

SÓLIDOS DE REVOLUCIÓN

procedimientos para tangencias

Joaquín Fernández
Barcelona 2019



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH



Contenido

Índice	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN	4
Leyenda	4
Tangencia entre Sólidos de Revolución	5
Concepto general	5
Métodos para la resolución de las tangencias.....	5
PLANO TANGENTE A UN SÓLIDO DE REVOLUCIÓN	6
27 Plano tangente a Esfera.....	6
28 Plano Tangente a Cono.....	7
29 Plano tangente a Toro.....	8
MÉTODO 1: SUSTITUCIÓN	9
ESFERA	9
30 Tangencia entre esferas.....	9
CONO.....	14
32 Tangencia entre cono y esfera	14
35 Tangencia entre conos	20
36 Tangencia entre conos con un cono sólido.....	22
37 Bitangencia de dos conos.....	25
TORO.....	26
38 Tangencia entre toro y esfera.....	26
40 Tangencia entre toro y cono	30
44 Tangencia entre toros	35
CILINDRO.....	37
45 Simplificación en la Bitangencia entre cilindros	37
46 Simplificación en la bitangencia entre toro y cilindro	38
CASOS PARTICULARES	39
47 Conexión entre toros por una base circular.....	39
48 Conexión de toro y esfera en una circunferencia	40
Método 2: PROYECCIÓN	42
Tangencia cuando es conocida la dirección del eje del cilindro	42
Método 3: SECCIÓN. TANGENCIA ENTRE SÓLIDOS DE REVOLUCIÓN CON EJES COPLANARIOS	43
Dos conos	43
Cono y toro.....	44
Método 4: EQUIDISTANCIA. (LUGARES GEOMÉTRICOS) TANGENCIA CUANDO EL RADIO DE LA ESFERA GENERADORA ES CONOCIDO	45
Para una esfera.....	45
Para un cilindro	46

SÓLIDOS DE REVOLUCIÓN

Para un toro	47
POSICIONES LIMITE	48
50 Generatriz límite	48
(más alejada o cercana de un plano)	48
51 Respecto de un punto (distancia de punto a superficie)	49
52 Respecto de un plano (distancia de plano a superficie)	50
53 Respecto de una recta (distancia de recta a superficie)	51
54 Punto límite de una sección	52
Método 5: APROXIMACIÓN POR RELACIONES ENTRE PIEZAS	53

INTRODUCCIÓN

Leyenda

En este documento se ha empleado el siguiente código de colores para diferenciar los datos (lo que es conocido), las operaciones (construcciones que deben ejecutarse para obtener el resultado) y las soluciones (aquello que se busca):



DATOS
OPERACIONES
SOLUCIONES



ACCESO AL FICHERO RESUELTO CON
SOLIDWORKS

ACCESO A LA GRABACIÓN EN
VIDEO DE LA CONSTRUCCIÓN

Tangencia entre Sólidos de Revolución

Concepto general

Tangencia

Dos cuerpos de revolución son tangentes cuando comparten un mismo plano tangente y un punto.



Bitangencia

Dos cuerpos de revolución son bitangentes cuando son tangentes y sus ejes se cortan.

Métodos para la resolución de las tangencias

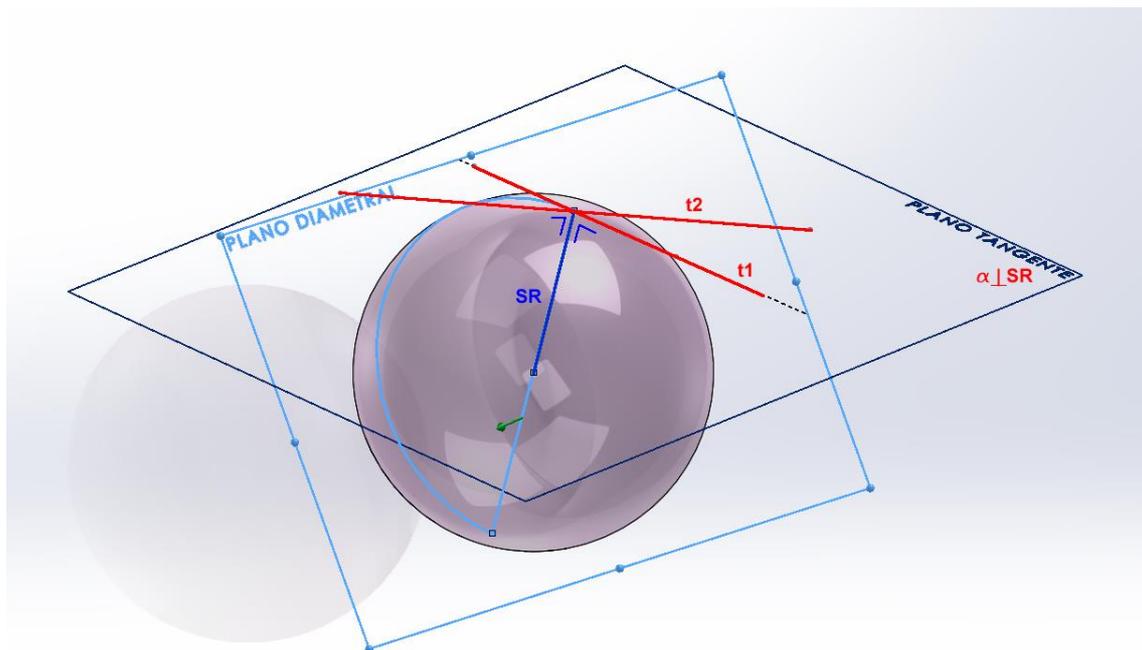
Existen diferentes métodos para resolver las tangencias y se aplican en función de las condiciones de partida.

Los tratados en este documento son:

1. Método de SUSTITUCIÓN. Se basa en la siguiente secuencia de sustituciones:
 - a. Sustitución del sólido por una esfera inscrita
 - b. Sustitución de la esfera por un plano tangente a ella y un punto (el punto de tangencia deberá estar en la superficie del sólido que se quiere sustituir).
2. Método de PROYECCIÓN. Se aplica en el caso de que sea conocida la dirección del eje de un CILINDRO. El resultado de la tangencia es visible en la proyección del conjunto en un plano perpendicular a la dirección del eje del cilindro.
3. Método de SECCIÓN. Se aplica cuando los ejes de los sólidos se cortan. La tangencia se produce en el plano definido por los ejes de revolución.
4. Método de AMPLIACIÓN o EQUIDISTANCIA. Se aplica cuando el radio de la esfera generadora del sólido es conocido. La zona del espacio donde se encontrarán los centros de las esferas que generan el sólido será el delimitado por la ampliación de los otros sólidos en el radio de la esfera generadora.
5. Método de APROXIMACIÓN con RELACIONES entre sólidos. Se aplica haciendo uso de las relaciones entre las piezas. Resuelve parcialmente el problema y facilita su modelado.

PLANO TANGENTE A UN SÓLIDO DE REVOLUCIÓN

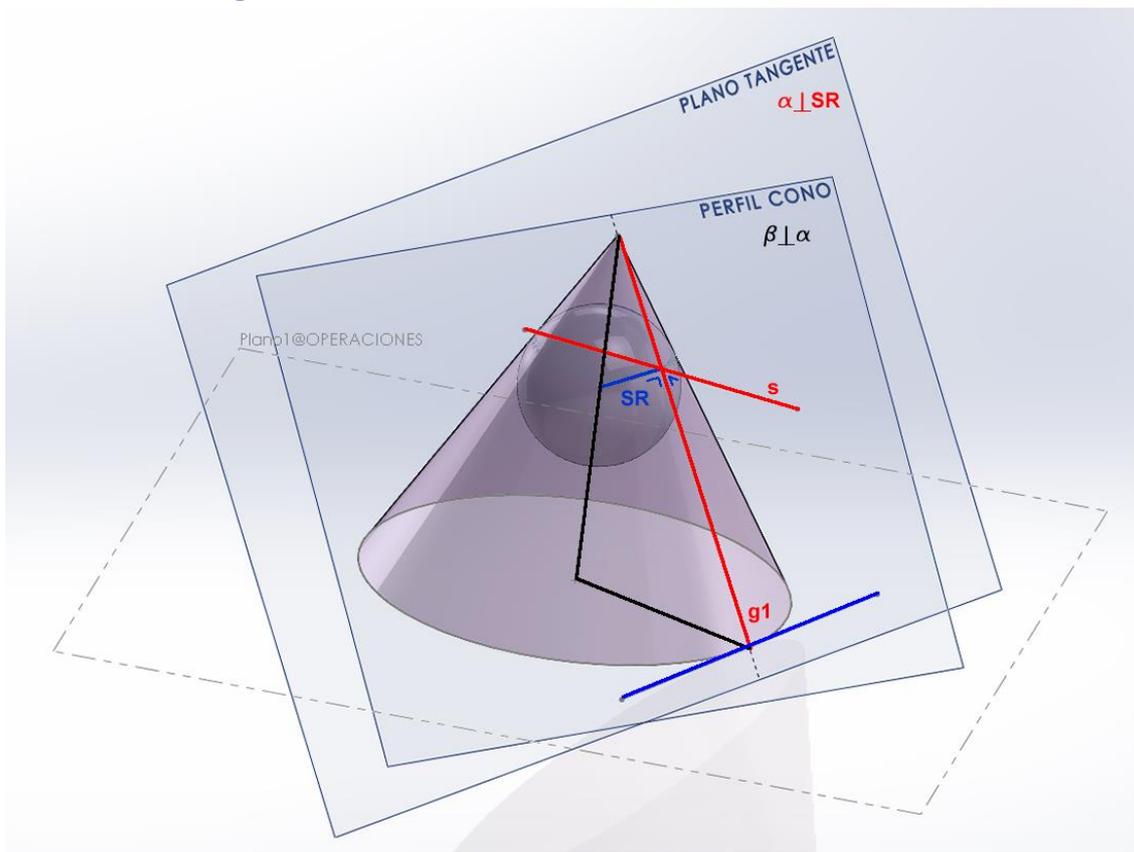
27 Plano tangente a Esfera



Construcción:

1. Trazar un radio de esfera **SR**.
2. Crear un plano **α** perpendicular a **SR** (el plano puede estar definido por dos rectas **t1** y **t2**. En este caso **SR** deberá ser perpendicular a cada una de ellas).

28 Plano Tangente a Cono



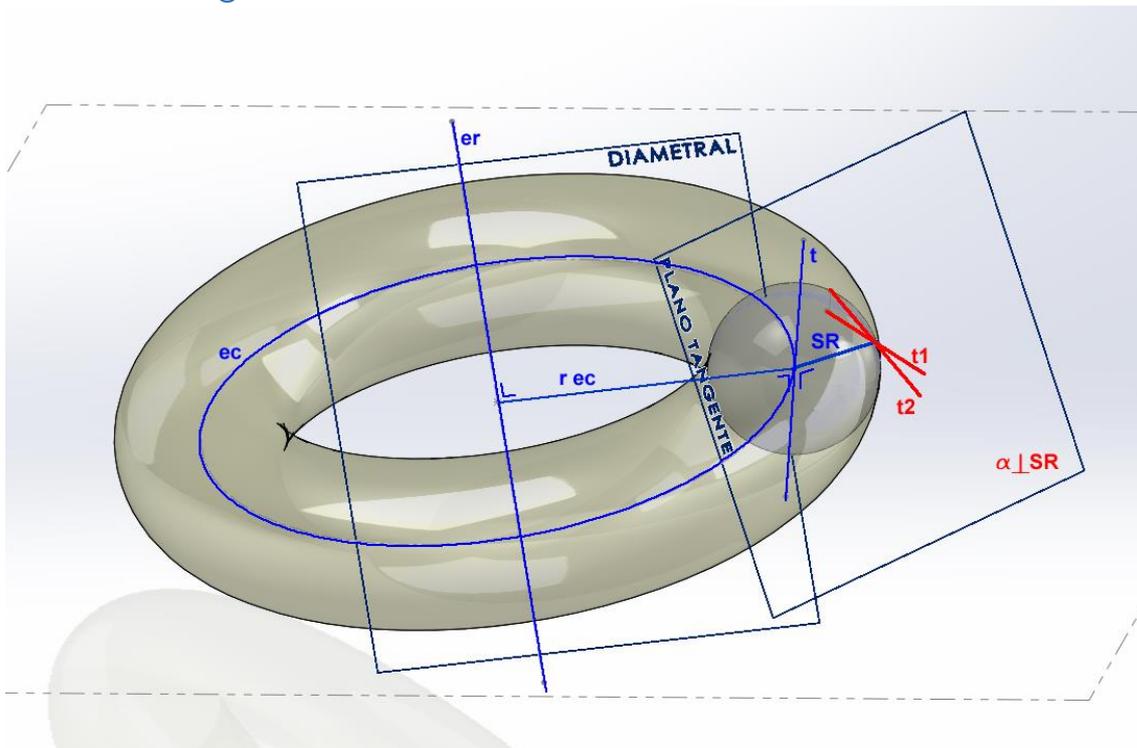
MODELO 3D

VIDEO

Construcción:

1. Trazar un radio de esfera **SR** perpendicular a la generatriz **g1**.
2. Crear un plano **α** perpendicular a **SR** (el plano puede estar definido por **g1** y por otra recta **s** cualquiera. En este caso **SR** deberá ser perpendicular a cada una de ellas).

29 Plano tangente a Toro



MODELO 3D

VIDEO

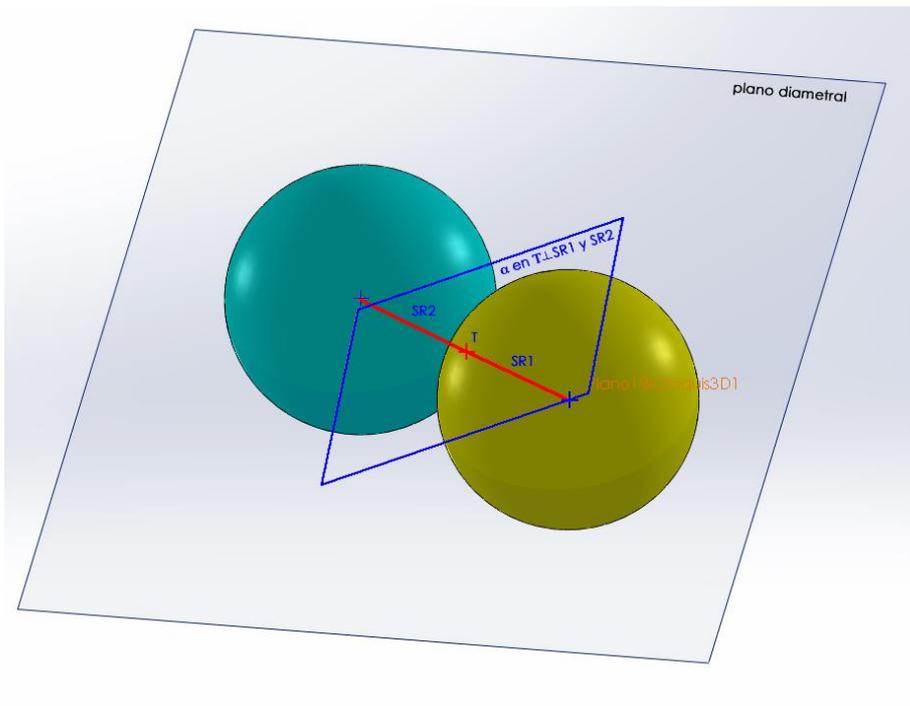
Construcción:

1. Trazar un radio de esfera SR .
2. Crear un plano diametral que contenga a SR y a er .
3. Crear un plano α perpendicular a SR (el plano puede estar definido por dos rectas $t1$ y $t2$. En este caso SR deberá ser perpendicular a cada una de ellas).

MÉTODO 1: SUSTITUCIÓN

ESFERA

30 Tangencia entre esferas



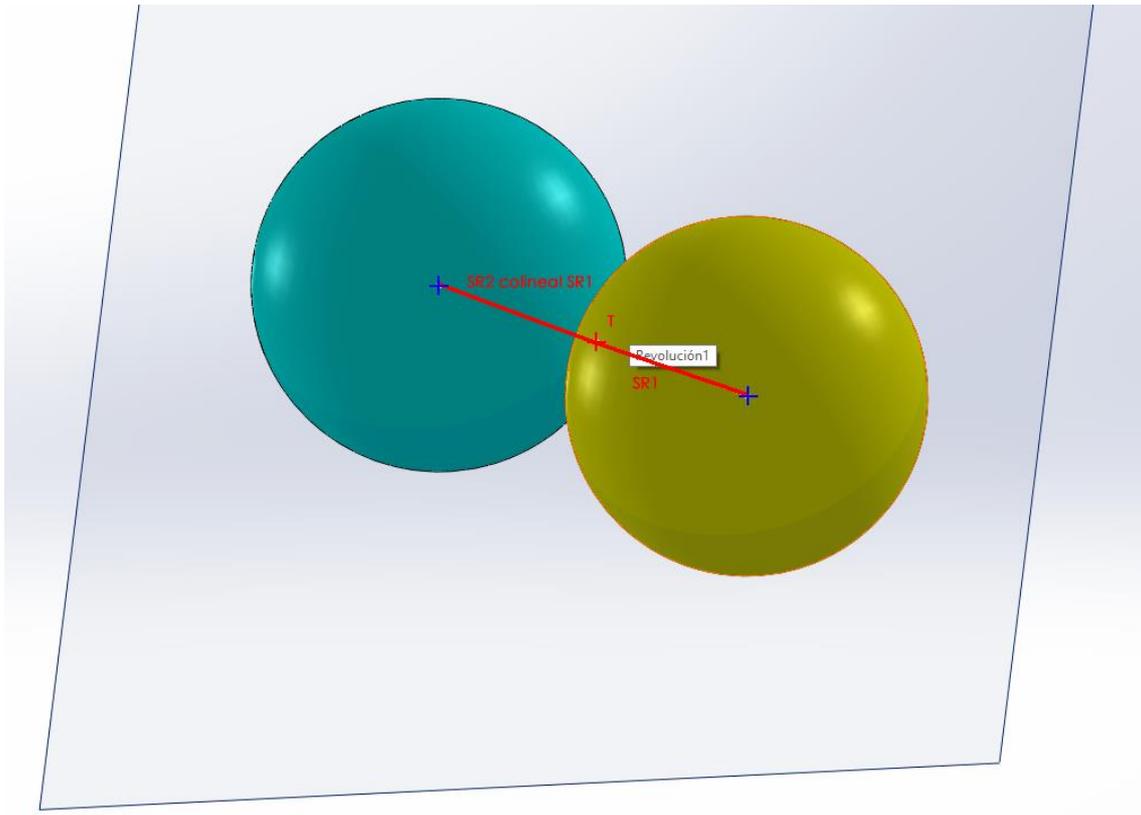
MODELO 3D

Construcción:

