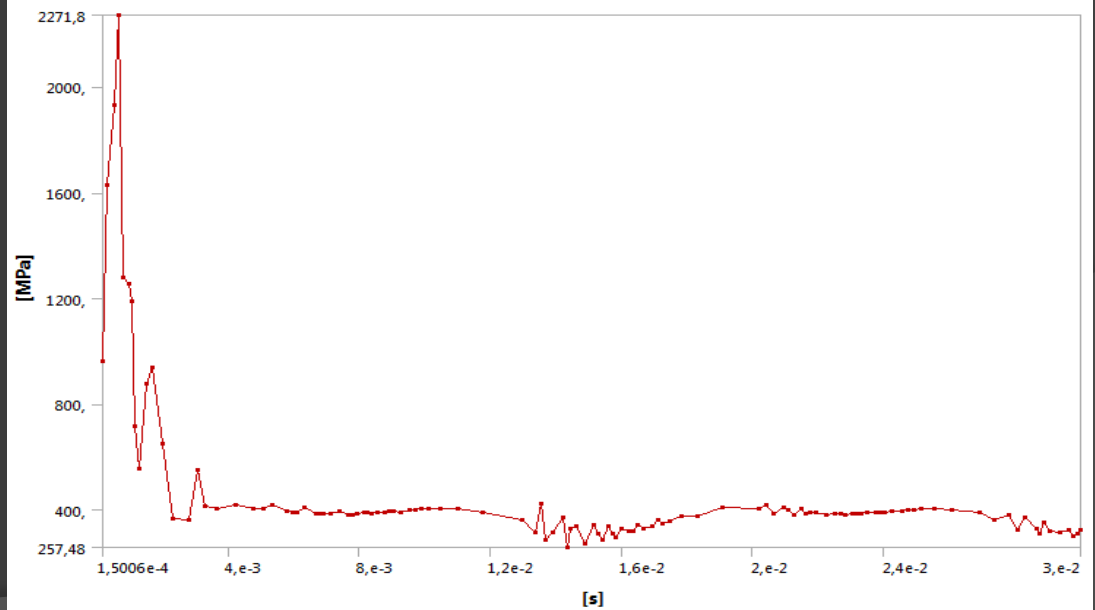


B: Transient Structural
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises)
Unit: MPa
Time: 3,e-002
30/05/2012 11:58



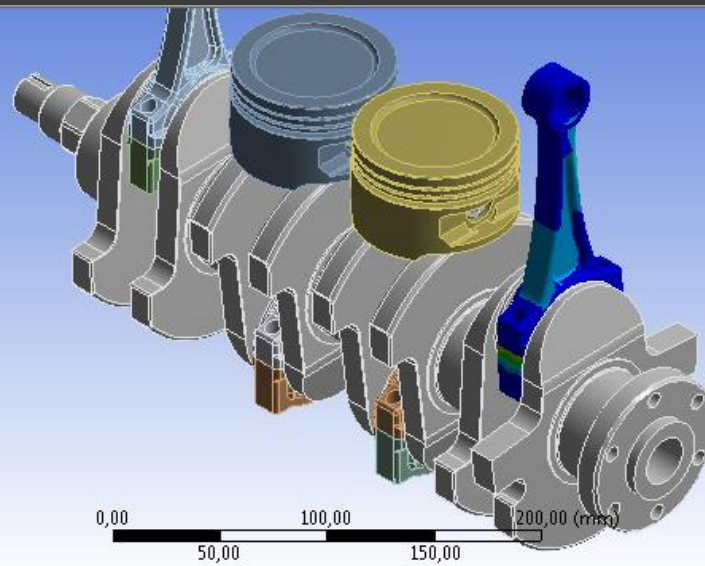
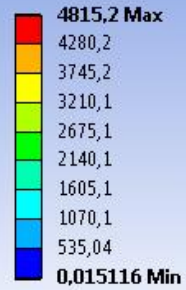
ANSYS
14.0

Equivalent Stress (Condiciones Normales)

