

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN



CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

SEGUNDO SEMESTRE

EVALUACIÓN FINAL: SISTEMA MECÁNICO
PARA REDUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE
VELOCIDAD ANGULAR A LINEAL

Materia: DIBUJO INDUSTRIAL

Catedrático: Ing. Paúl Remache MSE.

Alumno: José Roland Castillo Montoya

Marzo 2020

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	4
2	OBJETIVOS.....	5
2.1	OBJETIVO PRINCIPAL	5
2.2	OBJETIVOS SECUNDARIOS.....	5
3	CÁLCULOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DEL SISTEMA MECÁNICO PIÑÓN CREMALLERA	6
4	EVIDENCIA DEL MODELADO.....	9
5	ANEXOS.....	12

ANEXOS:

ANEXO N° 1: PLANOS DE PRODUCCIÓN.

ANEXO N° 2: PARÁMETROS INVENTOR PARA SIN FIN CORONA.

1 INTRODUCCIÓN

En el *Proyecto Formativo* de *Dibujo Industrial* desarrollado en el marco de la malla curricular propuesta por la *Universidad Tecnológica Indoamérica* para el segundo semestre de la carrera de *Ingeniería Industrial*; el catedrático propone una investigación mediante la cual sea posible emplear los conocimientos adquiridos en el salón de clase referidos al manejo del software CAD: **INVENTOR PROFESSIONAL**.

Pues bien, dentro de la serie de sistemas mecánicos existentes el estudiante decide en primera instancia desarrollar los cálculos necesarios para poder automatizar la apertura de la puerta de una nave industrial que consta de un peso de 600 [kg], a través del consabido *Sistema Mecánico Piñón-Cremallera*, que transforma la *Velocidad Angular* en *Velocidad Lineal*.

Los cálculos sostenidos para el *Diseño Geométrico* de dicho conjunto se exponen en el Capítulo 3 de este trabajo investigativo. Dado que en el mercado no se encuentra el motor allí expuesto, el estudiante decide emplear uno de mayor *Velocidad Angular*, para lo que implementa un *Sistema Reductor de Velocidad Angular* disponible en la biblioteca de **INVENTOR PROFESSIONAL**.

Una vez se concretaron los cálculos, modelado y ensamblado del *Sistema Mecánico Reductor-Conversor de Velocidad*, el siguiente documento expone los *Planos de Producción de Conjunto* y de tres de cuatro de los elementos diseñados, a saber: *Árbol*, *cubo estriado*, *piñón* y *cremallera*; esto a pesar de que para la concepción del ensamblaje se desarrollaron también los elementos: Rodamiento rígido de bolas, chaveta y tubería estructural cuyo modelado será expuesto en el Capítulo 4.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Principal

- ✓ Consolidar los conocimientos de Dibujo Industrial a través del empleo del software de dibujo asistido por computador **INVENTOR PROFESIONAL**.

2.2 Objetivos Secundarios

- ✓ Desarrollar en los semestres iniciales de la carrera de Ingeniería Industrial la capacidad investigativa del estudiante, tan necesaria para generar innovación en la sociedad.
- ✓ Conocer como INVENTOR PROFESIONAL a través del diseño paramétrico es capaz de optimizar los procesos productivos al interior de las organizaciones.
- ✓ Vincular el desarrollo del proyecto final de la cátedra con los demás Proyectos Formativos cursados en el periodo académico que culmina.

3 CÁLCULOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DEL SISTEMA MECÁNICO PIÑÓN CREMALLERA



Datos:

Elemento de análisis	Peso	Unidad de Medida
Puerta Acceso Estacionamiento	600	Kilogramos
Puerta Acceso Bodega	800	Kilogramos

En principio, el primer paso a dar es calcular la carga tangencial sobre el diente piñón cremallera y considerar la velocidad lineal de desplazamiento.