1. Trazar los radios $SR1$ y $SR2$ coincidentes en T .
2. Crear el plano α perpendicular a $SR1$ y a $SR2$.

SÓLIDOS DE REVOLUCIÓN

Simplificación sin plano tangente



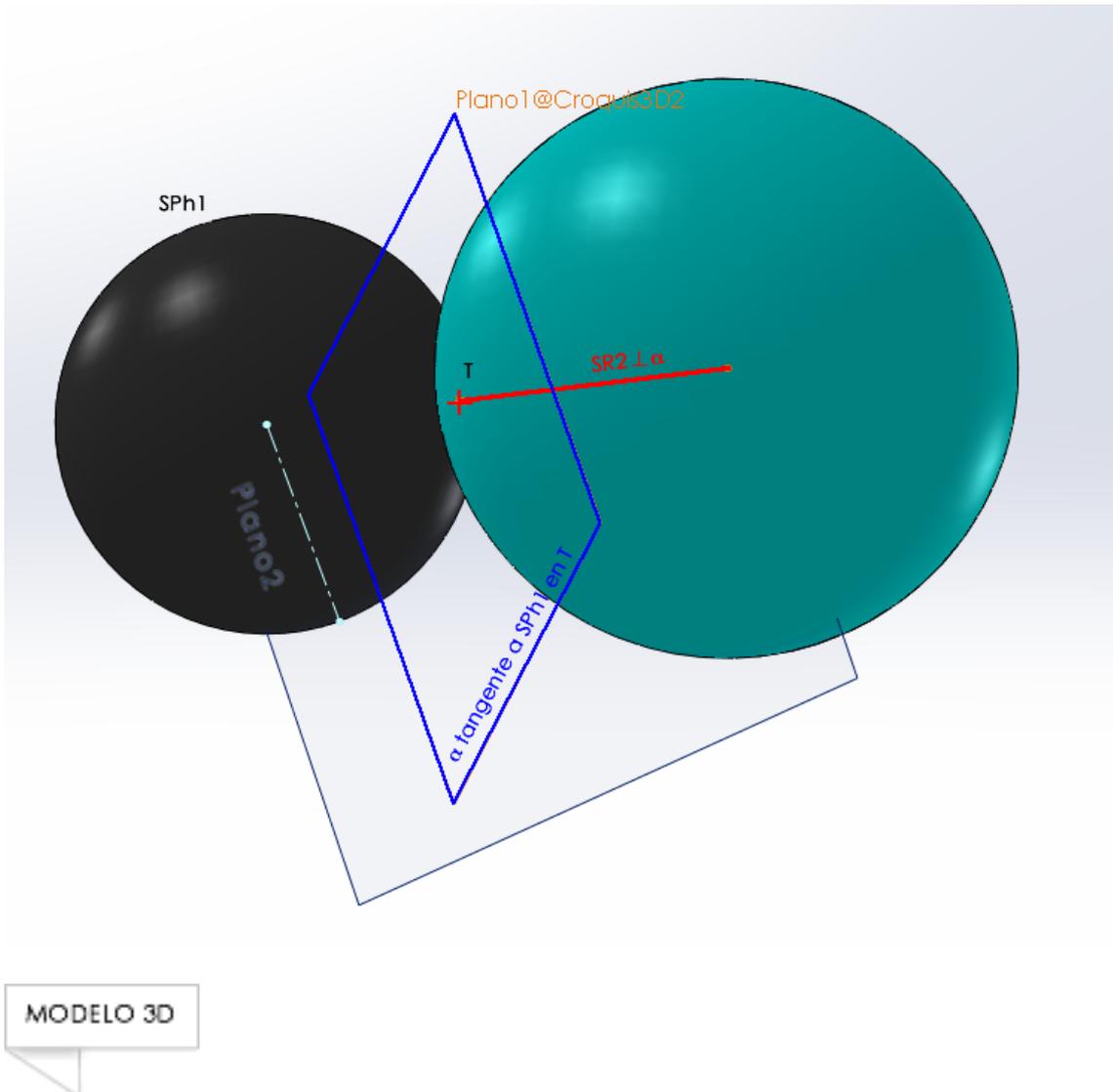
MODELO 3D

Construcción:

1. Trazar los radios **SR1** y **SR2** coincidentes en **T** y colineales.

31 Simplificación con una esfera sólida

V1 con plano tangente

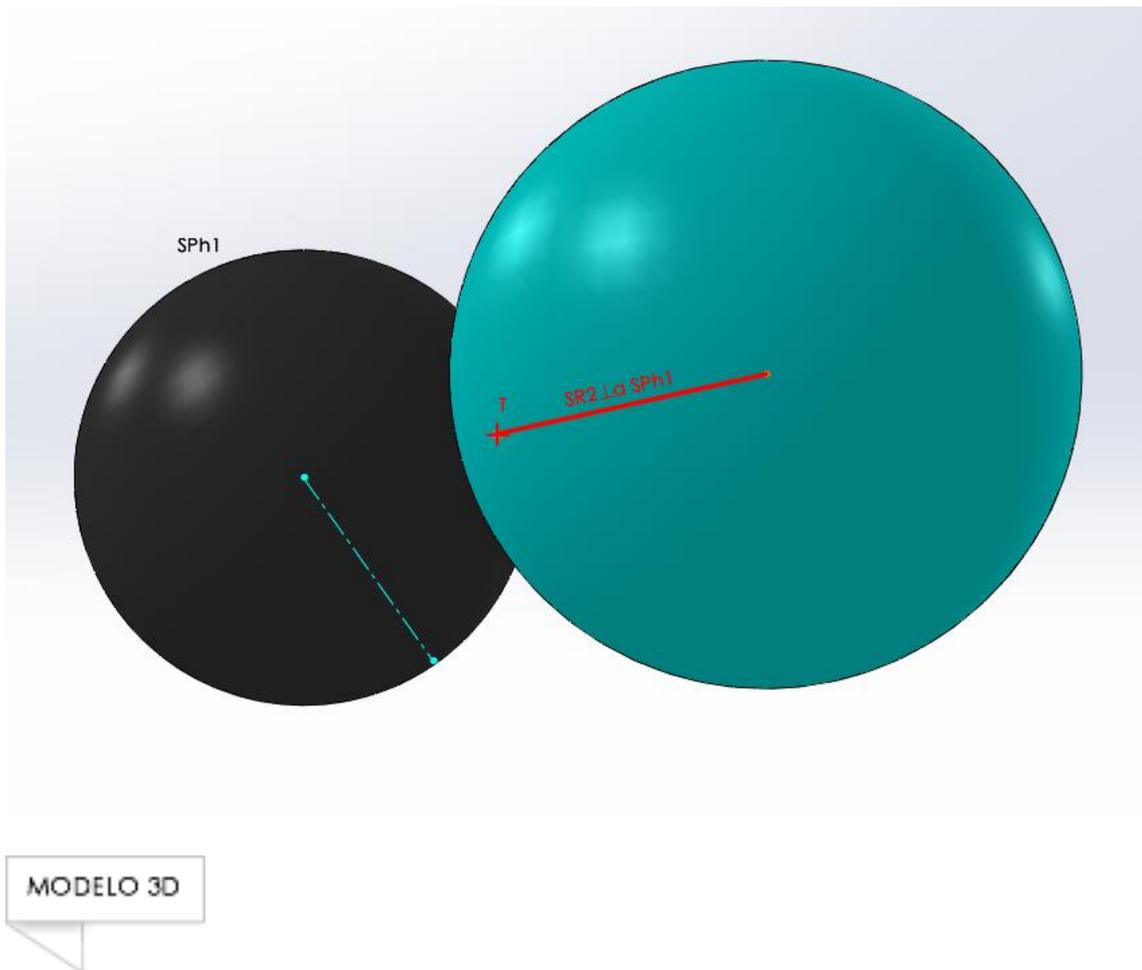


Construcción:

1. Crear el punto **T** en la superficie de la esfera sólida **Sph1**.
2. Crear el plano α en el punto **T** tangente a **Sph1**.
3. Trazar el radio de esfera **SR2** hasta el punto **T** y perpendicular al plano α .

SÓLIDOS DE REVOLUCIÓN

V2 normal a superficie

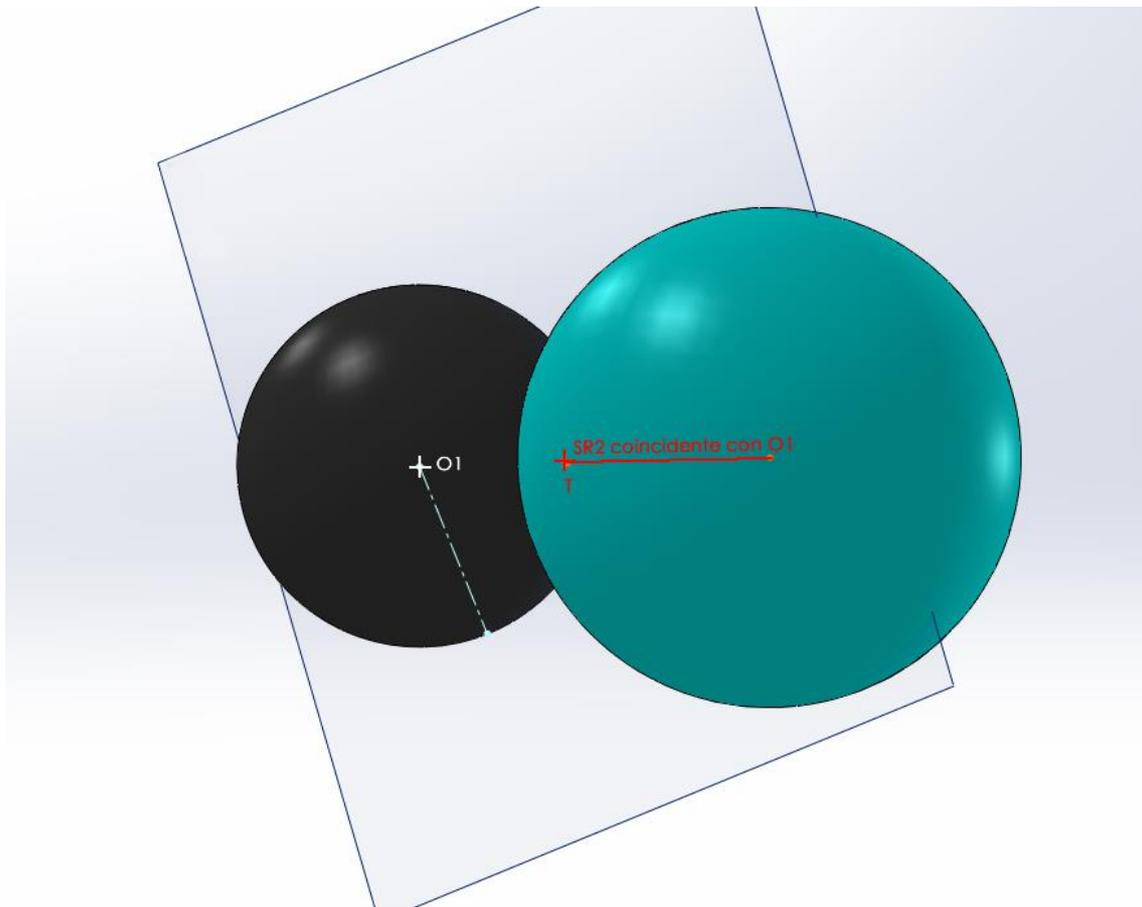


Construcción:

1. Crear el punto **T** en la superficie de la esfera sólida **Sph1**.
2. Trazar el radio de esfera **SR2** hasta el punto **T** y normal a **Sph1**.

SÓLIDOS DE REVOLUCIÓN

V3 alineación con el centro



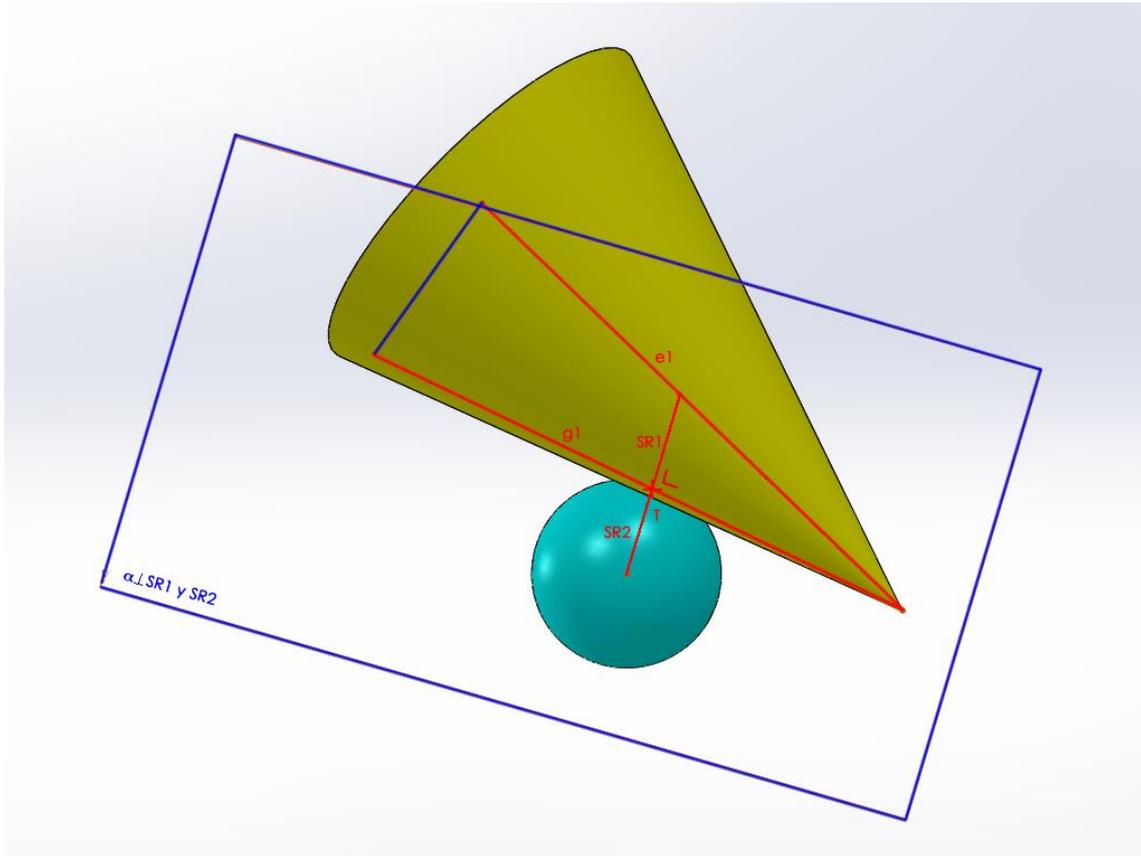
MODELO 3D

Construcción:

1. Crear el punto **T** en la superficie de la esfera sólida **Sph1**.
2. Trazar el radio de esfera **SR2** hasta el punto **T** y coincidente con el centro **O1**.

CONO

32 Tangencia entre cono y esfera



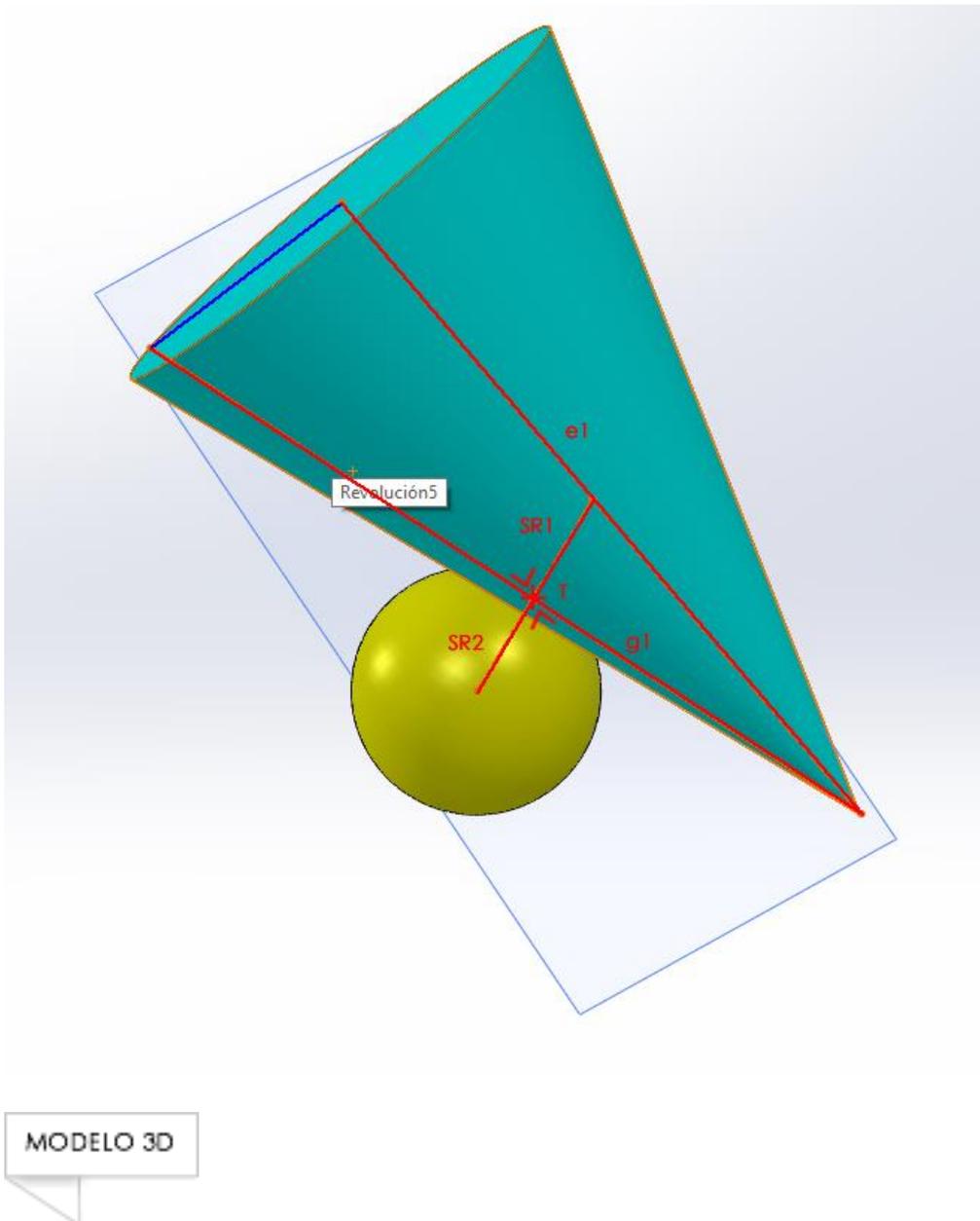
MODELO 3D

Construcción:

1. Trazar el radio de esfera **SR1** perpendicular la generatriz **g1** en el punto **T**.
2. Crear el plano **α** en el punto **T** perpendicular a **SR1**.
3. Trazar el radio de esfera **SR2** hasta el punto **T** y perpendicular al plano **α** .

SÓLIDOS DE REVOLUCIÓN

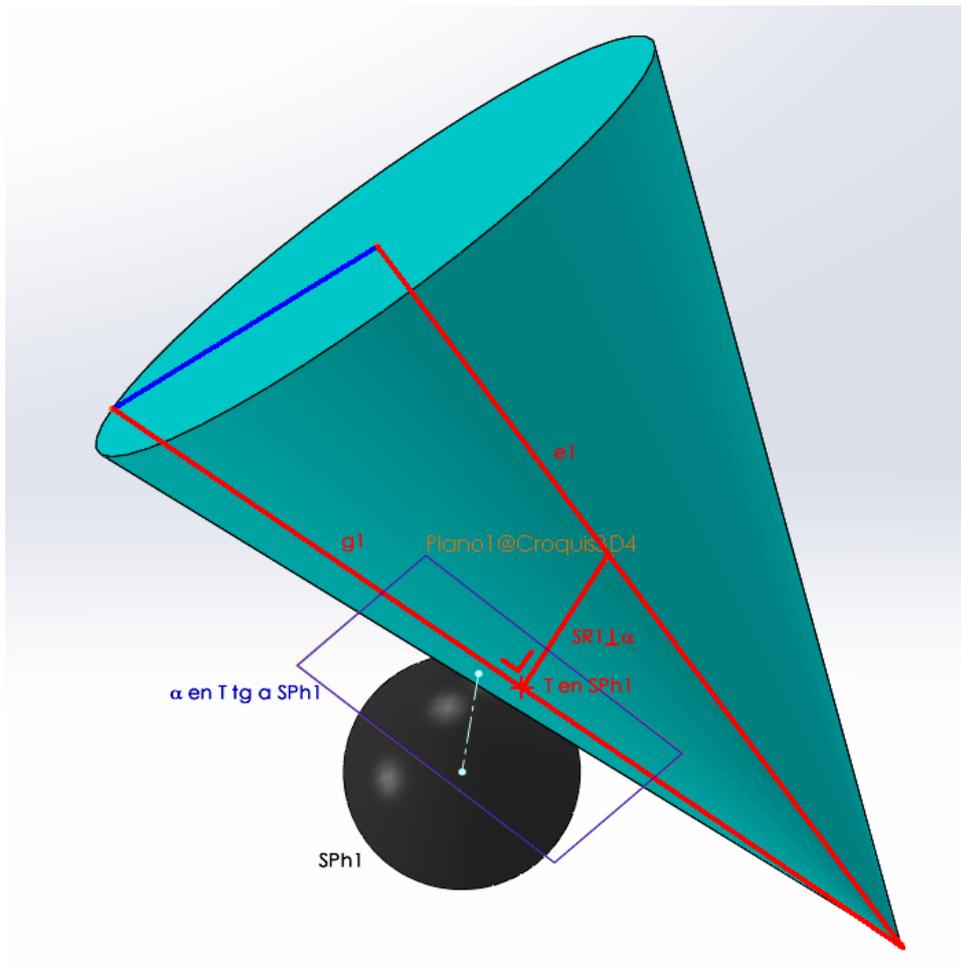
Simplificación sin plano tangente



Construcción:

1. Trazar el radio de esfera **SR1** perpendicular la generatriz **g1** en el punto **T**.
2. Trazar el radio de esfera **SR2** hasta el punto **T** y colineal con **SR1**.