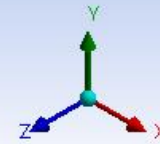


B: Transient Structural

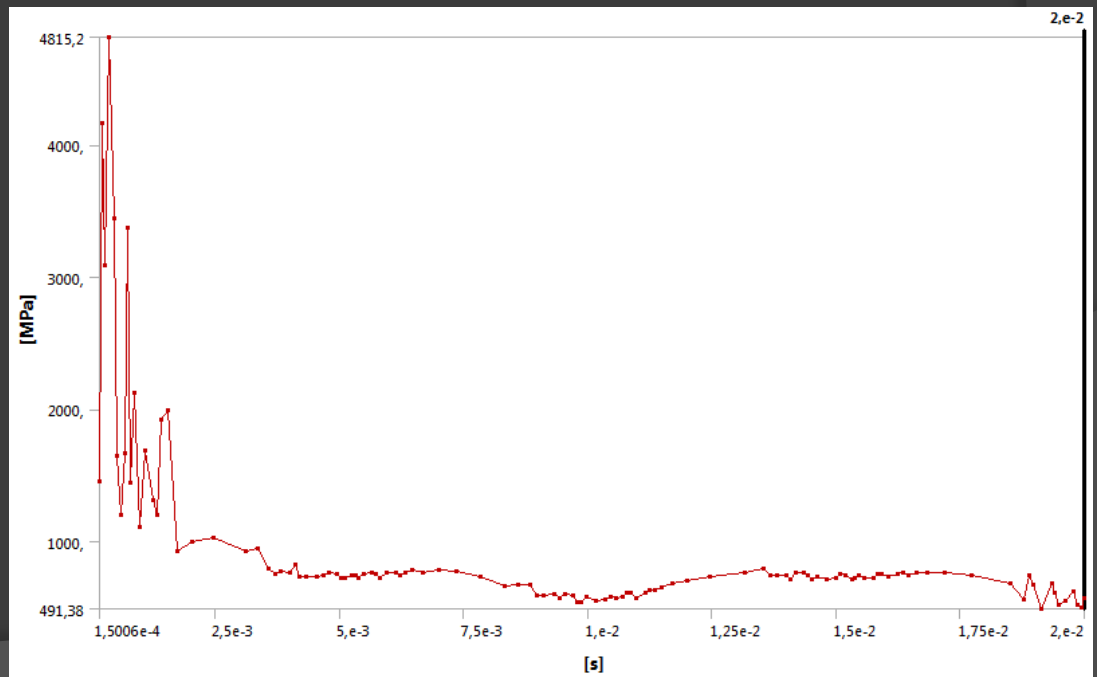
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises)
Unit: MPa
Time: 2,e-002
30/05/2012 11:05



ANSYS
14.0

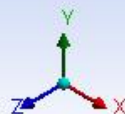
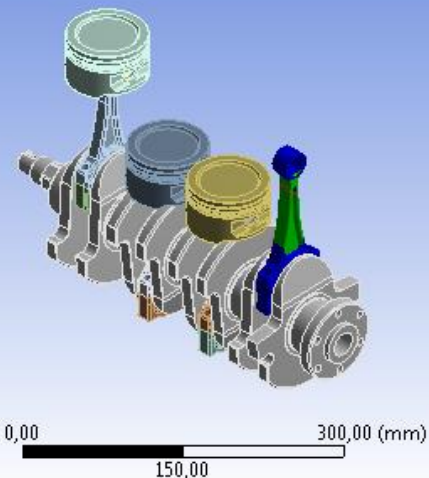


Equivalent Stress (Condiciones de falla)



B: Transient Structural

Safety Factor
Type: Safety Factor
Time: 0
30/05/2012 12:05

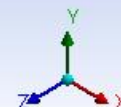
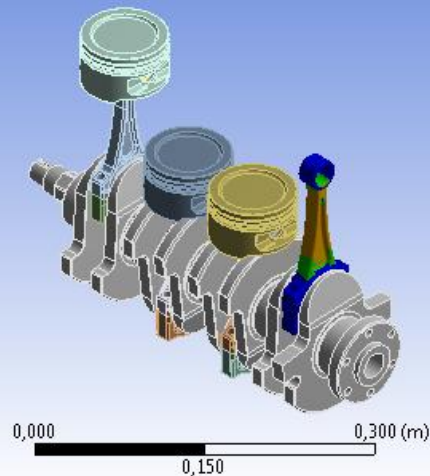
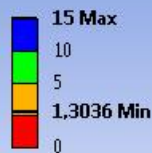


Factor de Seguridad (Condiciones Normales)

Factor de Seguridad (Condiciones de Falla)