Se debe aplicar al dato calculado de carga tangencial un coeficiente de seguridad que oscila entre 1.5 y 3, ver el cuadro de los coeficientes en función del tiempo de utilización de la máquina y el tipo de máquina con que funciona la misma.

Tiempo de trabajo	Tipo de carga		
	Uniforme	Moderada	Pesada
Ocasional (1/2 hora)	1.5	1.8	2.3
Intermitente (3 horas)	1.8	2	2.5
8-10 horas	2	2.25	2.8
24 horas	2	2.5	3

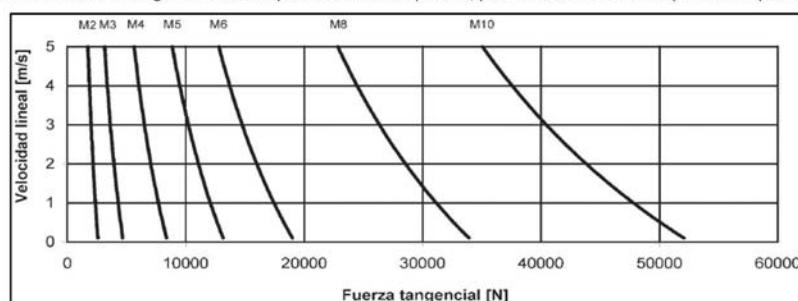
CÁLCULOS PARA LA SECCIÓN DE CREMALLERAS

Partiendo de unas condiciones mecánicas prestablecidas como la masa a desplazar, velocidad, aceleración de la misma y coeficiente de seguridad tenemos que deducir las fuerzas corregidas que nos permitan entrar en la tabla con la información del módulo más adecuado y con el número de dientes del piñón.

Para el caso en análisis el **Esfuerzo** implicado es **Tangencial Horizontal**, para su manejo se tendrán en cuenta los siguientes cálculos:

Fuerza tangencial horizontal real	Fuerza tangencial horizontal corregida
$F_{ht} = P * (9.81\mu + a)$	$F_{hc} = F_{ht} * K$
Donde:	Donde:
F_{ht} = Fuerza tangencial horizontal teórica. [N]	F_{hc} = Fuerza tangencial horizontal corregida. [N]
P = Masa a trasladar. [kg]	K = Coeficiente de Seguridad
a = Aceleración lineal. [m/s^2]	
μ = coeficiente de rozamiento	

Con el valor F_{hc} se entra en el diagrama de selección del módulo. Se determina entonces la tipología y la dimensión de la cremallera necesaria según los materiales y los tratamientos disponibles, y con el módulo del diámetro primitivo del piñón.





Diámetro primitivo (esfuerzo tangencial horizontal)

$$dp = \frac{M * 2000 * n}{Fht}$$

Donde:

Fht = Fuerza tangencial horizontal. [N]

dp = Diámetro primitivo. [mm]

M = Par de giro. [Nm]

n = Rendimiento Piñón-Cremallera



MOMENTO TORSOR

El momento de giro en el eje de los motores se denomina Par Motor o Par de Giro, la fórmula que relaciona el par con la potencia es la siguiente:

$$M = \frac{60 * P}{2\pi * N}$$

Donde:

M = Momento o par de giro. [Nm]

P = Potencia. [J/s]

N = Revoluciones por minuto. [r.p.m.]

INFORMACIÓN A CERCA DEL MOTOR

Alimentación. [VAC]=	230.000
Potencia. [350]=	350.000
Fuerza de Empuje. [N]=	500.000
Factor de Trabajo [%]=	50.000
Termoprotección. [°C]=	150.000
Rango Térmico [°C]=	desde -20 hasta +70
Velocidad de Maniobra [m/min]=	9.500
Peso Máximo de Puerta [kg]=	800.000
Revoluciones por minuto. [r.p.m.]=	500.000