33 Simplificación con esfera sólida



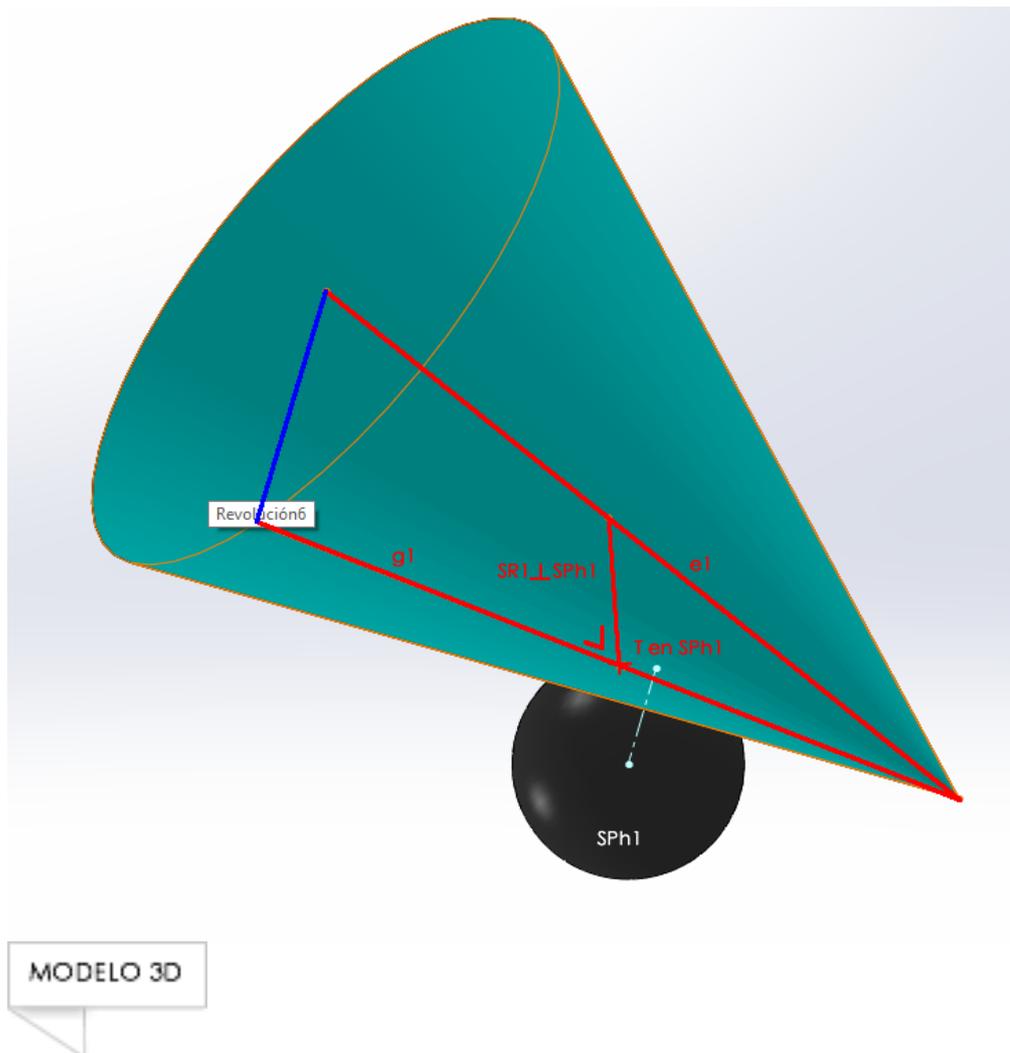
MODELO 3D

Construcción:

1. Crear un punto **T** en la superficie de la esfera sólida **Sph1**.
2. Crear el plano **α** tangente a la esfera **Sph1** en el punto **T**.
3. Trazar el radio de esfera **SR1** perpendicular la generatriz **g1** en el punto **T** y perpendicular al plano **α** .

SÓLIDOS DE REVOLUCIÓN

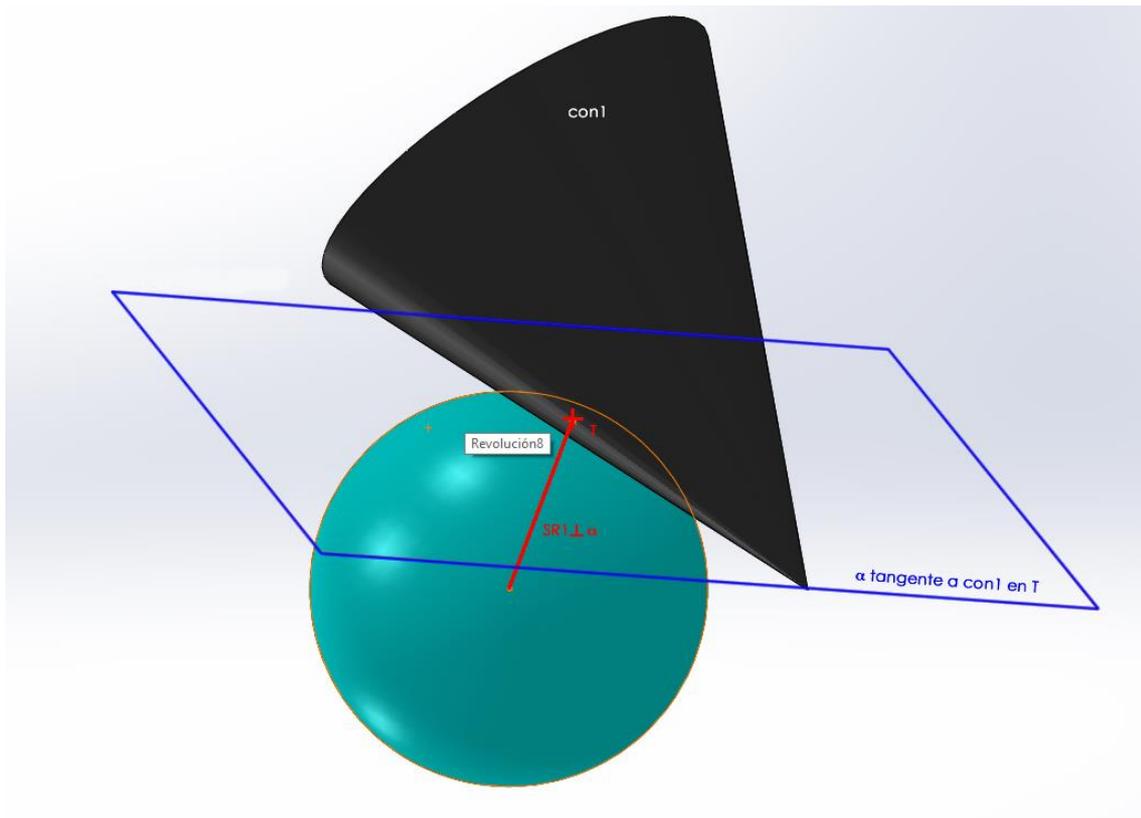
Sin plano tangente



Construcción:

1. Crear un punto **T** en la superficie de la esfera sólida **Sph1**.
2. Trazar el radio de esfera **SR1** perpendicular la generatriz **g1** en el punto **T** y normal a **Sph1**.

34 Simplificación con el cono sólido

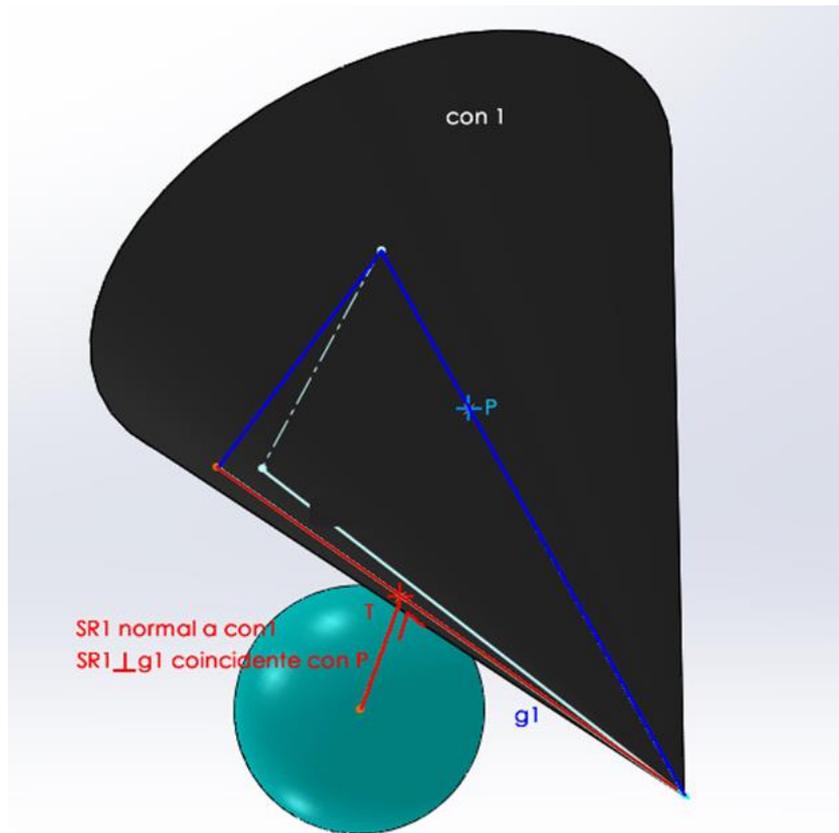


MODELO 3D

Construcción:

1. Crear un punto **T** en la superficie del cono sólido **con1**.
2. Crear el plano **α** en el punto **T** tangente a **con1**.
3. Trazar el radio de esfera **SR1** en el punto **T** perpendicular a **α**.

Sin plano tangente

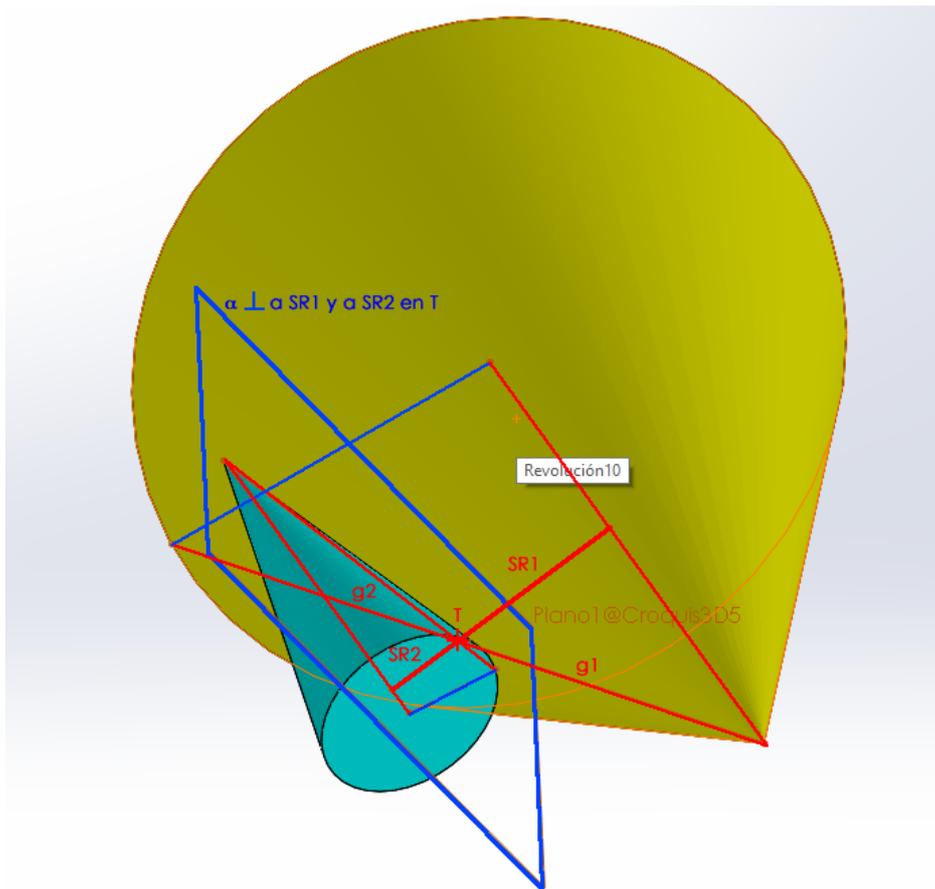


MODELO 3D

Construcción:

1. Crear un punto **T** en la superficie del cono sólido **con1**.
2. Opción 1: Trazar el radio de esfera **SR1** en el punto **T** y normal a **con1**.
3. Opción 2: Trazar el radio de esfera **SR1** en el punto **T** perpendicular a **g1** y coincidente con el punto **P**.

35 Tangencia entre conos

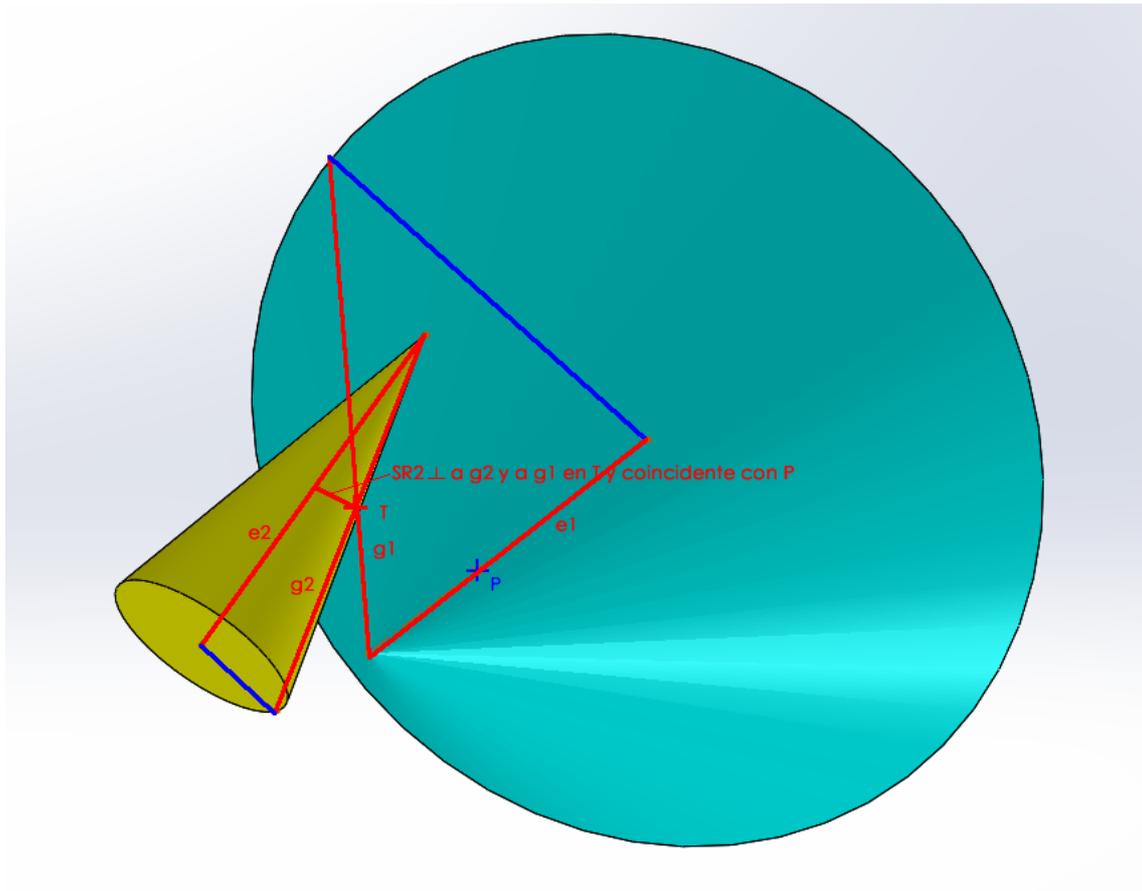


MODELO 3D

Construcción:

1. Trazar **SR1** perpendicular a **g1** en el punto **T**.
2. Crear el plano **α** perpendicular a **SR1** en **T**.
3. Trazar **SR2** perpendicular a **g2** en **T** y perpendicular a **α**.