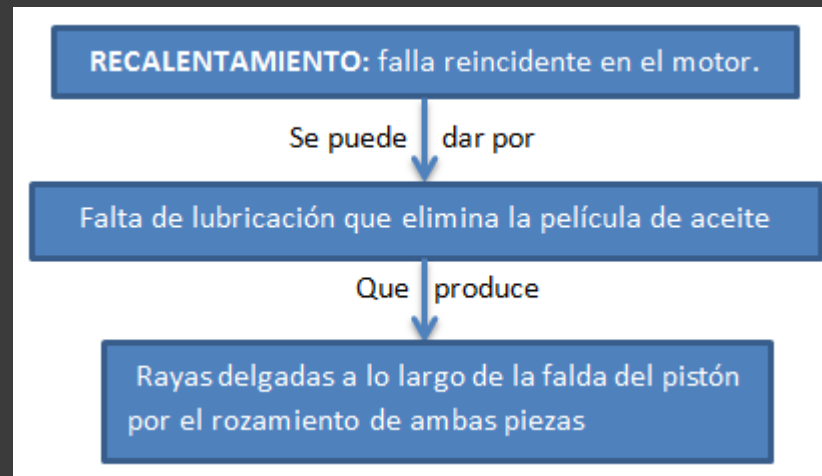
B: Transient Structural

Safety Factor
Type: Safety Factor
Time: 0
30/05/2012 11:48



FALLA EN EL PISTÓN

1. DESCRIPCIÓN



ANÁLISIS

Descripción	Condiciones Normales	Condiciones de Falla
Velocidad(rpm)	4000	6000
Carga (N)	24887,02	24887,02
Temperatura(°C)	2341,67	3415,67

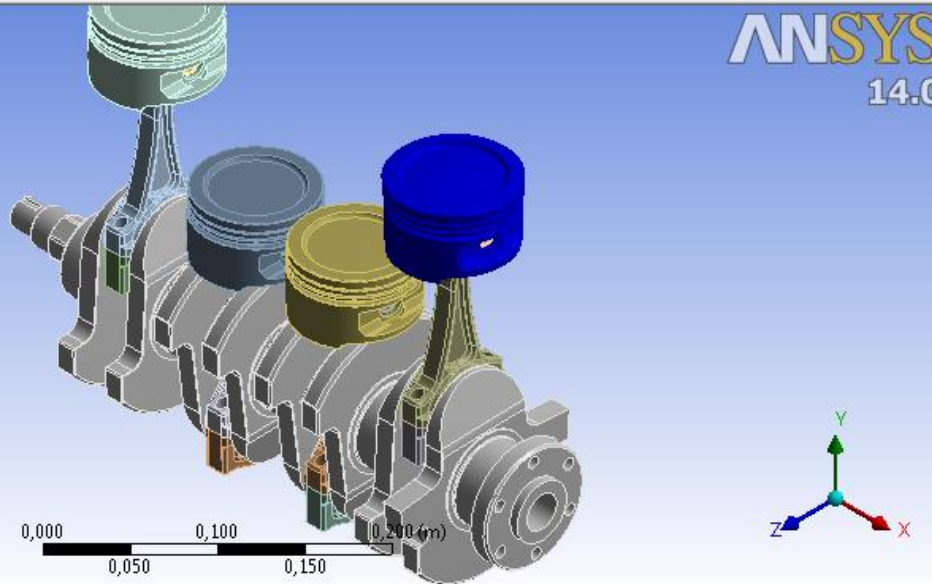
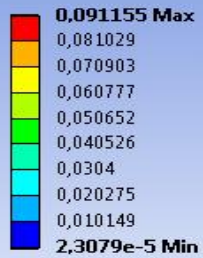
Total Deformation