RELACIÓN ENTRE LA VELOCIDAD LINEAL Y LA VELOCIDAD ANGULAR

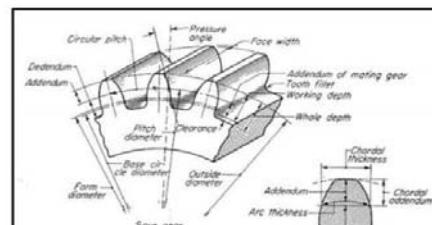
Entre la velocidad lineal V , el radio R de la trayectoria y la velocidad angular ω , existe la siguiente relación:

$$V = \omega * R$$

Velocidad lineal. [m/min]=	9.500
Velocidad angular. [r.p.m]=	500.000
Radio. [m]=	0.019

INFORMACIÓN PARA MODELADO DEL PINÓN

Módulo en Función de F_{hC} =	5.000000
Ángulo de presión. [°]=	20.000000
Ángulo entre ejes. [°]=	0.000000
Número de dientes. [unidad]=	24.000000
Diámetro primitivo. [mm]=	120.000000
Diámetro exterior. [mm]=	130.000000
Diámetro de fondo. [mm]=	107.500000
Diámetro base. [mm]=	112.763115
Altura de Diente. [mm]=	11.250000
Altura Cabeza Diente. [mm]=	5.000000
Altura Pie Diente. [mm]=	6.250000
Paso primitivo. [mm]=	15.707963
Hueco del Diente. [mm]=	8.246681
Espesor del Diente. [mm]=	7.461283
Ángulo del espesor. [°]=	7.125000



Radio de Entalle. [mm]= 1.308996938

DIBUJO INDUSTRIAL

Af. [mm]=	5.830000
At. [mm]=	10.830000
J. [mm]=	0.830000
e. [mm]=	7.853982
Rb. [mm]=	56.381557
Rp. [mm]=	60.000000
Re. [mm]=	65.000000
Rf. [mm]=	53.750000
y=	2.000000
r1. [mm]=	18.200000
r2. [mm]=	11.200000
r3. [mm]=	10.500000

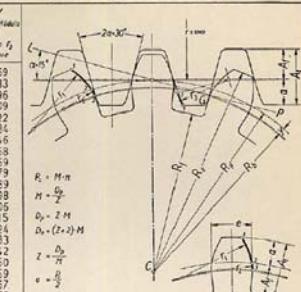
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA
a tu alcance