Simplificación sin plano tangente

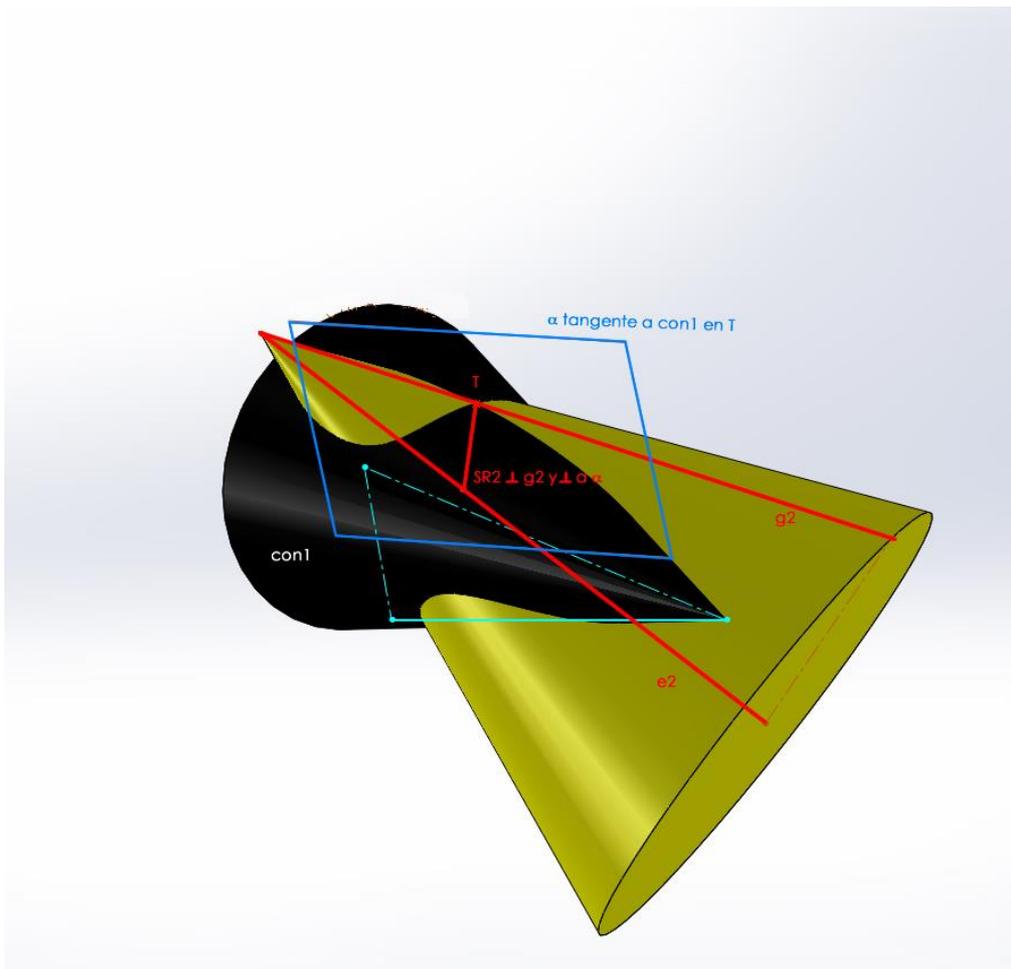


MODELO 3D

Construcción:

1. Trazar **SR2** perpendicular a **g1** y a **g2** en el punto **T** y coincidente con **P**.
(también es posible trazar **SR1** desde **P** a **T** y forzar que sea colineal con **SR2**)

36 Tangencia entre conos con un cono sólido



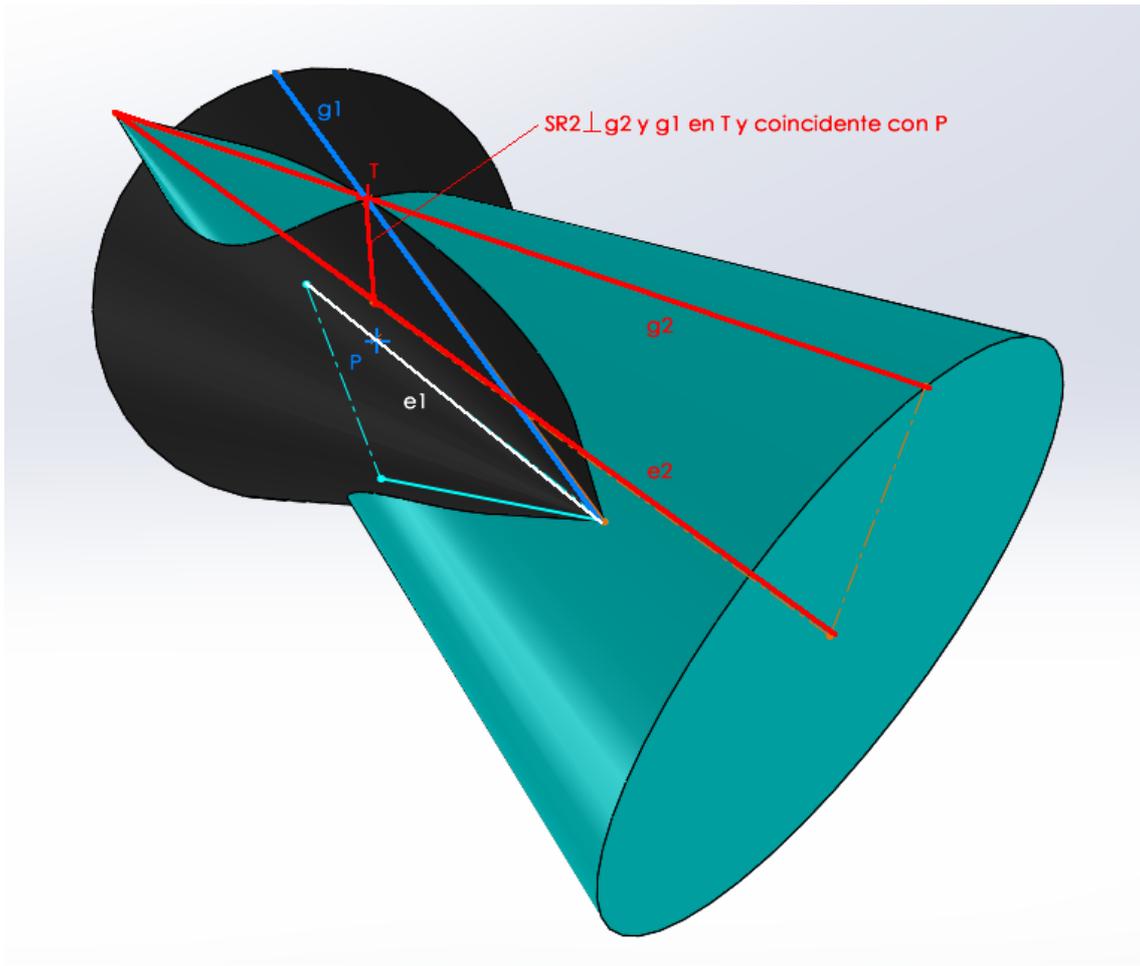
MODELO 3D

Construcción:

1. Crear punto **T** en la superficie del cono sólido **con1**.
2. Crear el plano **alpha** tangente a **con1** en **T**.
3. Trazar **SR2** perpendicular a **g2** en el punto **T** y perpendicular a **alpha**.

SÓLIDOS DE REVOLUCIÓN

Simplificación con un cono sólido sin plano tangente $v1$

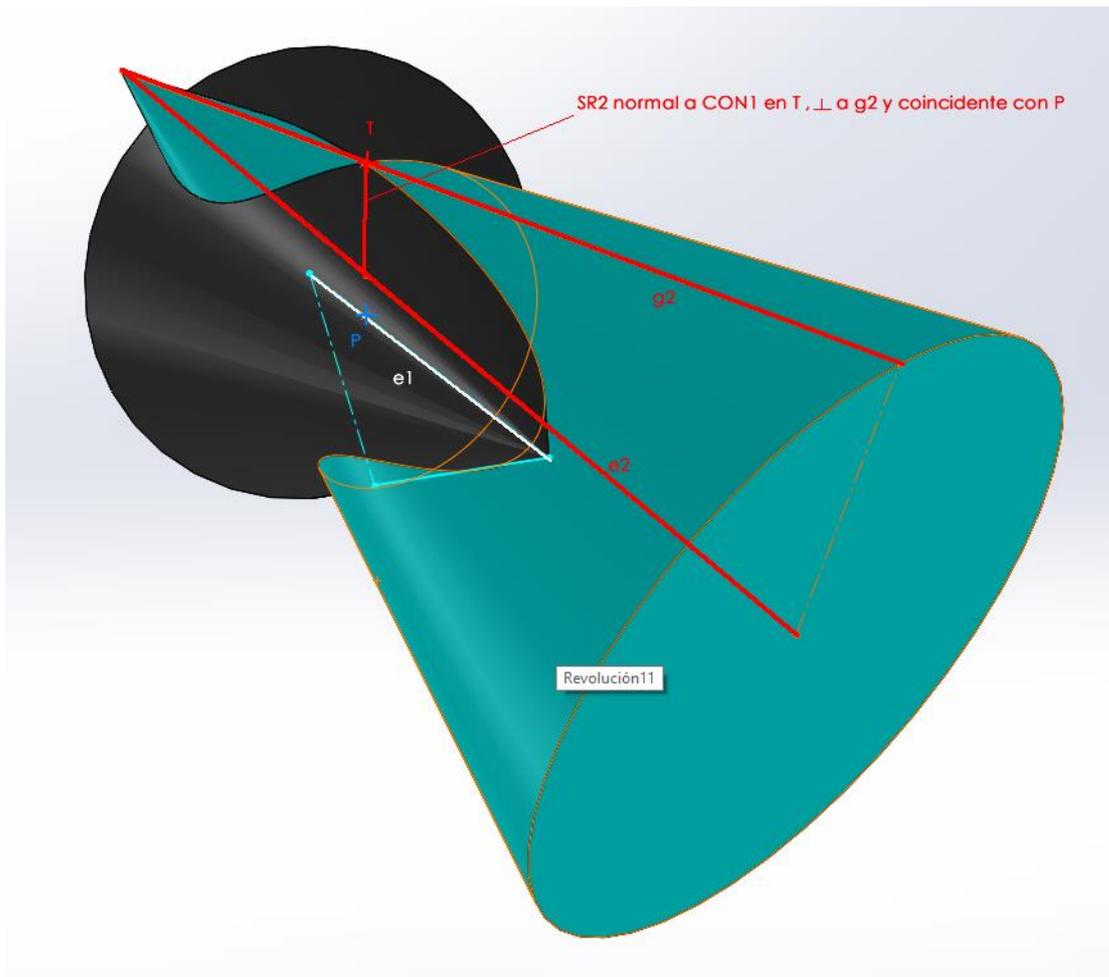


MODELO 3D

Construcción:

1. Trazar **SR2** perpendicular a **g1** y a **g2** en el punto **T** y coincidente con **P**.
(también es posible trazar **SR1** desde **P** a **T** y forzar que sea colineal con **SR2**)

Simplificación con un cono sólido sin plano tangente v2

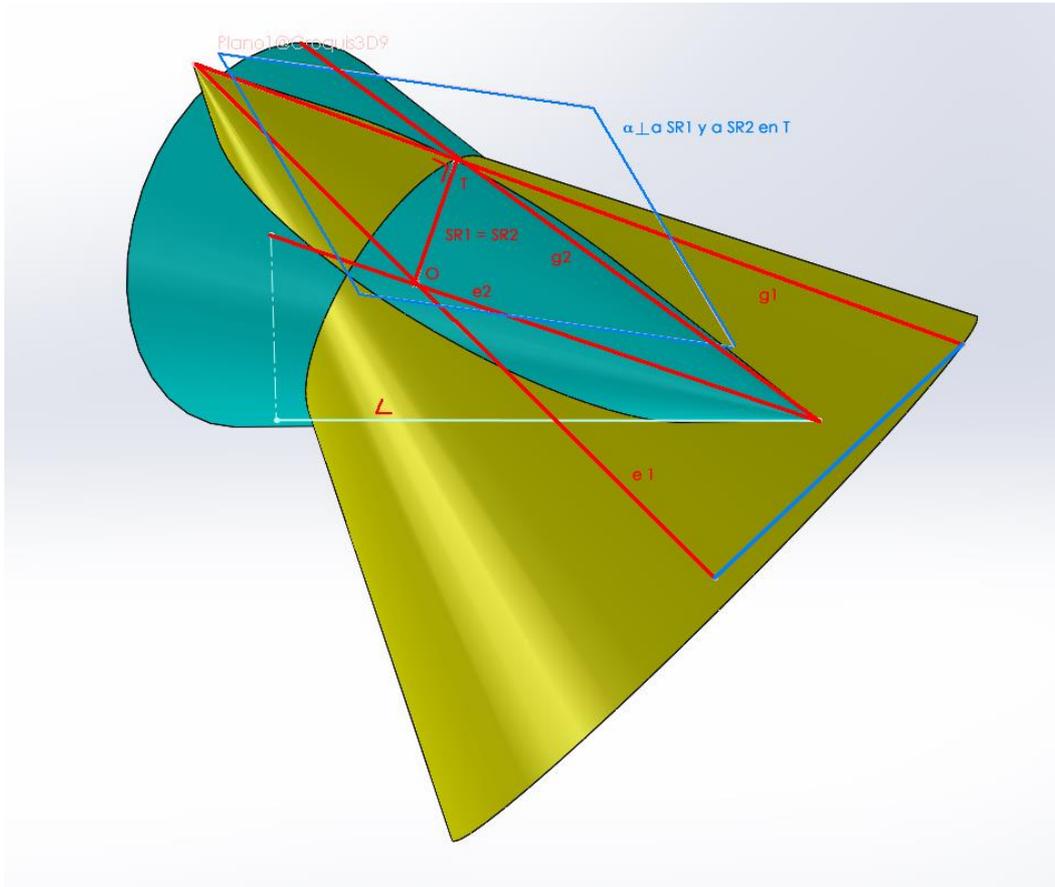


MODELO 3D

Construcción:

1. Trazar **SR2** perpendicular a **g2** en el punto **T**, normal a **con1** y coincidente con **P**.
(también es posible trazar **SR1** desde **P** a **T** y forzar que sea colineal con **SR2**)

37 Bitangencia de dos conos



MODELO 3D

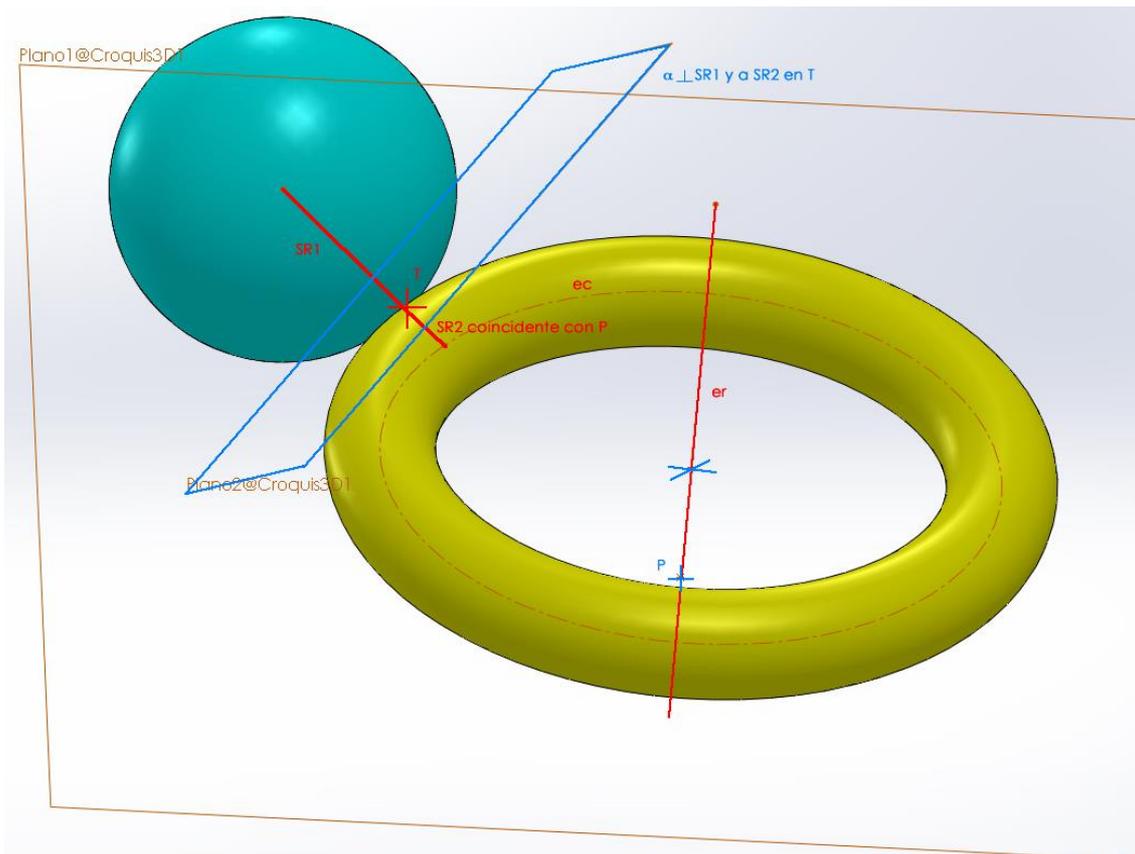
NOTA: Dos sólidos de revolución son bitangentes cuando son tangentes y sus ejes se cortan

Construcción:

1. Trazar **e1** y **e2** con un punto de intersección en **O**.
2. Trazar **g1** y **g2** con un punto de intersección en **T**.
3. Crear el plano **α** con las rectas **g1** y **g2**.
4. Trazar **SR1=SR2** desde **O** hasta **T** (**SR1** y **SR2** son coincidentes en **T**) y perpendicular a **α**.

TORO

38 Tangencia entre toro y esfera

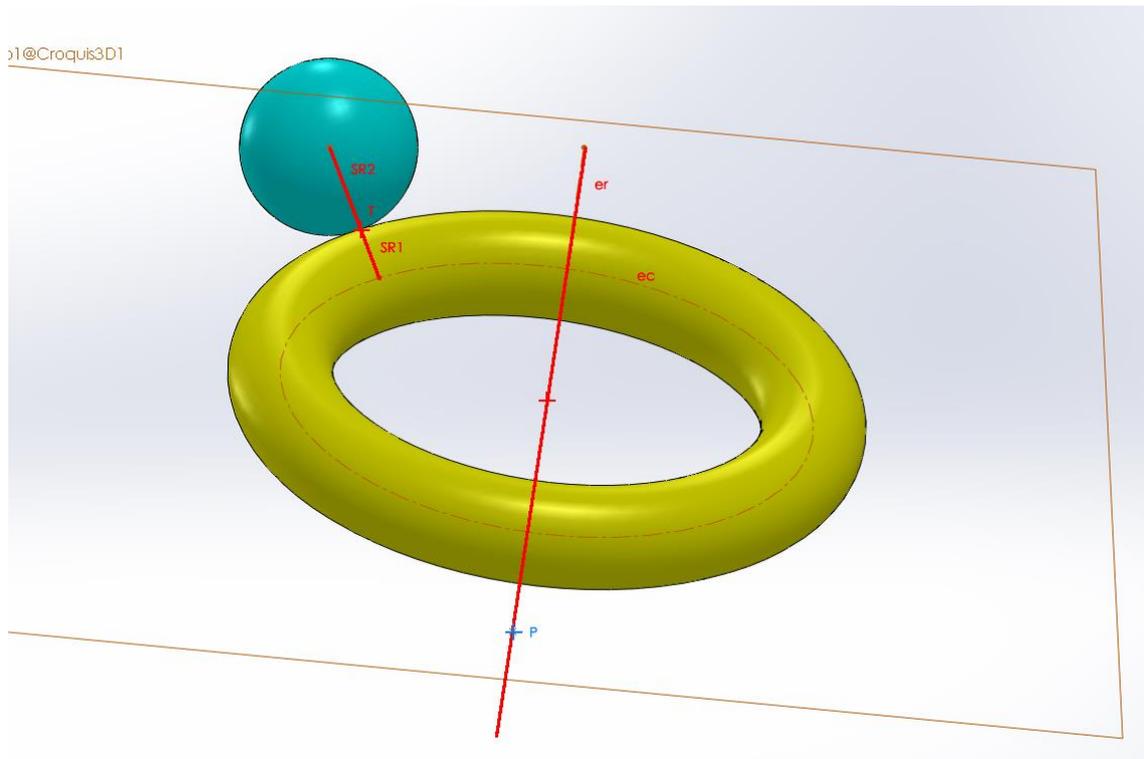


MODELO 3D

Construcción:

1. Trazar **SR1** hasta el punto **T** en la superficie de la esfera.
2. Crear el plano α perpendicular a **SR1** en **T**.
3. Trazar **SR2** hasta **T** perpendicular a α y coincidente con **P**.
(la coincidencia con **P** define el plano β que contiene las rectas **SR2** y **er**).

Simplificación sin plano tangente

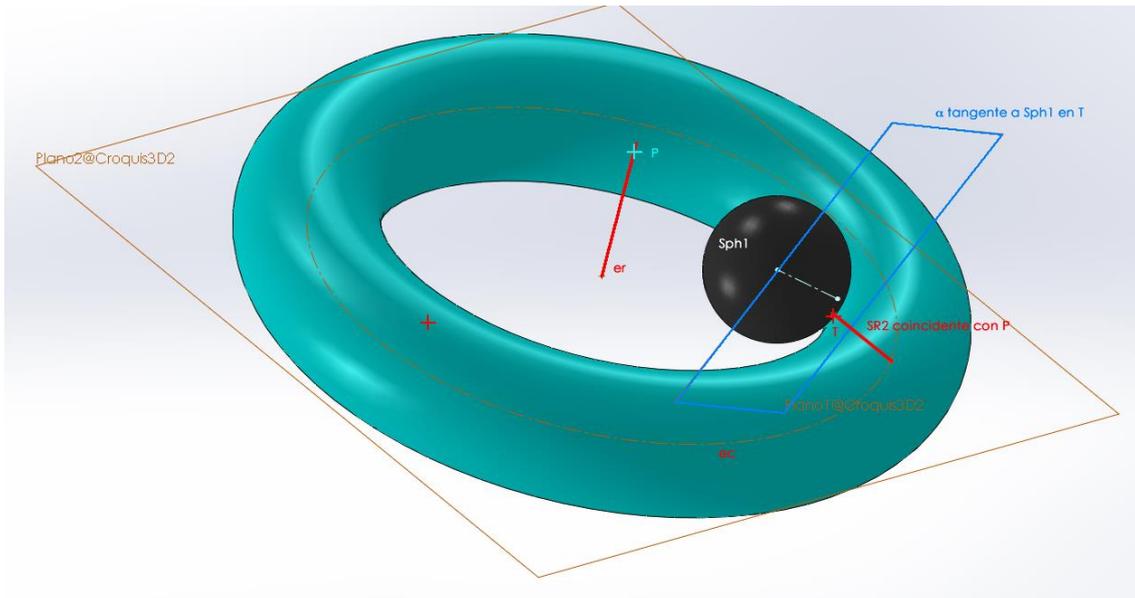


MODELO 3D

Construcción:

1. Trazar **SR1** hasta el punto **T** en la superficie de la esfera.
2. Trazar **SR2** hasta **T**, coincidente con **P** y colineal con **SR1**.
(la coincidencia con **P** define el plano β que contiene las rectas **SR2** y **er**).