Type: Total Deformation

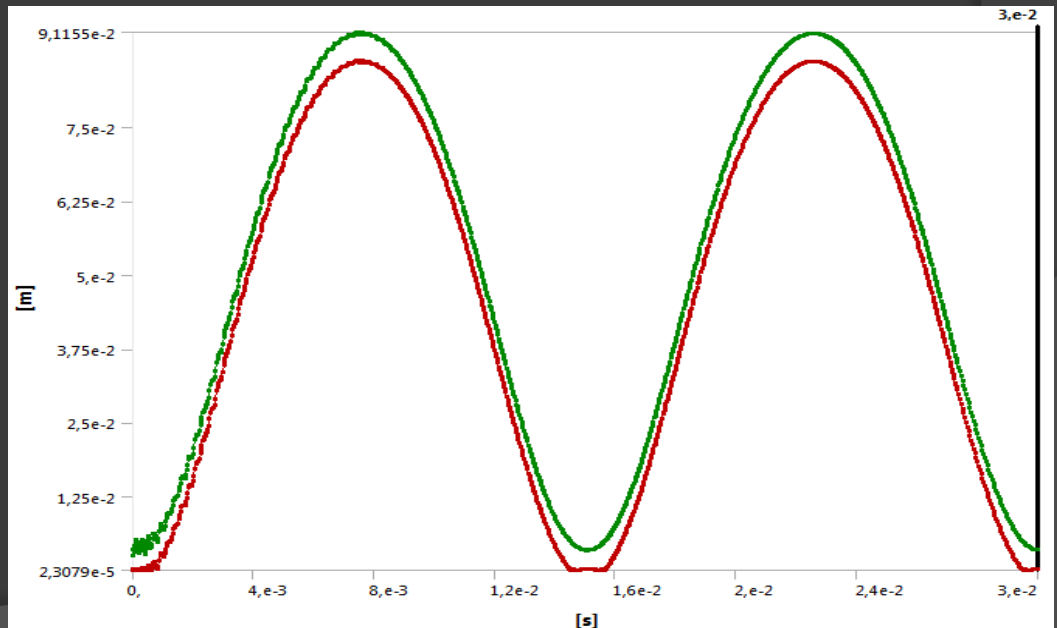
Unit: m

Time: 3,e-002

31/05/2012 19:53



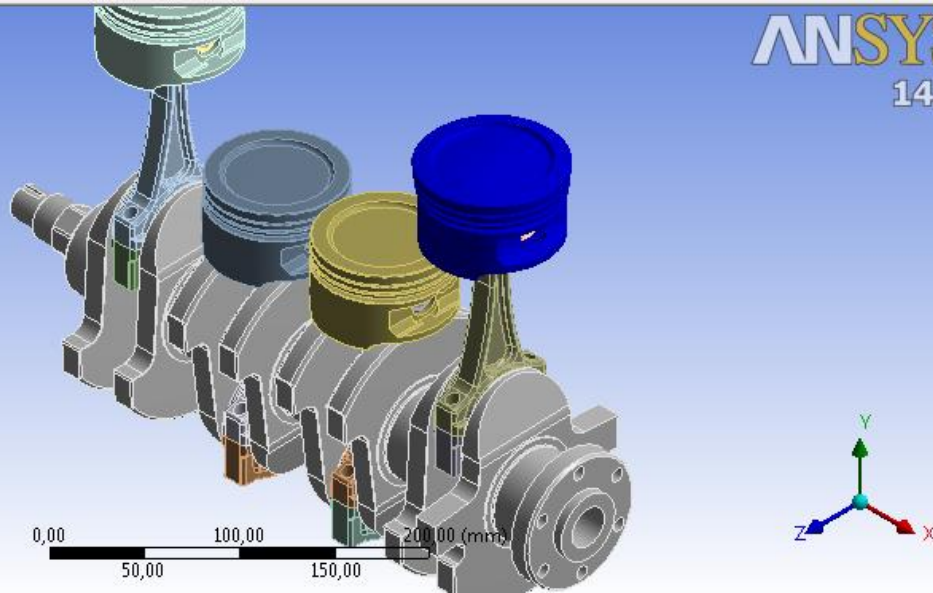
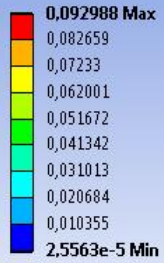
Total deformation
(Condiciones normales)