Valores de los coeficientes X Y para el trazado de Granit

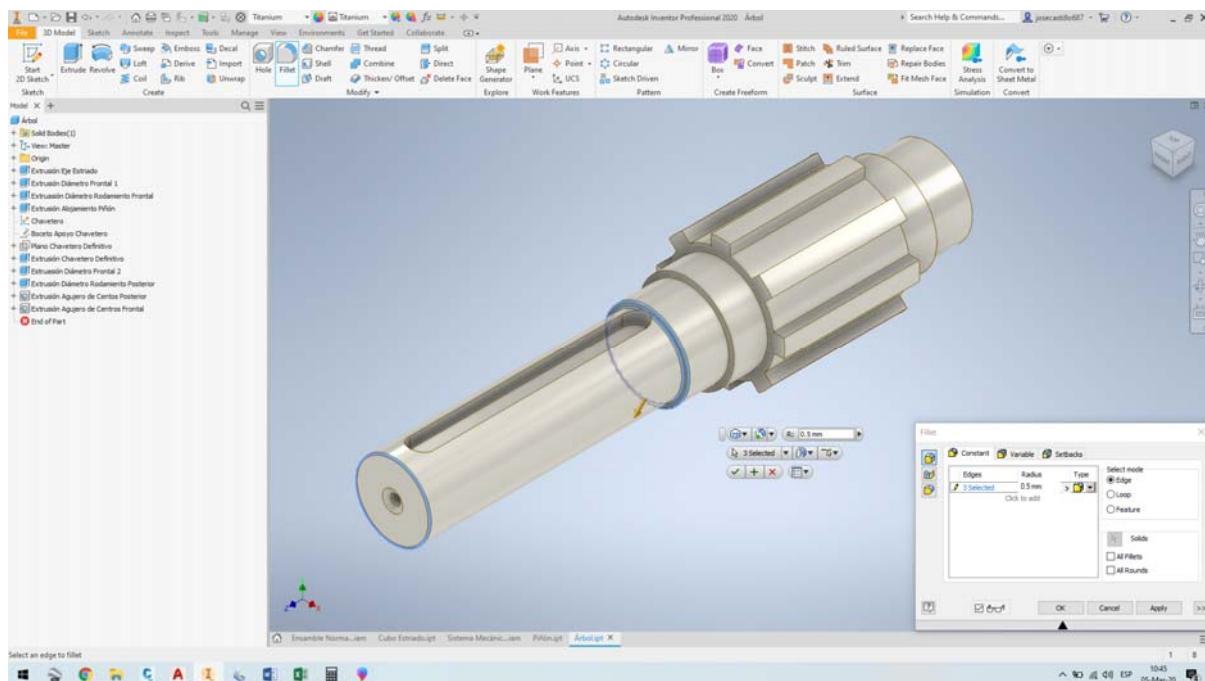
Número de dientes	X a multiplicar por el Módulo	Y a multiplicar por el Módulo
10	2,28	0,69
11	2,40	0,83
12	2,51	0,96
13	2,62	1,09
14	2,72	1,22
15	2,82	1,34
16	2,92	1,46
17	3,02	1,58
18	3,12	1,69
19	3,42	1,79
20	3,52	1,89
21	3,41	1,98
22	3,49	2,06
23	3,57	2,15
24	3,66	2,23
25	3,71	2,33
26	3,78	2,42
27	3,85	2,50
28	3,92	2,59
29	3,99	2,67
30	4,06	2,76
31	4,13	2,85
32	4,20	2,93
33	4,27	3,01
34	4,33	3,09
35	4,39	3,16
37	4,45	3,16
38-40	4,20	
41-45	2,80	
46	5,66	
52-60	5,74	
61-70	6,52	
71-90	7,72	
91-110	9,78	
121-180	13,38	
181-360	21,62	