39 Simplificación con esfera sólida

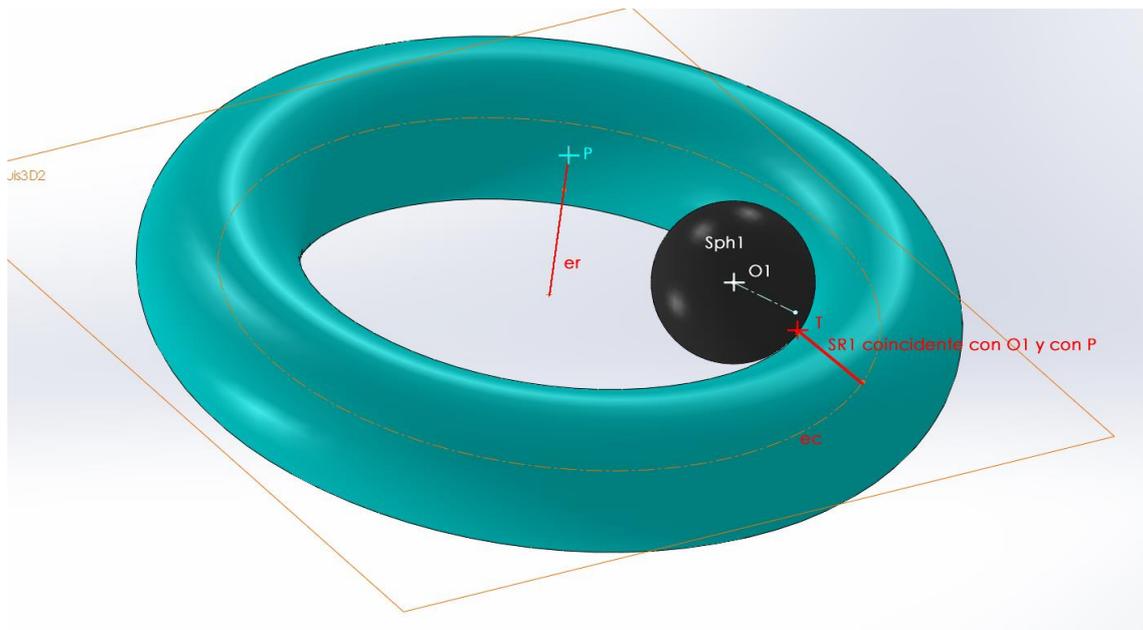


MODELO 3D

Construcción:

1. Crear el punto **T** en la superficie de la esfera **Sph1**.
2. Crear el plano **α** en **T** y tangente a **Sph1**.
3. Trazar **SR2** hasta **T**, coincidente con **P** y perpendicular a **α** .
(la coincidencia con **P** define el plano **β** que contiene las rectas **SR2** y **er**).

Sin plano tangente

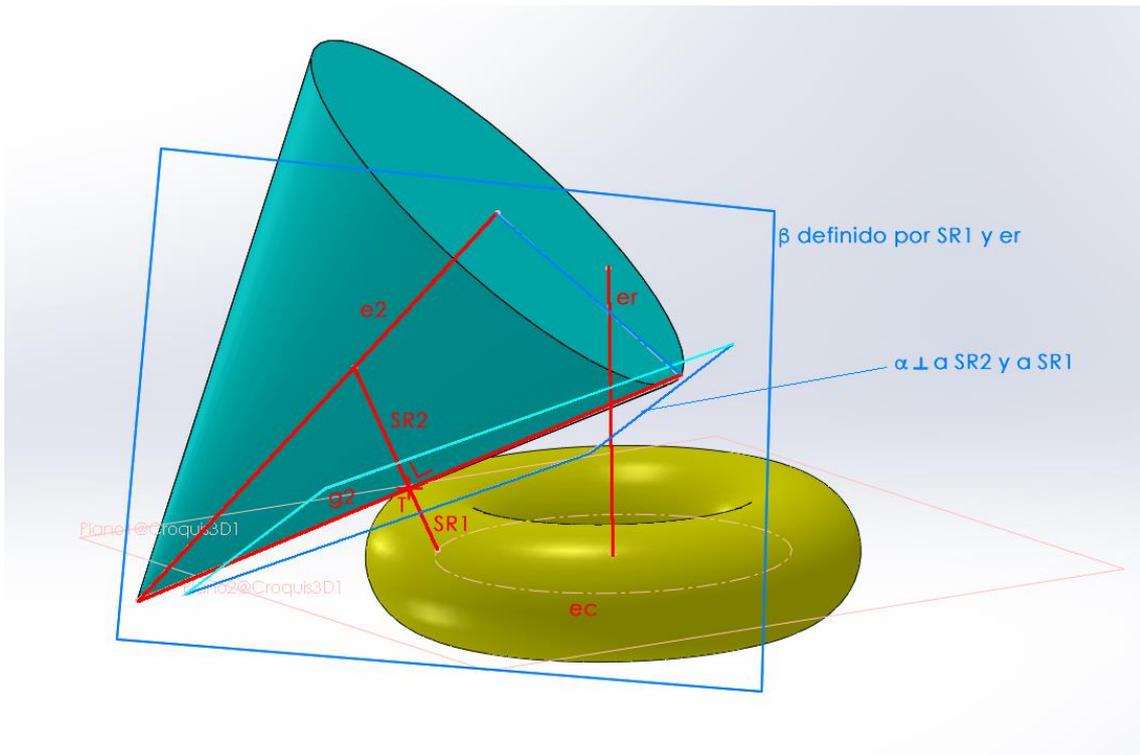


MODELO 3D

Construcción:

1. Crear el punto **T** en la superficie de la esfera **Sph1**.
2. Trazar **SR2** hasta **T**, coincidente con **P** y coincidente con **O1** (también se puede resolver sustituyendo la coincidencia con **O1** por una relación de perpendicularidad con la superficie de **Sph1**). (la coincidencia con **P** define el plano β que contiene las rectas **SR2** y **er**).

40 Tangencia entre toro y cono

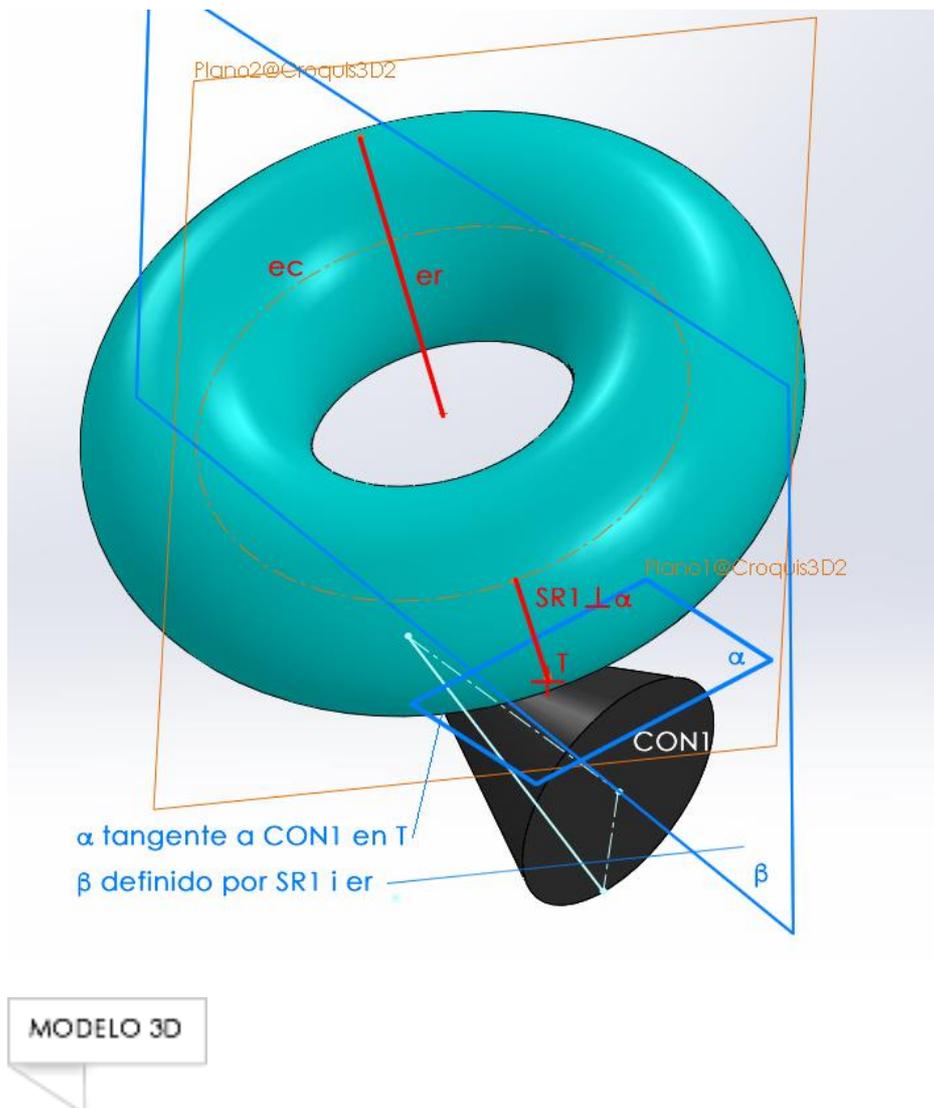


MODELO 3D

Construcción:

1. Trazar **SR1** hasta el punto de **T** de la superficie del toro.
2. Crear el plano β definido por **SR1** y **er**.
(se puede prescindir del plano β forzando que **SR1** y **er** sean coplanarios con la creación de un punto de intersección **P** entre las dos rectas).
3. Crear el plano α perpendicular a **SR1** en **T**.
4. Trazar **SR2** hasta **T** perpendicular a **g2** y perpendicular a α .

41 Simplificación con un cono sólido



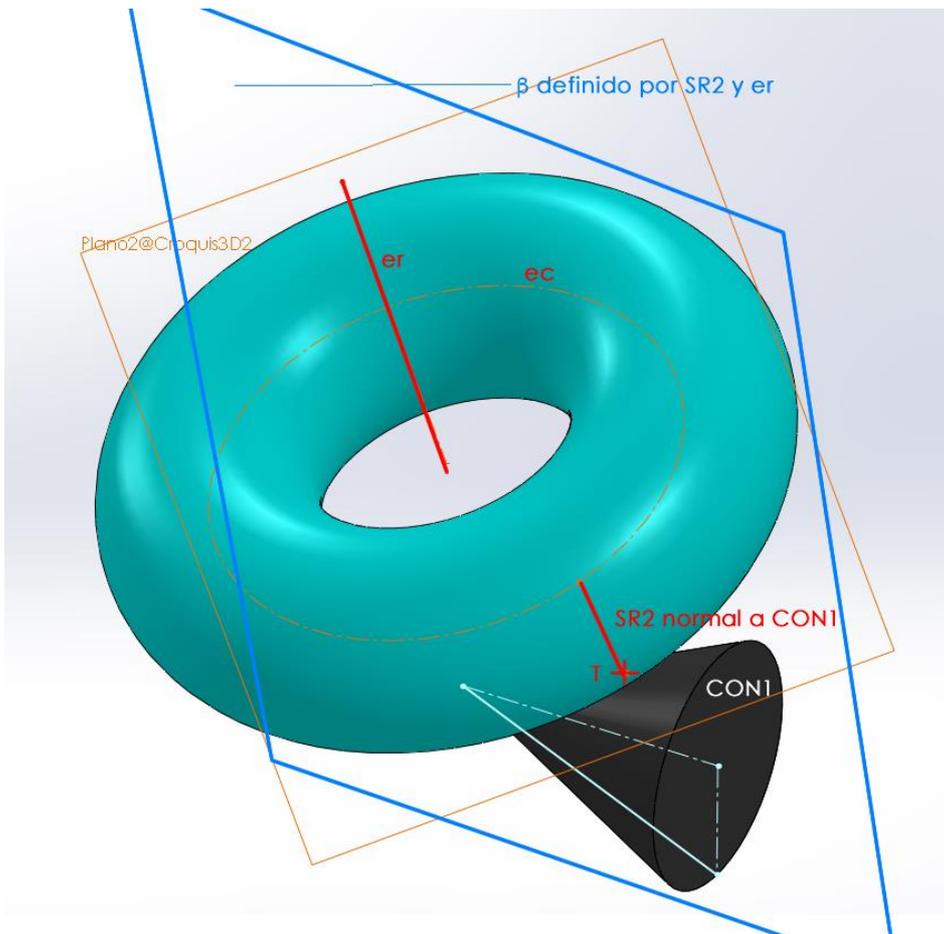
Construcción:

1. Crear **T** en la superficie del cono **con1**.
2. Crear el plano **α** en **T** tangente al cono **con1**.
3. Trazar **SR1** hasta el punto de **T** y perpendicular a **α**.
4. Crear el plano **β** definido por **SR1** y **er**.

(se puede prescindir del plano **β** forzando que **SR1** y **er** sean coplanarios con la creación de un punto de intersección **P** entre las dos rectas).

SÓLIDOS DE REVOLUCIÓN

Sin plano tangente



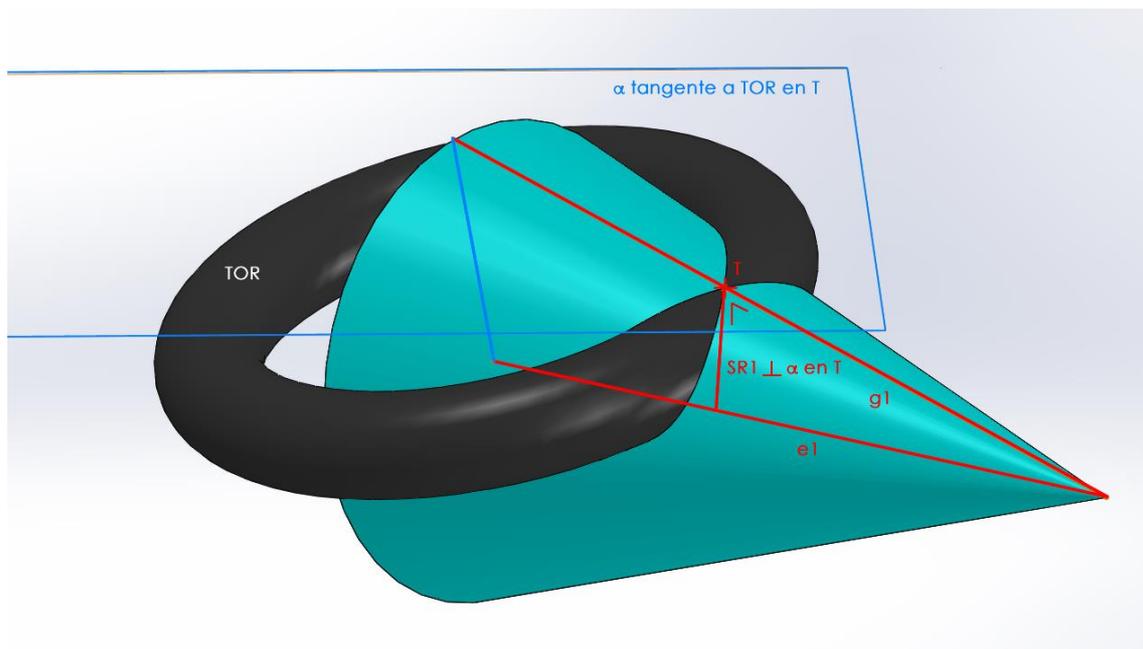
MODELO 3D

Construcción:

1. Crear **T** en la superficie del cono **con1**.
2. Trazar **SR2** hasta el punto de **T** y normal a la superficie de **con1**.
3. Crear el plano **β** definido por **SR1** y **er**.

(se puede prescindir del plano **β** forzando que **SR1** y **er** sean coplanarios con la creación de un punto de intersección **P** entre las dos rectas).

42 Simplificación con el toro sólido

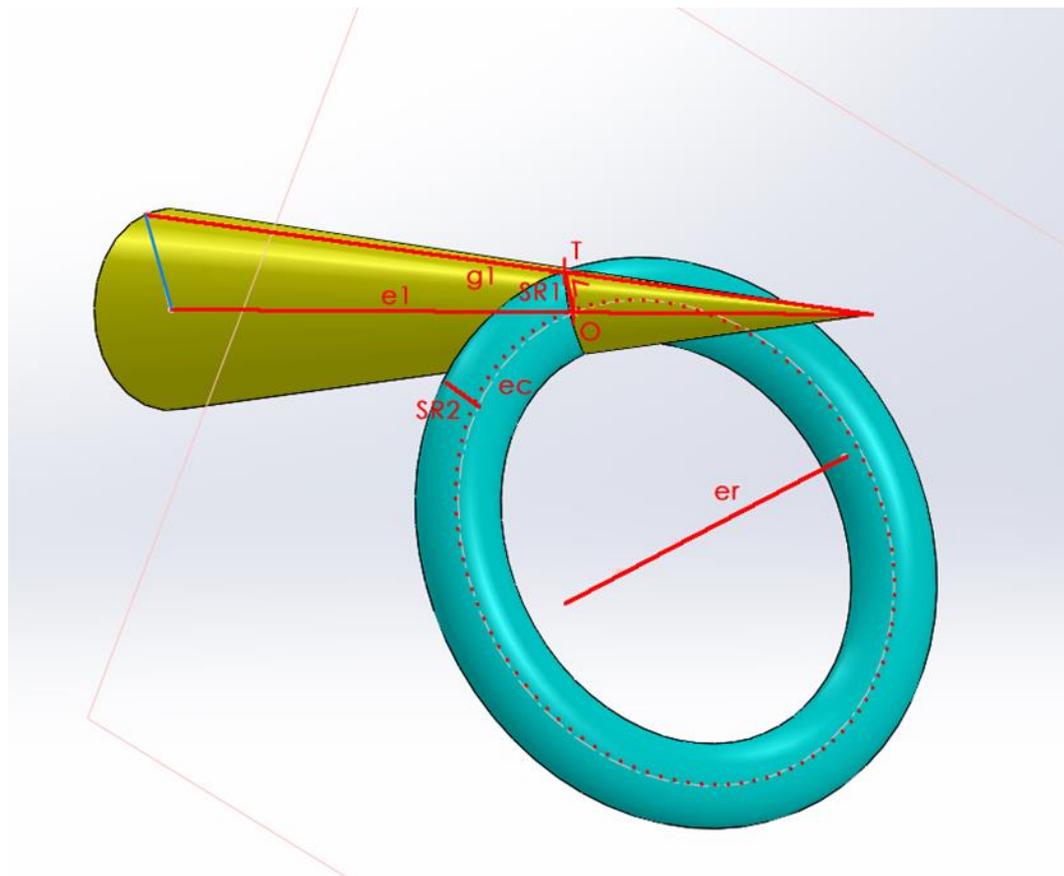


MODELO 3D

Construcción:

1. Crear el punto **T** en la superficie del toro **tor**.
2. Crear el plano **α** tangente a **tor** en el punto **T**.
3. Trazar **SR1** hasta el punto de **T** perpendicular a **g1** y perpendicular a **α**.