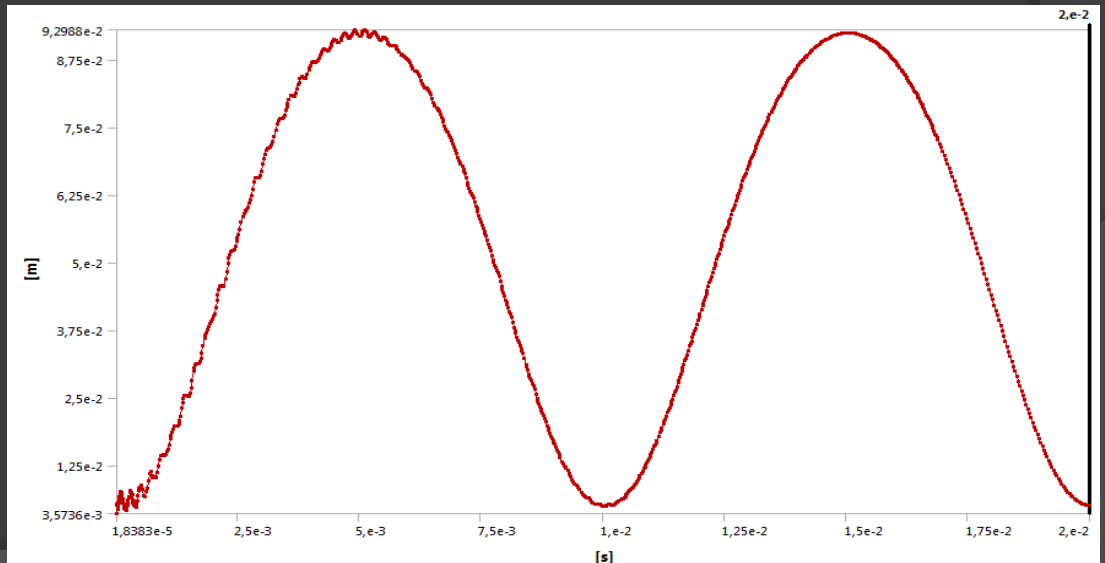
B: Transient Structural

Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: m
Time: 1,0946e-002
30/05/2012 16:18

ANSYS
14.0



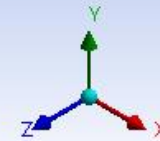
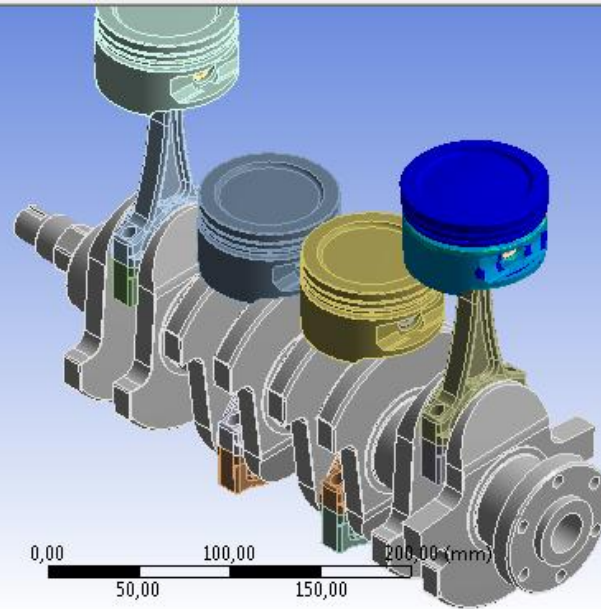
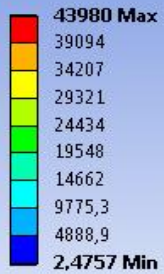
**Total deformation
(Condiciones falla)**