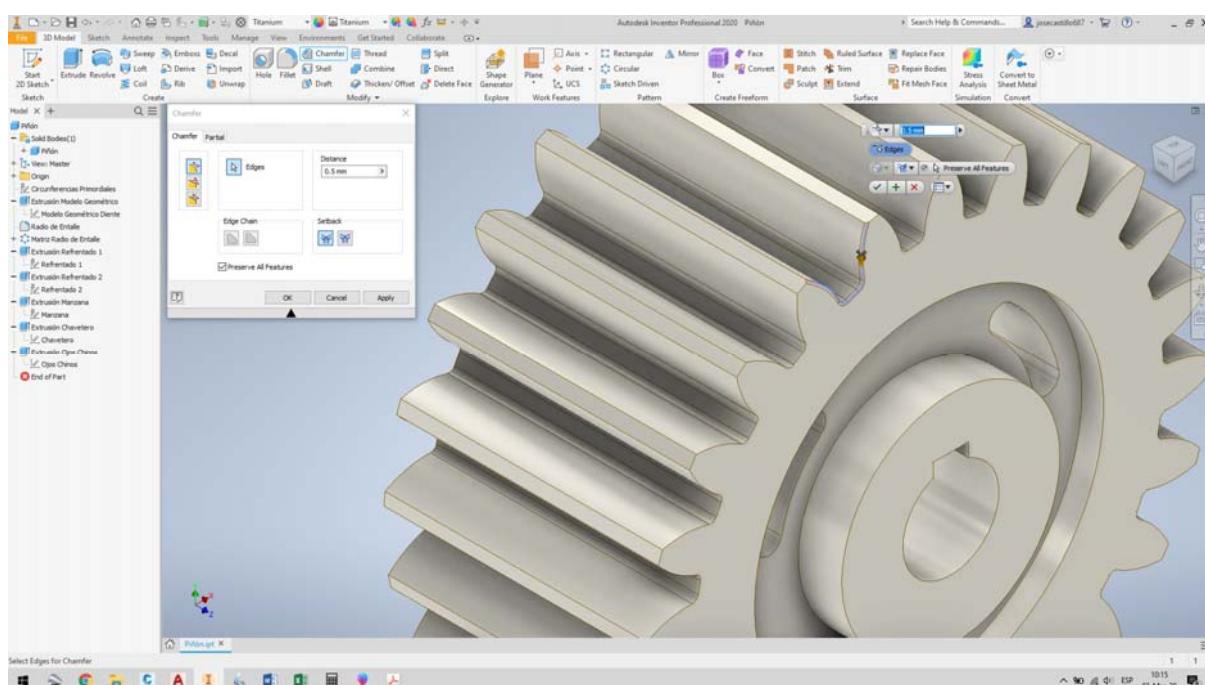
$R_p = M \cdot \pi$
 $M = \frac{D_p}{\pi}$
 $D_p = Z \cdot M$
 $D_s = (Z+2) \cdot M$
 $R_p = \frac{D_p}{2}$
 $e = \frac{R_p}{2}$
 $\alpha = \text{Ángulo}$
 $A_f = 1000 \cdot M$
 $A_f = 2,160 \cdot M$
 $J = 0,165 \cdot M$
 $r_1 = \text{Radio primitivo} \times \cos \alpha$
 $y = \frac{\text{Número de dientes} \times \text{Módulo}}{60}$

$r_1 = \text{Coeficiente X a multiplicar por el Módulo}$
 $r_2 = \text{Coeficiente Y a multiplicar por el Módulo}$
 $r_3 = \text{Módulo multiplicado por 2,1}$