43 Simplificación en la Bitangencia entre toro y cono



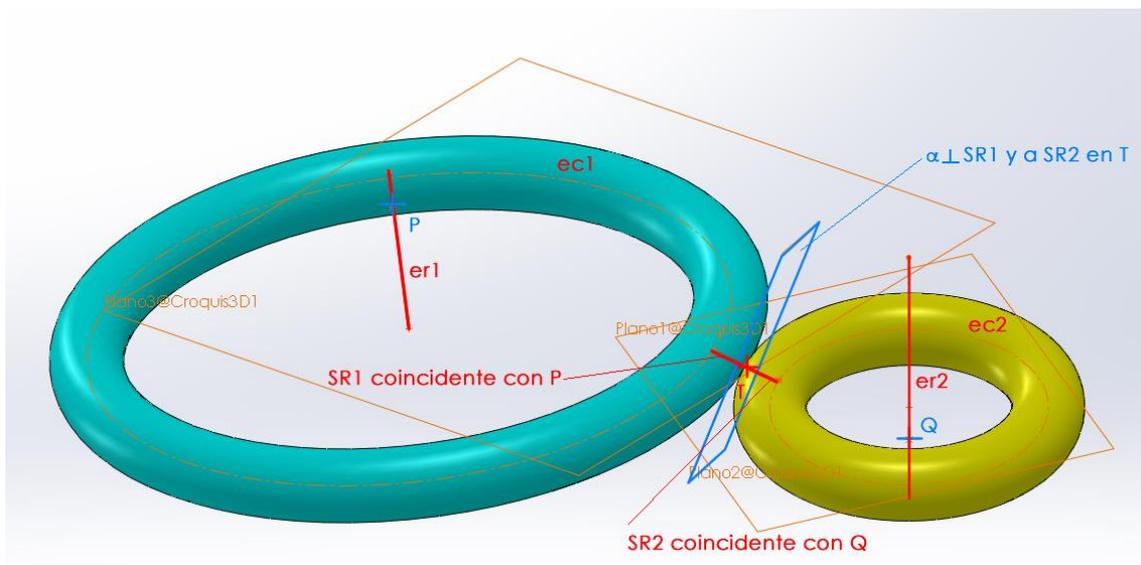
MODELO 3D

NOTA: La Bitangencia entre un toro y un cono o un cilindro se basa en igualar una esfera inscrita en el cono con una esfera inscrita en el toro. Esta esfera deberá tener su centro en la intersección del eje circular del toro y del eje de revolución del cono y un radio **SR** igual al radio de la esfera inscrita en el toro.

Construcción:

1. Crear **O** punto de intersección entre el eje circular del toro **ec** y el eje de revolución del cono **er**.
2. Trazar **SR1** desde **O** perpendicular a **g1** en **T**.
3. Trazar **SR2** desde **ec** hasta la superficie del toro.
4. Igualar la longitud de **SR1** con la de **SR2**.

44 Tangencia entre toros



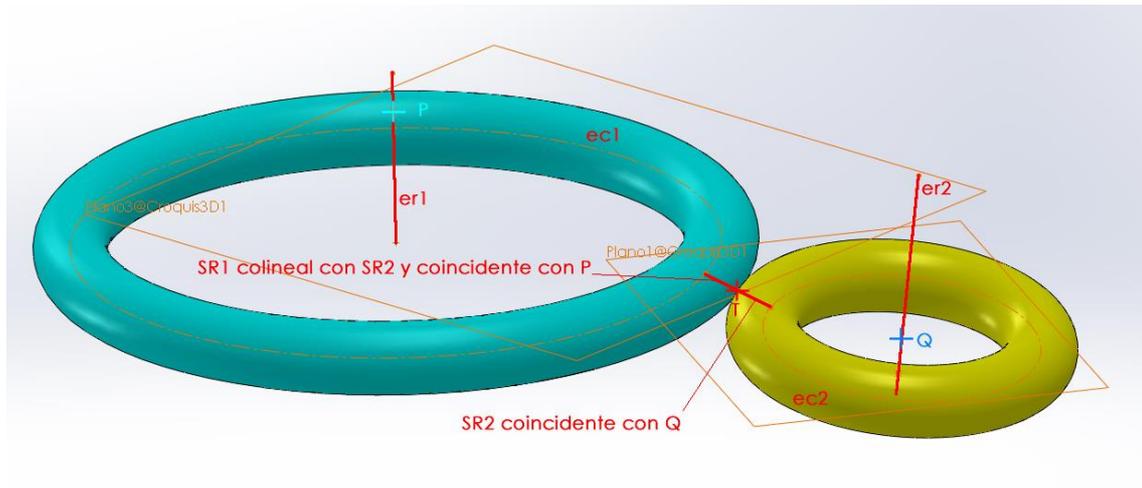
MODELO 3D

Construcción:

1. Trazar **SR1** en el punto **T** de la superficie del **toro1** coincidente con **P**.
2. Crear el plano α perpendicular a **SR1** en **T**.
3. Trazar **SR2** en el punto **T** coincidente con **Q** y perpendicular a α .

SÓLIDOS DE REVOLUCIÓN

Simplificación sin plano tangente



MODELO 3D

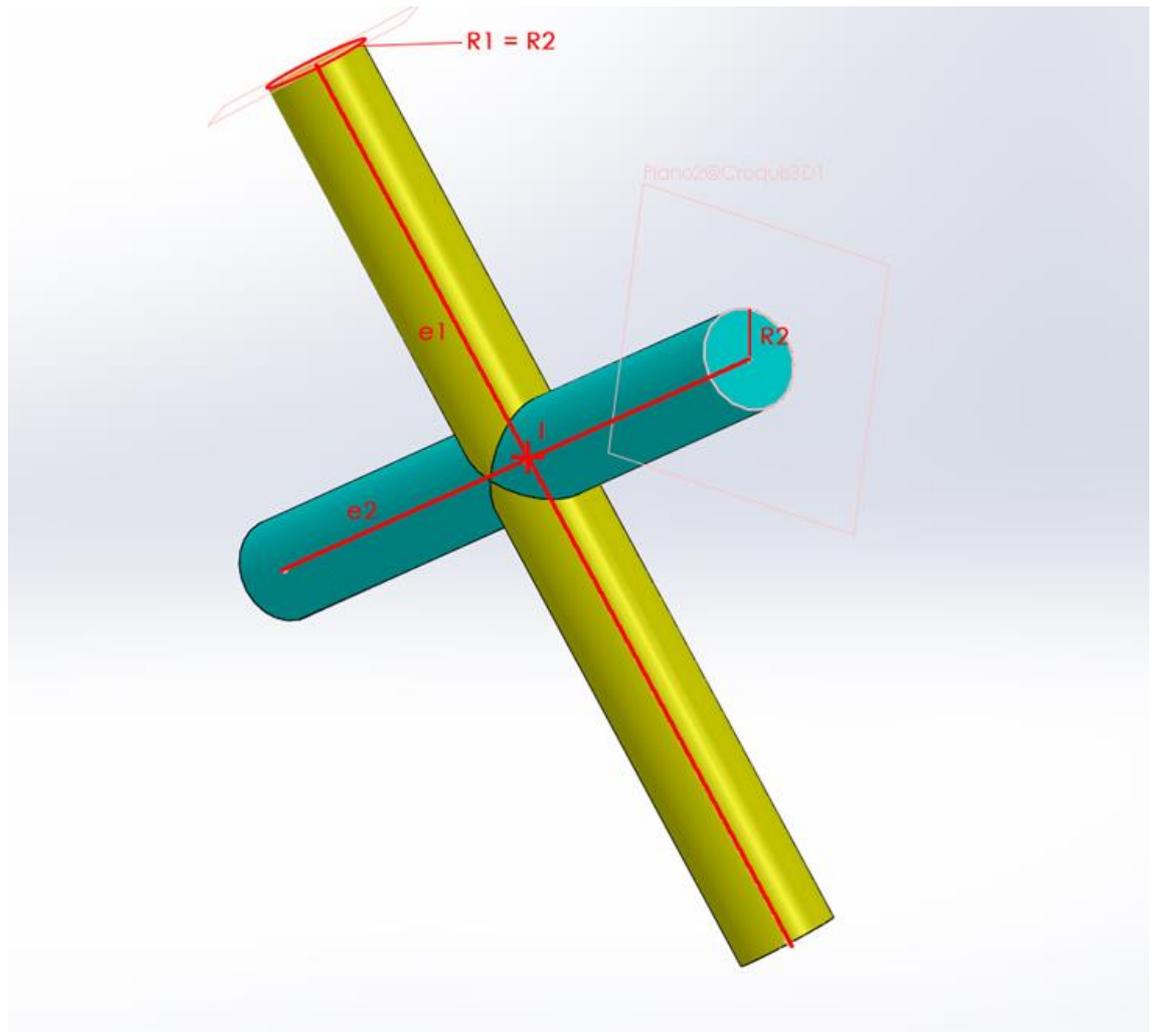
Construcción:

1. Trazar **SR1** en el punto **T** de la superficie del **toro1** coincidente con **P**.
2. Trazar **SR2** en el punto **T** coincidente con **Q** y colineal con **SR1**.

SÓLIDOS DE REVOLUCIÓN

CILINDRO

45 Simplificación en la Bitangencia entre cilindros

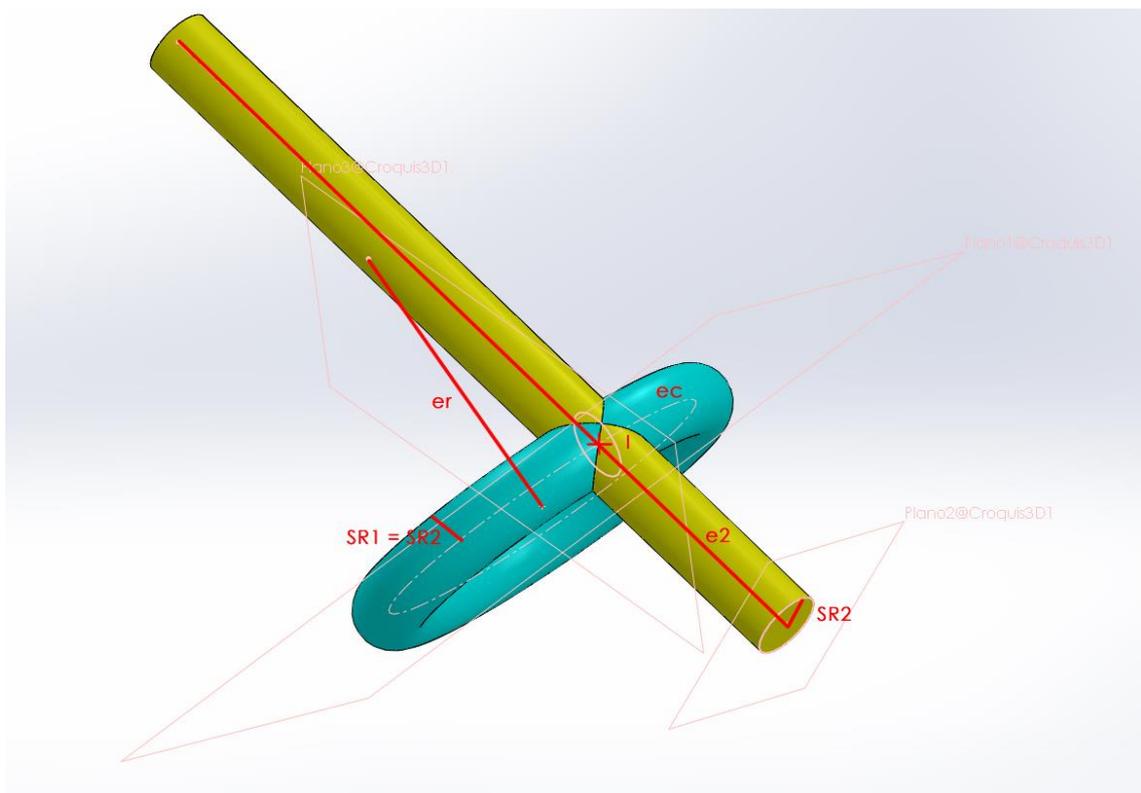


MODELO 3D

Construcción:

1. Crear el punto **I** de intersección entre los ejes de ambos cilindros.
2. Igualar los radios **SR1** y **SR2** de los dos cilindros.

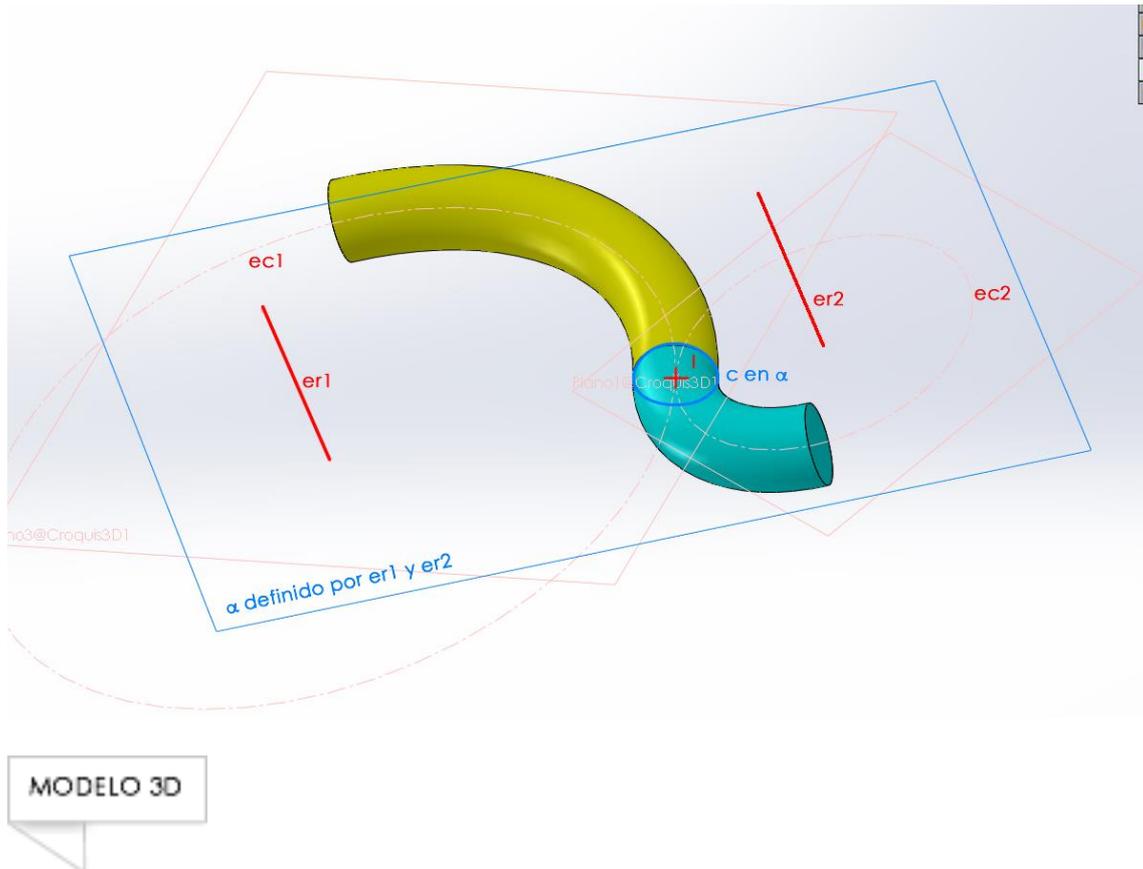
46 Simplificación en la bitangencia entre toro y cilindro



Construcción:

1. Crear el punto **I** de intersección entre el eje circular del toro **ec** y el eje de revolución del cilindro **e2**.
2. Igualar los radios **SR1** del toro y **SR2** del cilindro.

47 Conexión entre toros por una base circular

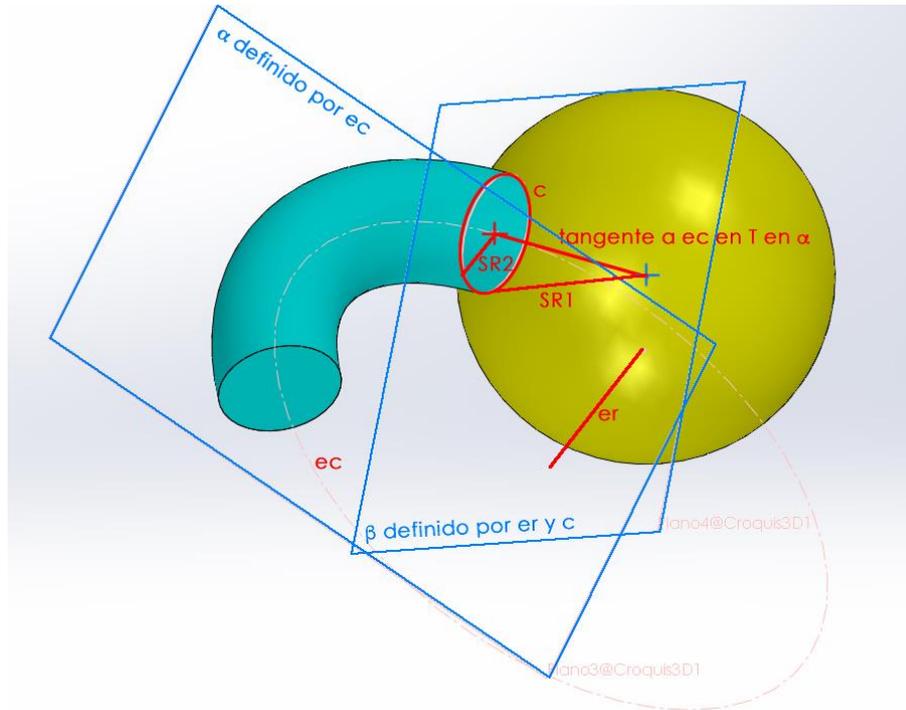


NOTA: Para que dos toros puedan conectarse en un mismo círculo es necesario que el círculo en el que se conectan y los dos ejes de revolución sean coplanarios.

Construcción:

1. Crear el punto **I** de intersección entre los ejes circulares **ec1** y **ec2**. Los dos ejes circulares no deberán tener ningún otro punto de intersección.
2. Crear el plano **α** definido por **er1**, **er2** y **I**.
3. Crear el círculo **c** con centro en **I** en el plano **α** .