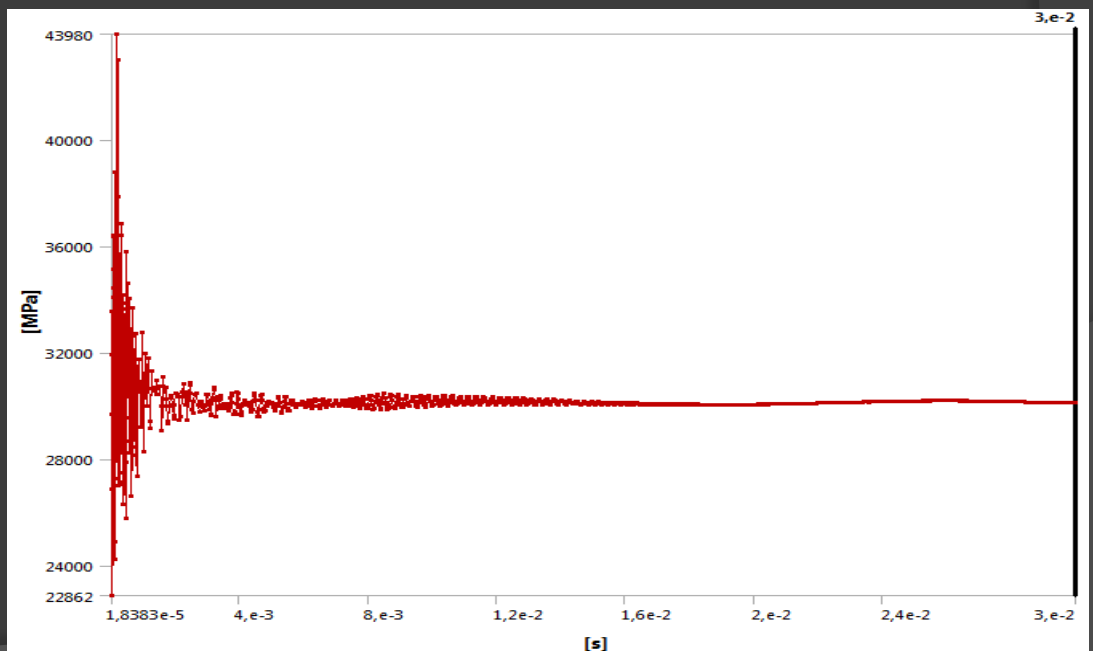
Equivalent Stress

Type: Equivalent (von-Mises)
Unit: MPa
Time: 3,e-002
31/05/2012 19:51

ANSYS
14.0



Equivalent Stress (Condiciones Normales)



B: Transient Structural

Equivalent Stress

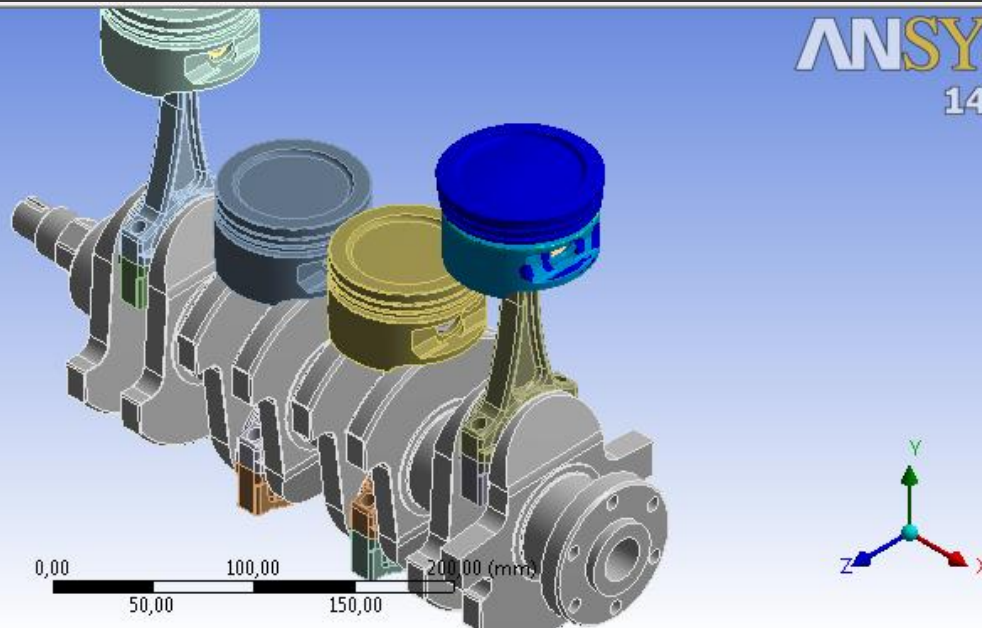
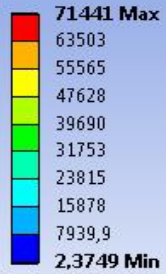
Type: Equivalent (von-Mises)