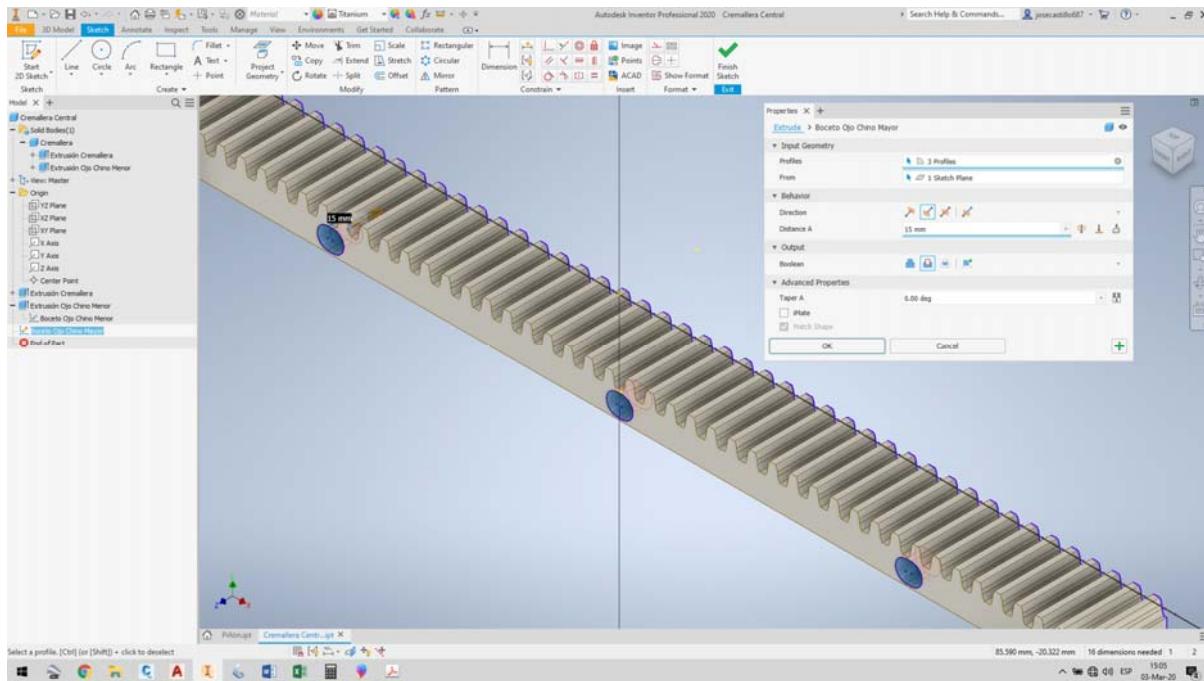
4 EVIDENCIA DEL MODELADO



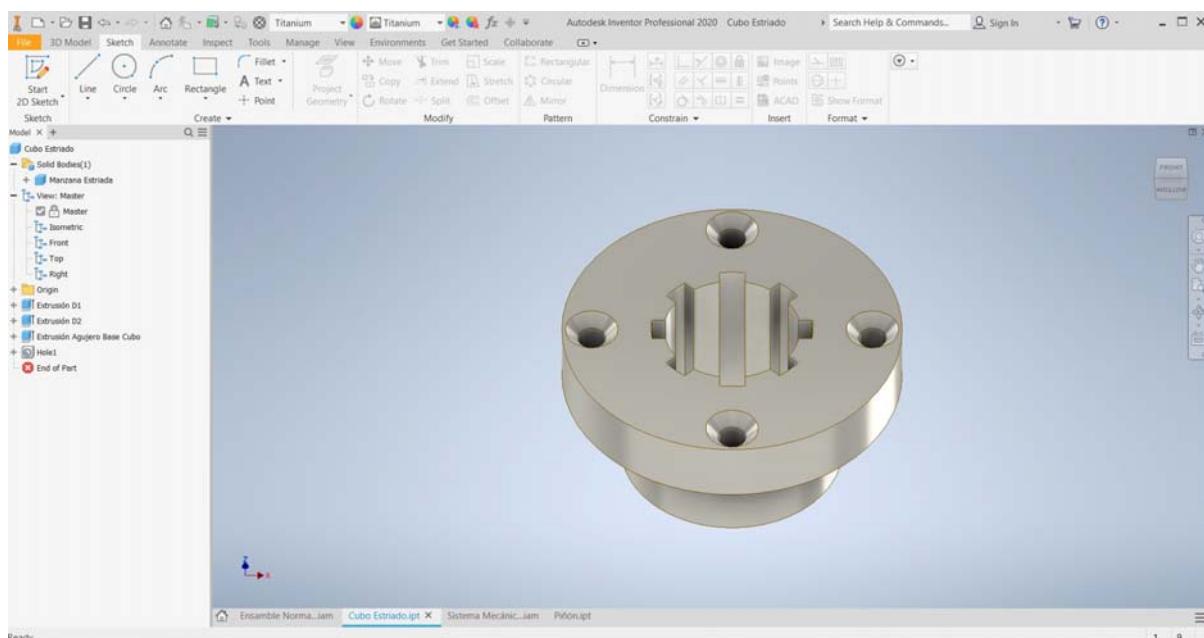
MODELADO FINAL DEL ÁRBOL