48 Conexión de toro y esfera en una circunferencia



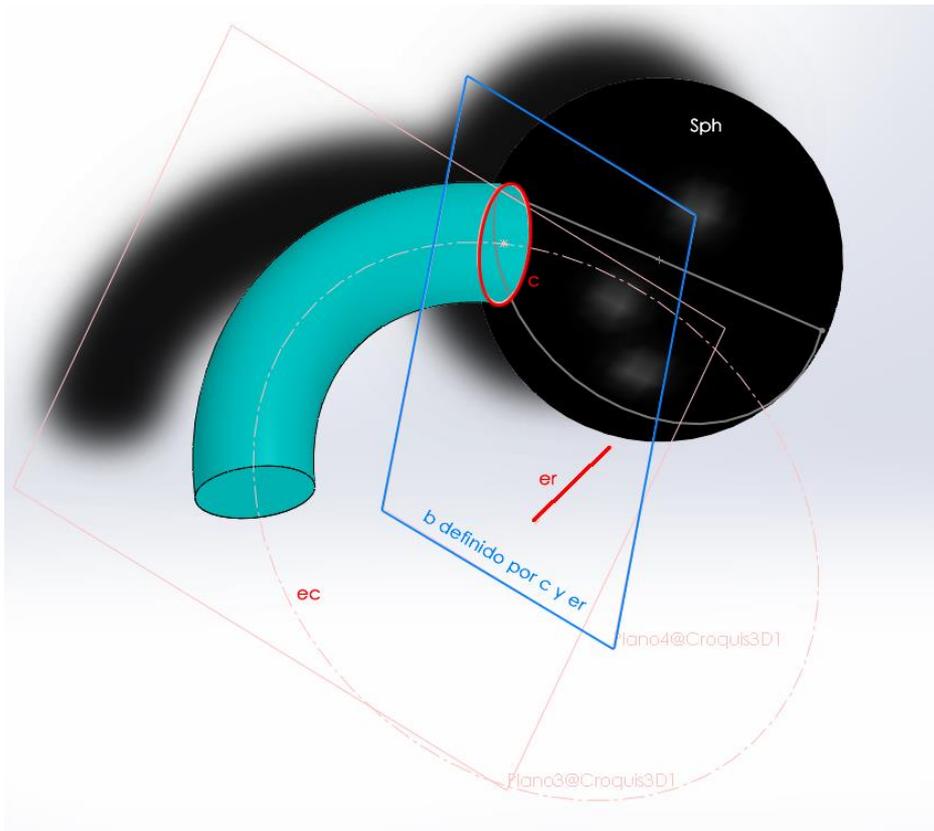
MODELO 3D

NOTA: Si una esfera y un toro se han de conectar en un mismo círculo, es preciso asegurar que el círculo es el generador del toro (debe ser coplanario con su eje de revolución) y que está situado en la superficie de la esfera (la recta perpendicular al plano del círculo desde su centro debe ser coincidente con el centro de la esfera).

Construcción:

1. Crear el círculo **c** y el radio **SR2** del toro en uno de los puntos del eje circular **ec**.
2. Hacer que el plano **β** del círculo sea coincidente con **er**.
3. Trazar desde el centro de la esfera el radio **SR1** hasta uno de los puntos del círculo **c**.
4. Trazar en el plano **α** la tangente al eje circular **ec** desde el centro del círculo **c** y hacerla coincidente con el centro de la esfera.

49 Simplificación con una esfera sólida



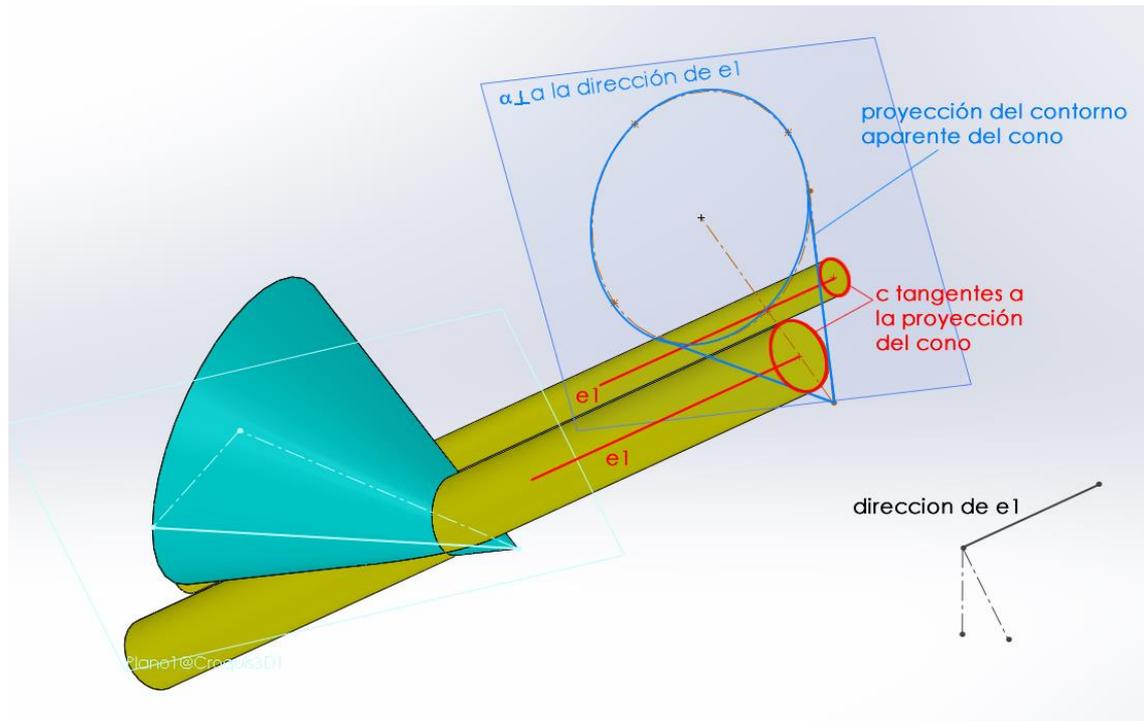
MODELO 3D

Construcción:

1. Crear el círculo **c** en la superficie de la esfera **Sph**.
2. Hacer que el plano del círculo **β** sea coincidente con **er**.

Método 2: PROYECCIÓN

Tangencia cuando es conocida la dirección del eje del cilindro



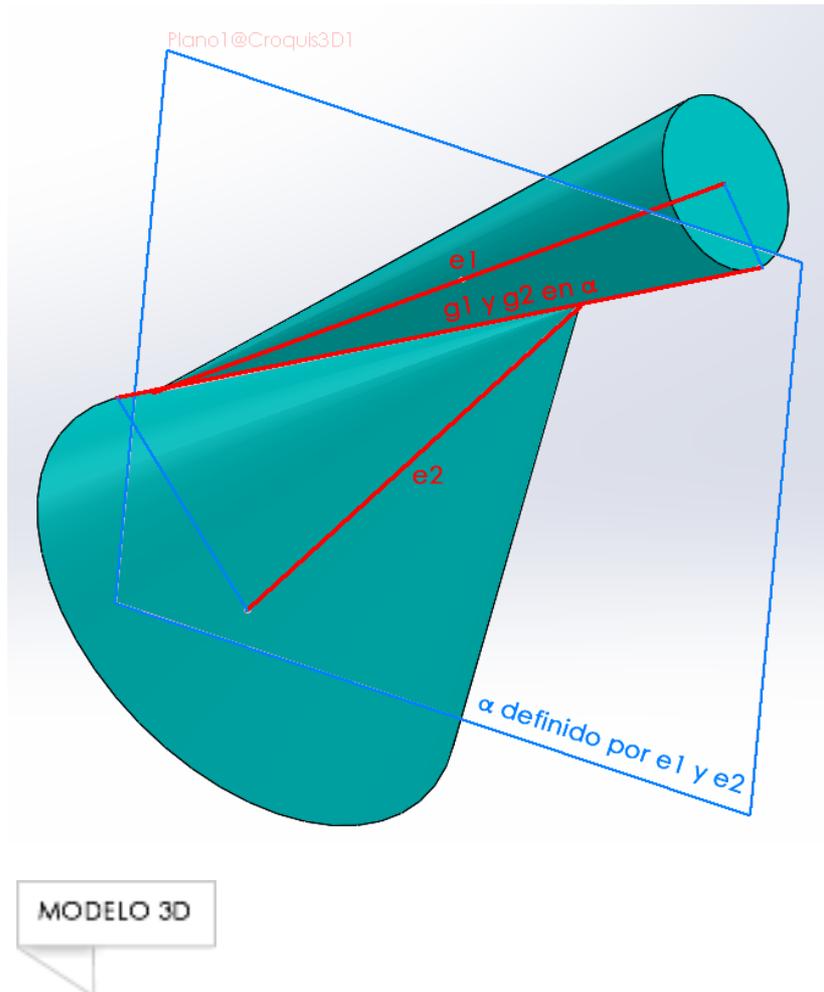
MODELO 3D

Construcción:

1. Crear un plano α cualquiera perpendicular a la dirección de $e1$.
2. Proyectar en el plano α el contorno del resto de los sólidos a los que es tangente el cilindro.
3. Crear el círculo c (proyección del cilindro en α) tangente a los contornos de los otros sólidos proyectados.

Método 3: SECCIÓN. TANGENCIA ENTRE SÓLIDOS DE REVOLUCIÓN CON EJES COPLANARIOS

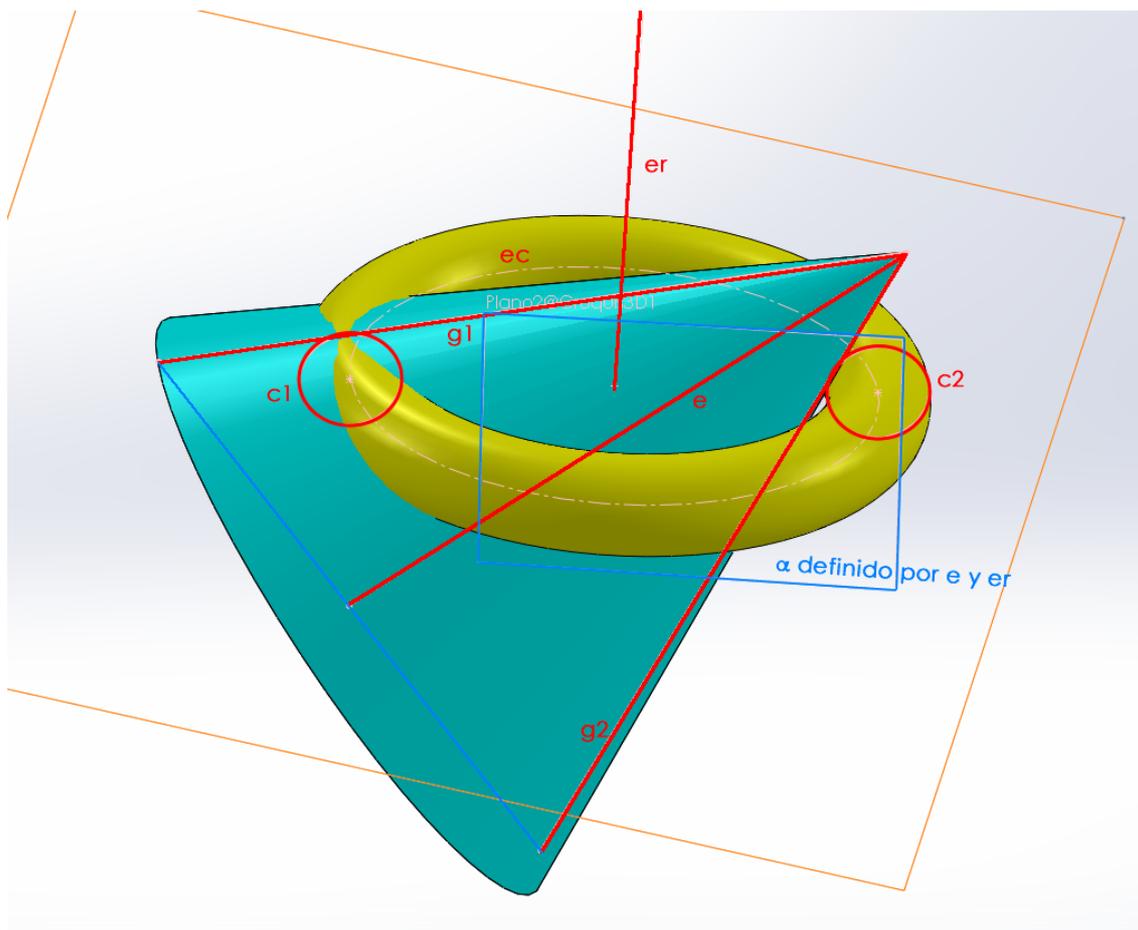
Dos conos



Construcción:

1. Crear el plano α definido por **e1** y **e2**.
2. Crear en el plano α las generatrices **g1** y **g2** coincidentes.

Cono y toro



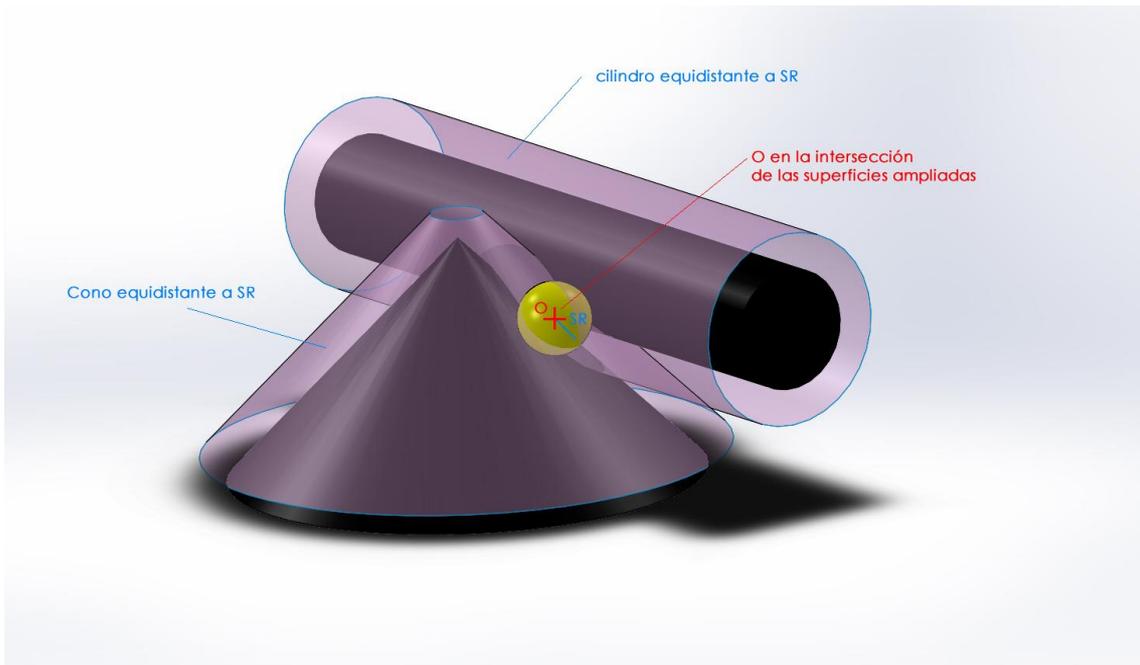
MODELO 3D

Construcción:

1. Crear el plano α definido por er y e .
2. Crear en el plano α las generatrices $g1$ y $g2$ del cono.
3. Crear en el plano α los círculos $c1$ y $c2$ del toro (deben ser simétricos respecto er) tangentes a las generatrices del cono $g1$ y $g2$.

Método 4: EQUIDISTANCIA. (LUGARES GEOMÉTRICOS) TANGENCIA CUANDO EL RADIO DE LA ESFERA GENERADORA ES CONOCIDO

Para una esfera

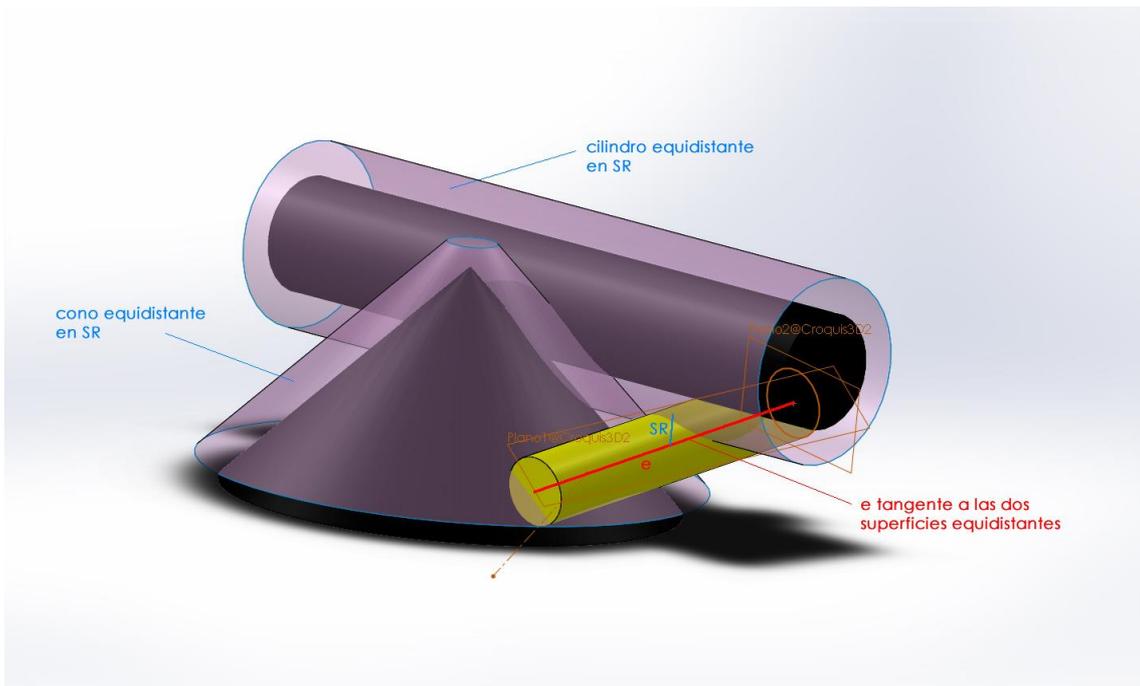


MODELO 3D

Construcción:

1. Crear las superficies ampliadas (equidistantes) en el radio de la esfera **SR** de los sólidos o planos a los cuales debe ser tangente.
2. Obtener la curva de intersección de las superficies ampliadas.
3. Situar el centro de la esfera **O** en las curvas de intersección.

Para un cilindro

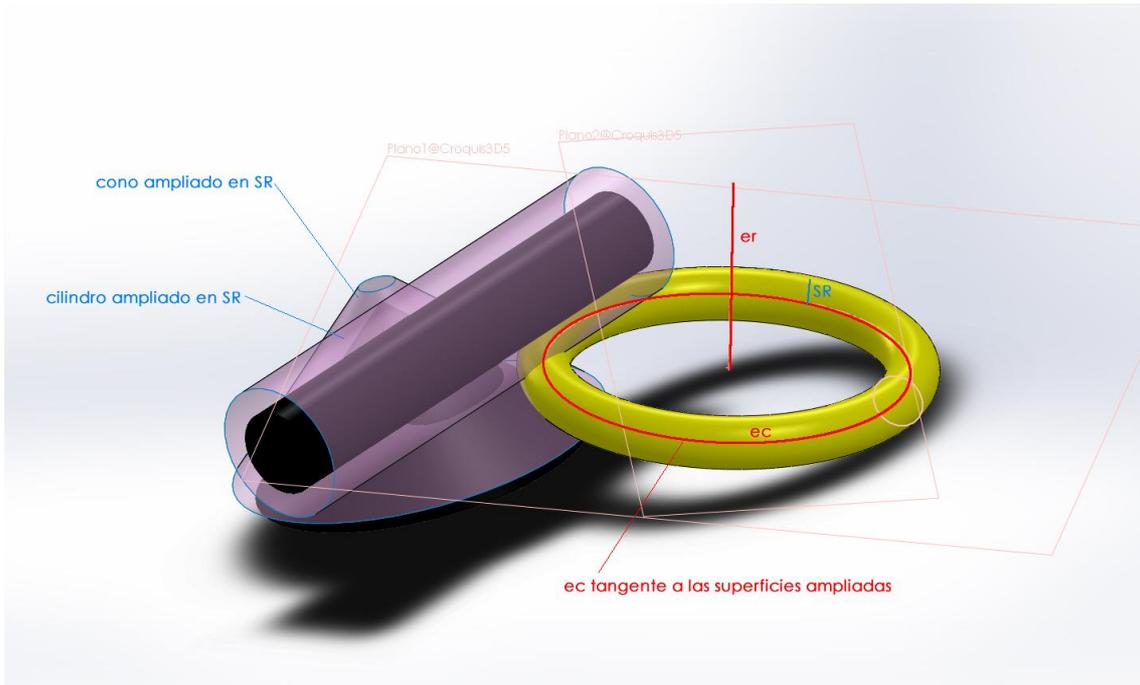


MODELO 3D

Construcción:

1. Crear las superficies ampliadas (equidistantes) en el radio de la esfera **SR** de los sólidos o planos a los cuales debe ser tangente.
2. Crear el eje del cilindro **e** tangente a las superficies ampliadas.