Unit: MPa

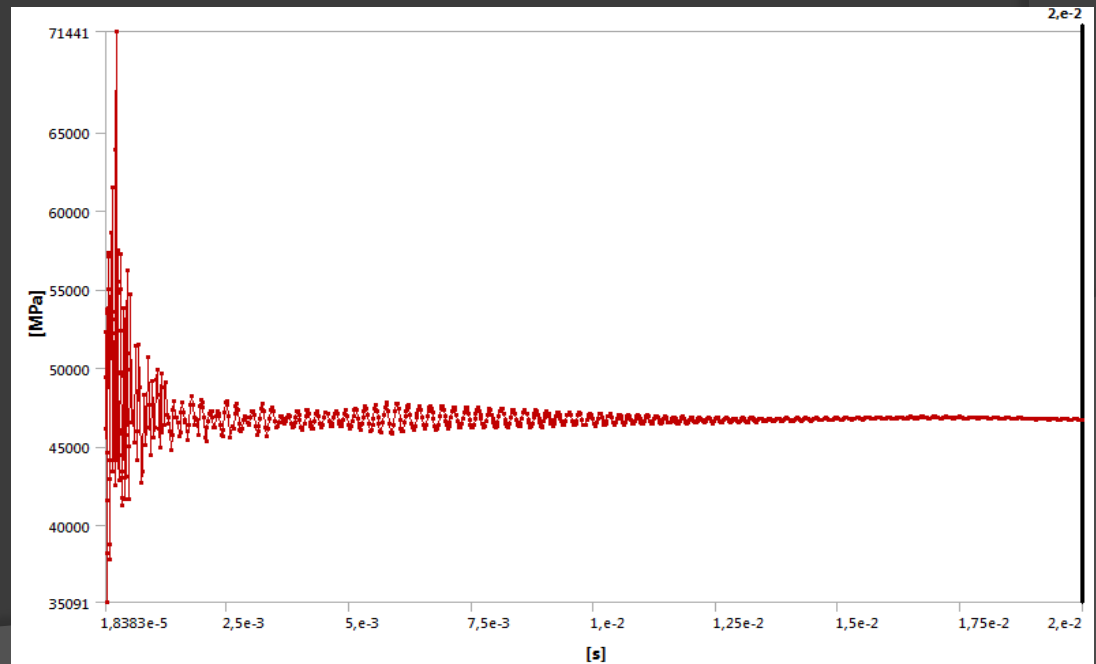
Time: 2,e-002

31/05/2012 21:13

ANSYS
14.0



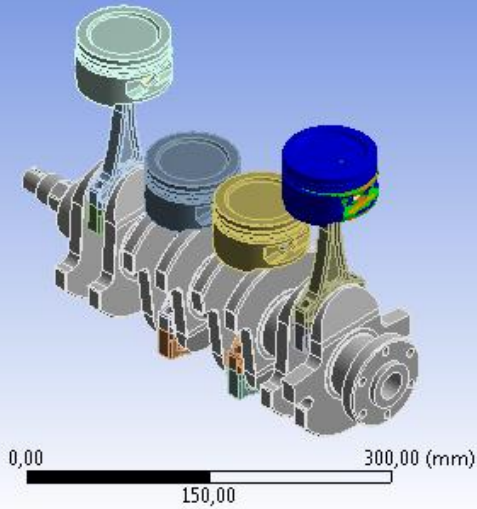
**Equivalent Stress
(Condiciones de falla)**



B: Transient Structural

Safety Factor
Type: Safety Factor
Time: 0
01/06/2012 16:58

ANSYS
14.0



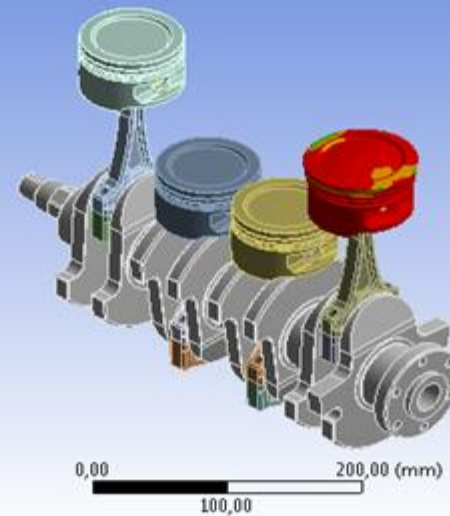
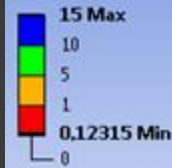
**Factor de Seguridad
(Condiciones Normales)**