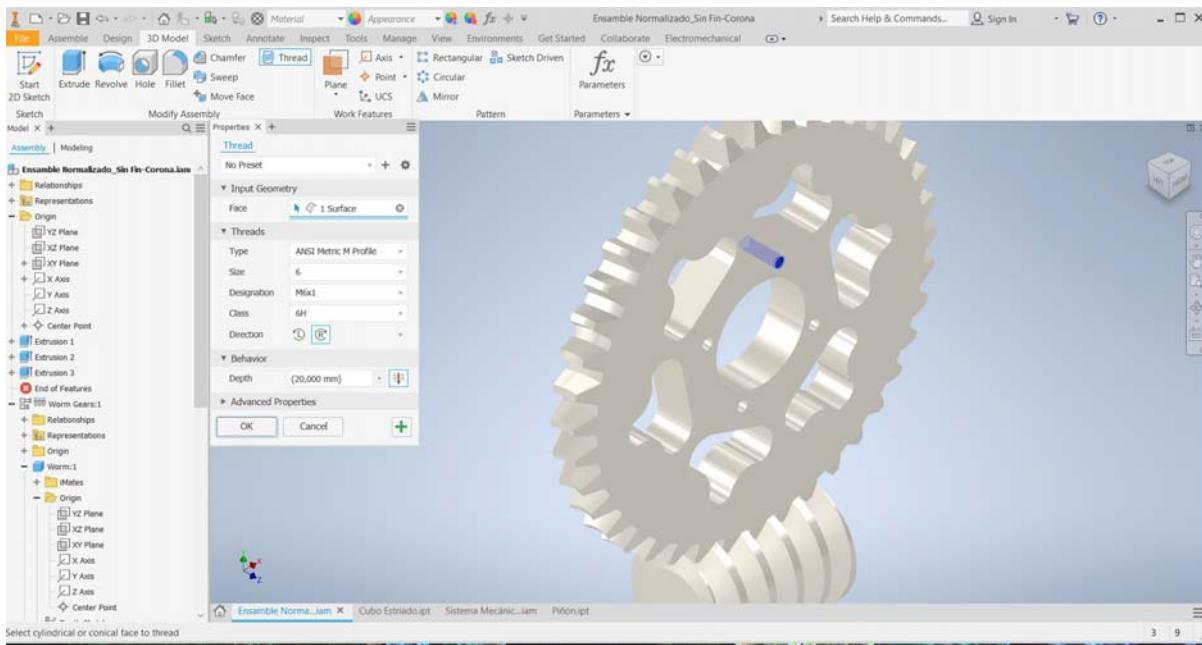
MODELADO FINAL DEL PIÑÓN



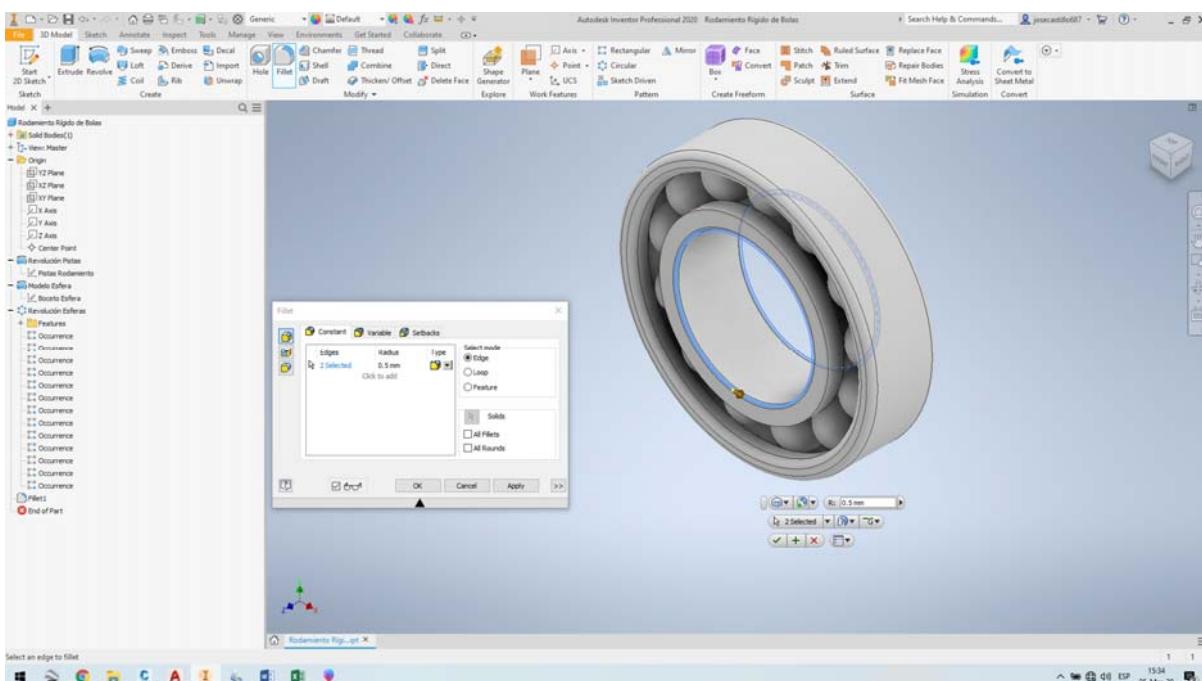