Para un toro



MODELO 3D

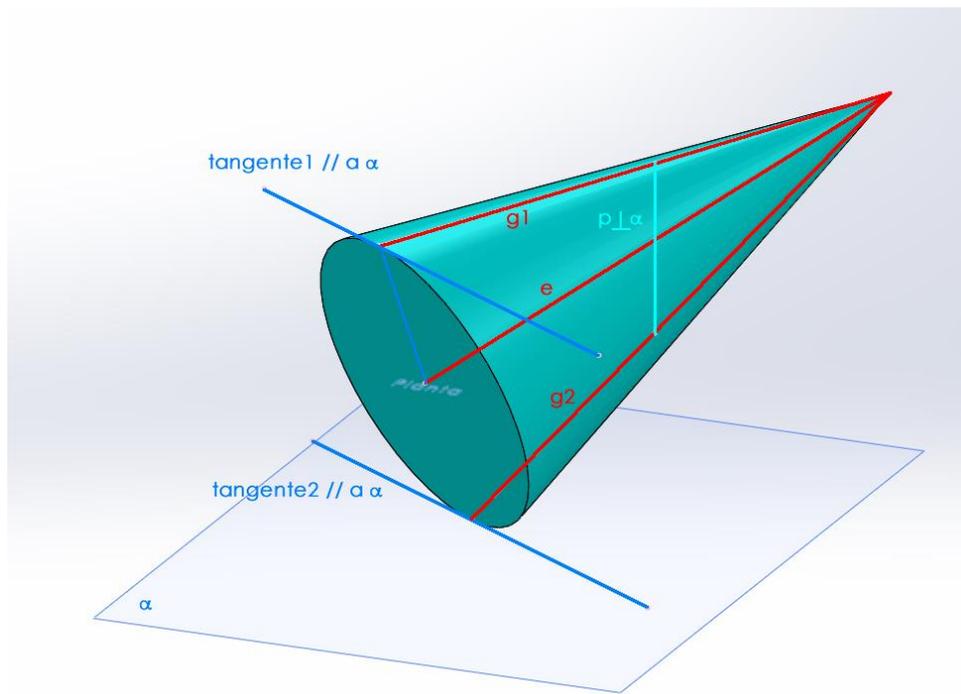
Construcción:

1. Crear las superficies ampliadas (equidistantes) en el radio de la esfera **SR** de los sólidos o planos a los cuales debe ser tangente. Crear el eje circular del toro **ec** tangente a las superficies ampliadas.

POSICIONES LIMITE

50 Generatriz límite

(más alejada o cercana de un plano)



MODELO 3D

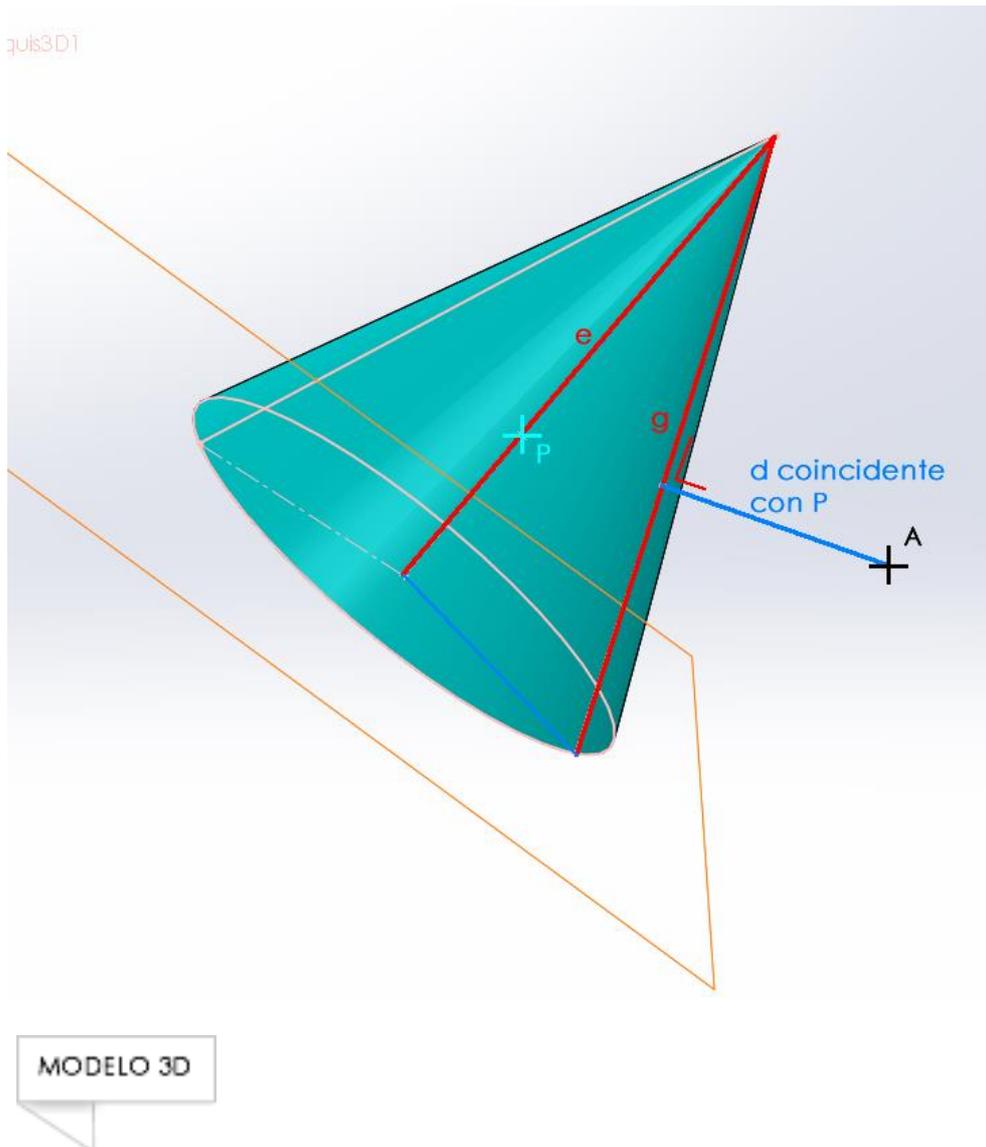
Construcción:

1. Crear las tangentes **t1** y **t2** a la base del sólido de revolución paralelas al plano de referencia **alpha**.
2. Crear las generatrices **g1** y **g2** coincidentes con las tangentes **t1** y **t2**.

Método simplificado:

1. Crear las generatrices **g1** y **g2**.
2. Trazar la recta **p** que corta a **g1**, **e** y **g2** perpendicular al plano de referencia **alpha**.

51 Respecto de un punto (distancia de punto a superficie)

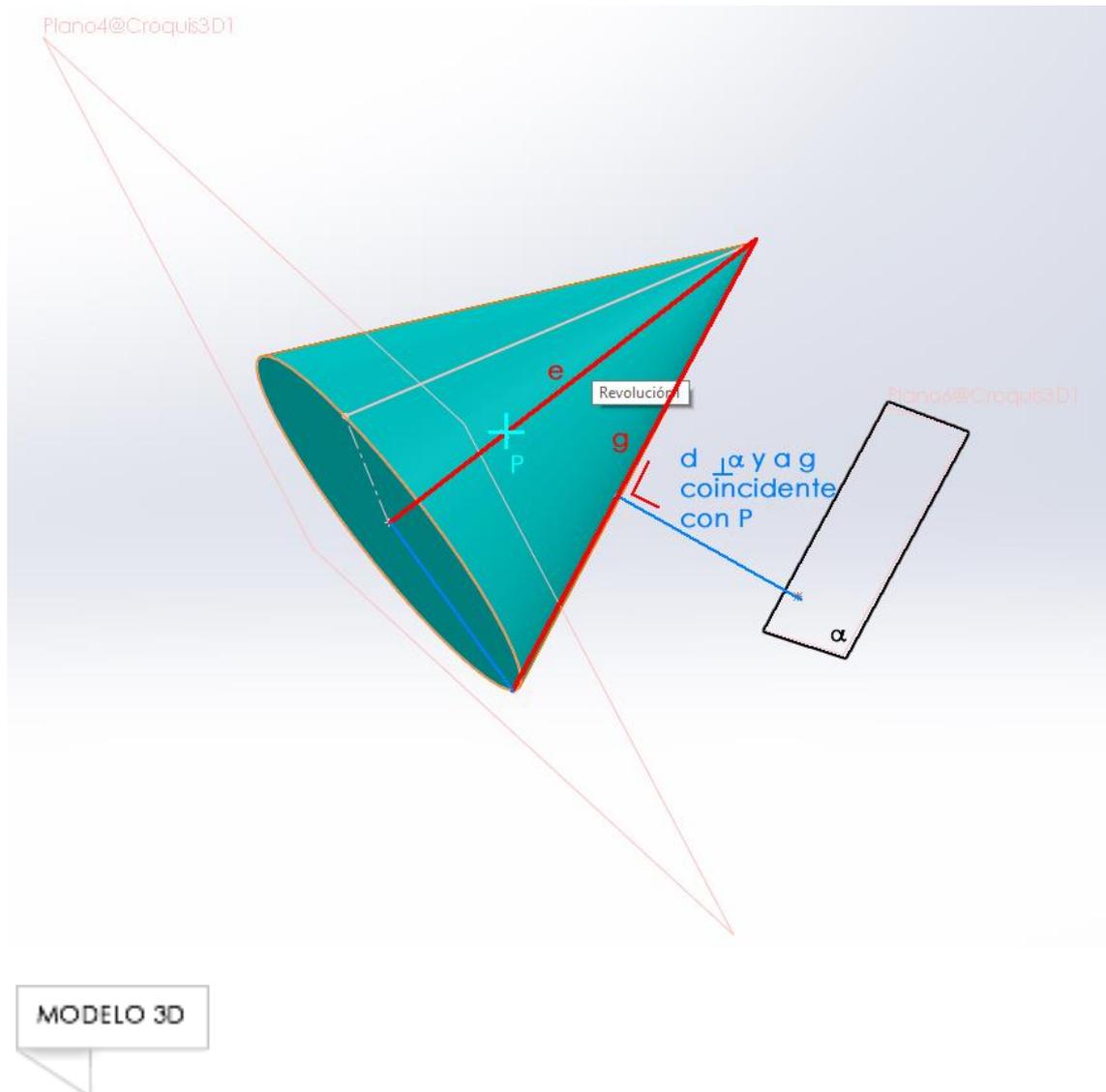


Construcción:

1. Crear la recta **d** perpendicular a una generatriz **g** y coincidente con **P**.

NOTA: **d** puede ser también normal a la superficie del sólido en uno de sus puntos (sólo es aplicable en el caso de que el sólido sea conocido).

52 Respecto de un plano (distancia de plano a superficie)

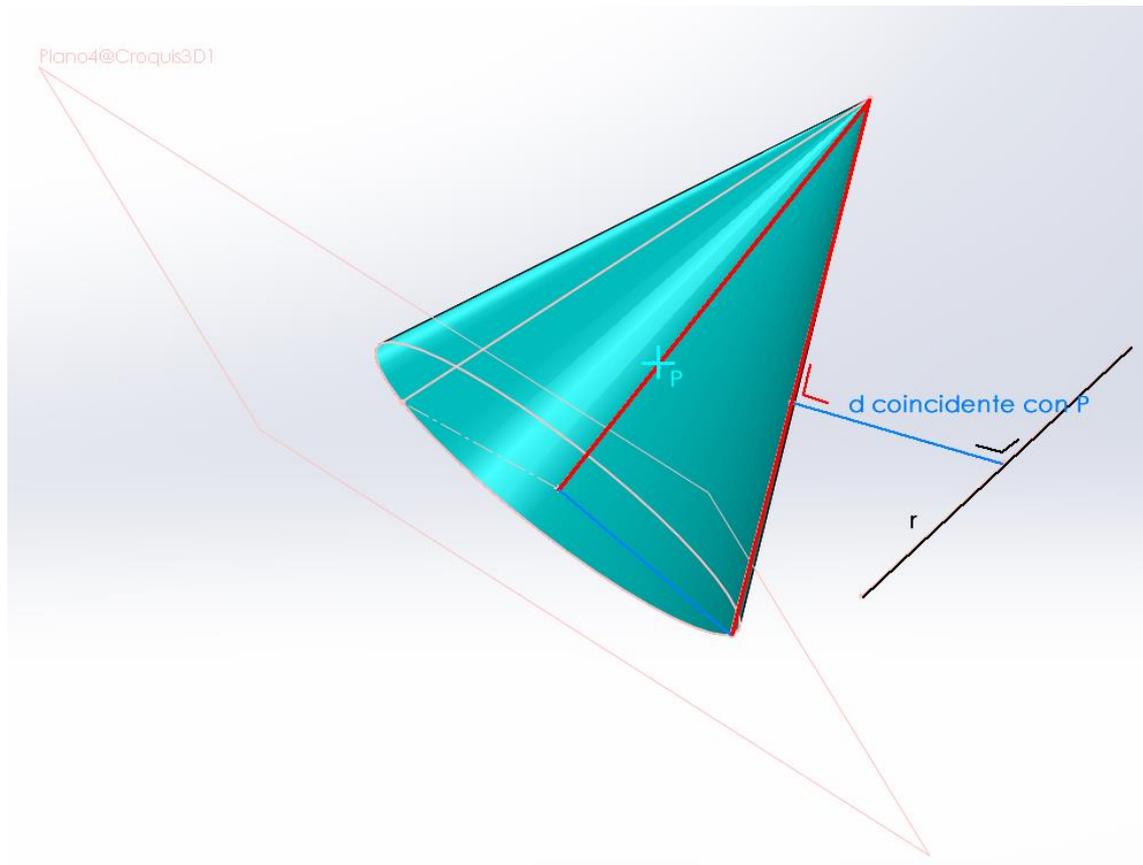


Construcción:

1. Crear la recta **d** perpendicular a una generatriz **g**, perpendicular al plano **α** de referencia y coincidente con **P**.

NOTA: Se puede evitar la coincidencia de **d** con **P** haciendo que **d** sea normal a la superficie del sólido en uno de sus puntos (sólo es aplicable en el caso de que el sólido sea conocido).

53 Respecto de una recta (distancia de recta a superficie)

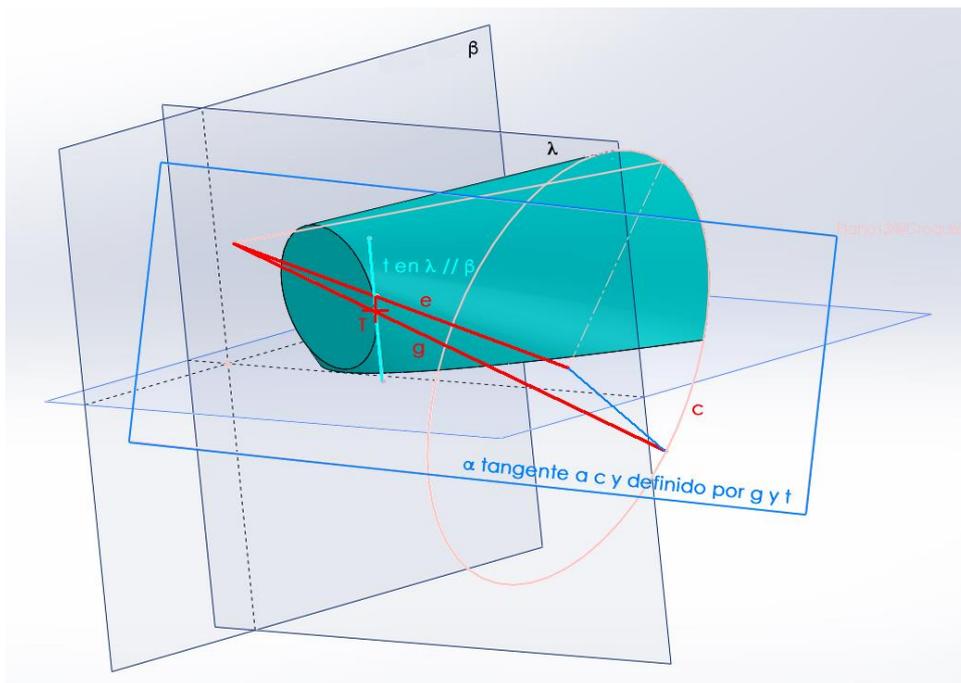


Construcción:

1. Crear la recta **d** perpendicular a una generatriz **g**, perpendicular a la recta **r** de referencia y coincidente con **P**.

NOTA: Se puede evitar la coincidencia de **d** con **P** haciendo que **d** sea normal a la superficie del sólido en uno de sus puntos (sólo es aplicable en el caso de que el sólido sea conocido).

54 Punto límite de una sección (más alejado o cercano a un plano)



MODELO 3D

NOTA: El método se basa en que los puntos límites de las secciones cónicas de un sólido de revolución deben encontrarse en la intersección de un plano tangente al sólido y el plano que produce la sección.

Construcción:

1. Trazar la recta **t** en el plano de la sección λ y paralela al plano de referencia β (plano del que se ha de alejar o acercar al máximo).
2. Por un punto **T** de la recta **t** trazar una generatriz **g** del sólido de revolución.
3. Crear el plano **α** definido por **t** y **g**.
4. Forzar que el plano **α** sea tangente al cono (puede hacerse mediante un radio de esfera inscrita en el cono o estableciendo que sea tangente a la base circular del cono **c**).

Método 5: APROXIMACIÓN POR RELACIONES ENTRE PIEZAS

Es posible que sea el método que más se asemeja al proceso de diseño de un conjunto de piezas.

El proceso de diseño suele iniciarse con la definición de las necesidades que debe cubrir el nuevo producto y con la de sus limitaciones. Tanto unas como otras suelen ser una combinación de aspectos económicos, funcionales y estéticos. El conjunto de las necesidades y las limitaciones se suele conocer con el nombre de los "requerimientos" o el de las "prescripciones" del diseño. Las "prescripciones de diseño" son aportadas al proceso por diferentes actores, entre los que se encuentran miembros de la empresa contratante, de la contratada y otros.

El equipo de diseño debe participar activamente en las prescripciones porque es el que debe proponer de qué manera se satisfarán las condiciones impuestas en los requerimientos.

En general el diseño de ese producto que ha de acabar satisfaciendo a múltiples partes se lleva a cabo de forma intermitente, iterativa y por aproximaciones sucesivas. Eso se traduce en que deberá existir una primera versión embastada a la cual en las fases sucesivas se le va añadiendo concreción. Cada una de las fases deberá ser aprobada por los actores que intervienen en el diseño. Al final deberá describirse el resultado cuantitativamente. Es decir, composición exacta de los materiales, tamaños de las piezas que la componen, acabado final, peso, resistencia a la tracción, a la presión etc.

Los programas de diseño asistido CAD facilitan el proceso de diseño y con ello la aproximación por fases al resultado final.

Cuando los cuerpos con los cuales estamos trabajando para obtener ese resultado final se basan en poliedros regulares o semi-regulares y en sólidos de revolución es probable que la herramienta de CAD nos ayude con sus opciones a resolver una parte de esos problemas. La capacidad de estos programas es el resultado de una lógica. Si observamos los objetos que nos rodean podremos deducir con facilidad que la mayoría de ellos se componen de combinaciones diferentes de poliedros regulares o semi-regulares y de sólidos de revolución.

El método de aproximación para los sólidos de revolución se basa en que estos sólidos son siempre regulares y que por tanto se les puede aplicar las capacidades del programa de CAD para resolver parcialmente las condiciones impuestas en los requerimientos. A partir de este primer paso es la habilidad y los conocimientos de las personas que intervienen en el diseño lo que garantice ese resultado cuantitativo que se espera.