**Factor de Seguridad
(Condiciones de Falla)**

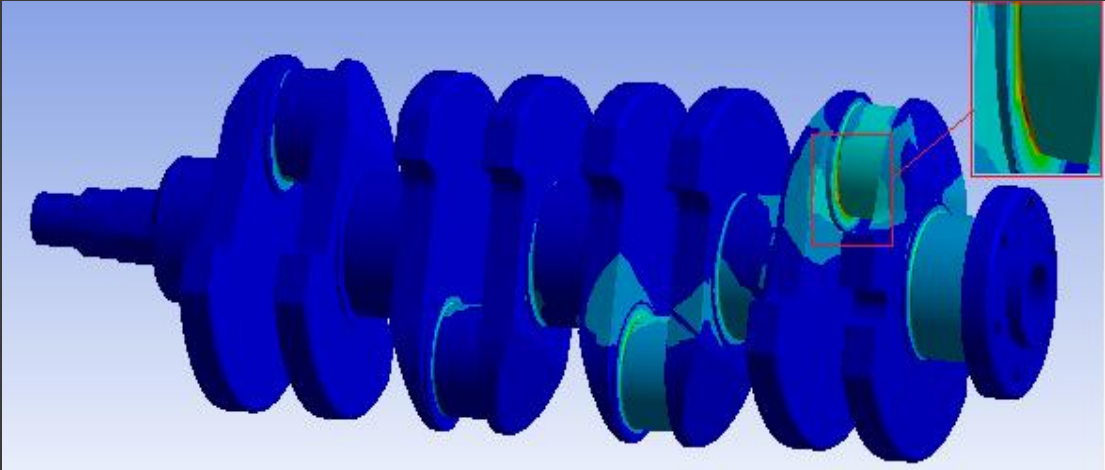
B: Transient Structural

Safety Factor
Type: Safety Factor
Time: 0
30/05/2012 16:27

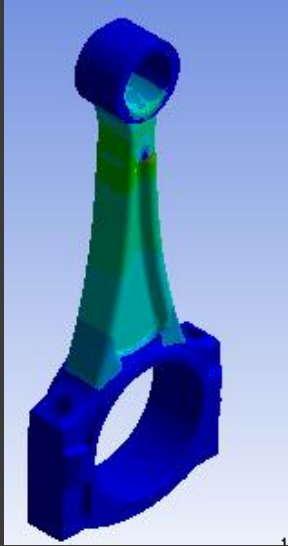
ANSYS
14.0



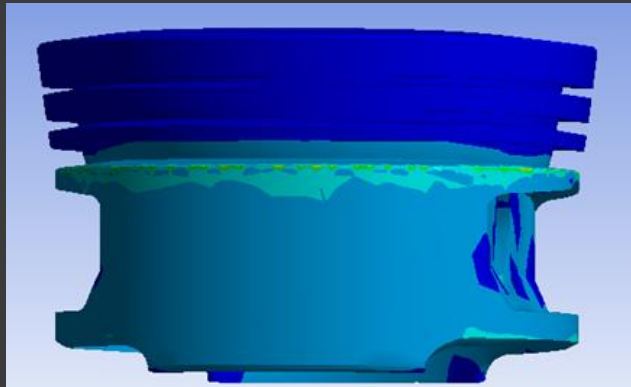
Conceptualización de la falla del cigüeñal



Conceptualización de la falla de la biela



Conceptualización de la falla del pistón



CONCLUSIONES

- Se realizó la simulación del funcionamiento en el tren alternativo en condiciones normales comprobándose que las piezas utilizadas son efectivas para el tipo de trabajo al que se encuentran sometidas.
- Se comprobó que las fallas analizadas en el software tienen una gran semejanza con las fallas que se presentan en la vida real de un motor.
- La sobrecarga que sufre el cigüeñal en el análisis realizado arrojó resultados indicando que sus puntos críticos se encuentran en las uniones del muñón con el contrapeso donde se observó mayor esfuerzo que es el comienzo para producirse la falla.
- Se determinó que la biela sufre mayor daño en el cuerpo de biela ya que es aquí donde se produce la torcedura por motivo de haberse sobrepasado el límite de elasticidad.
- El sobrecalentamiento que se dió en el pistón mostró que la parte más afectada del mismo fue la falda del pistón donde se pudo observar un grifado que tuvo lugar por las altas temperaturas debido a una falta de lubricación la cabeza del pistón no se vio afectada ya que el diseño de la misma es un poco más pequeño que su falda.

RECOMENDACIONES

- ⦿ Se debe tener conocimientos de diseño y energía para ingresar los datos en la simulación y el análisis, así como deben ser correctamente calculados para obtener resultados precisos en cada una de las fallas.
- ⦿ En el modelado del tren alternativo tener precaución al modelar las piezas ya que deben ser exactas al modelo original para no tener problemas al momento del ensamble y posterior mallado y análisis de la falla.
- ⦿ proporciona muchas aplicaciones para resolver análisis de este tipo de problemas.