MODELADO FINAL DE CREMALLERA



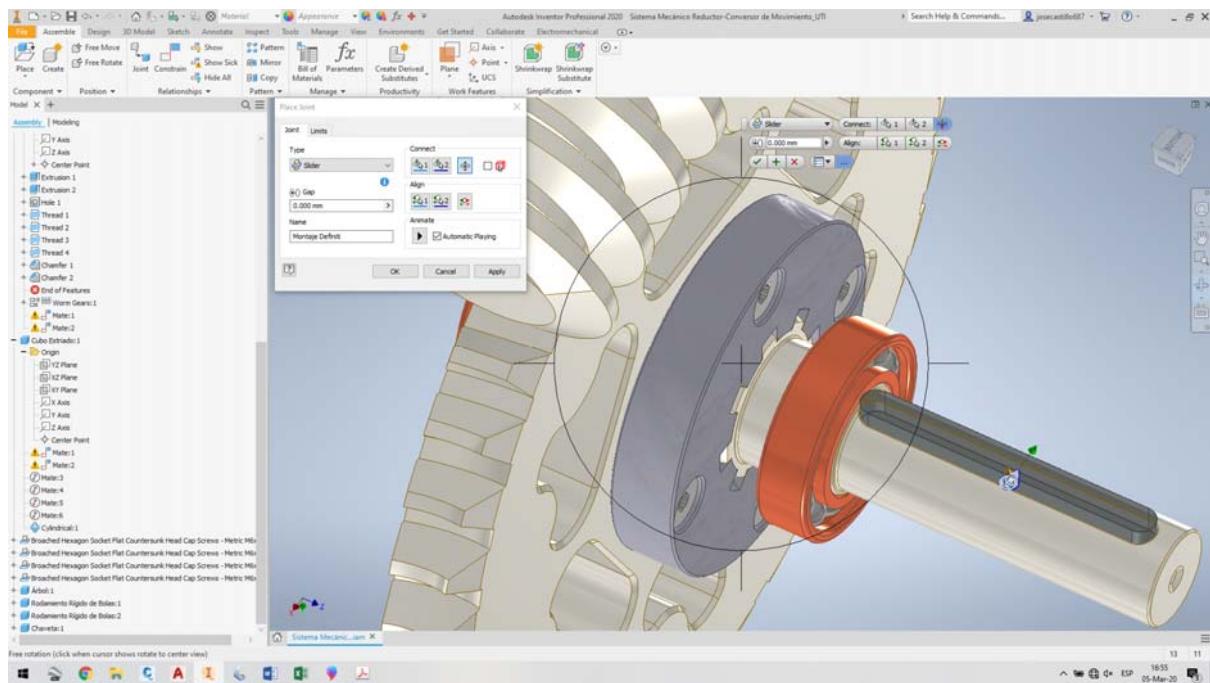
MODELADO FINAL CUBO ESTRIADO



MODELADO FINAL SISTEMA NORMALIZADO

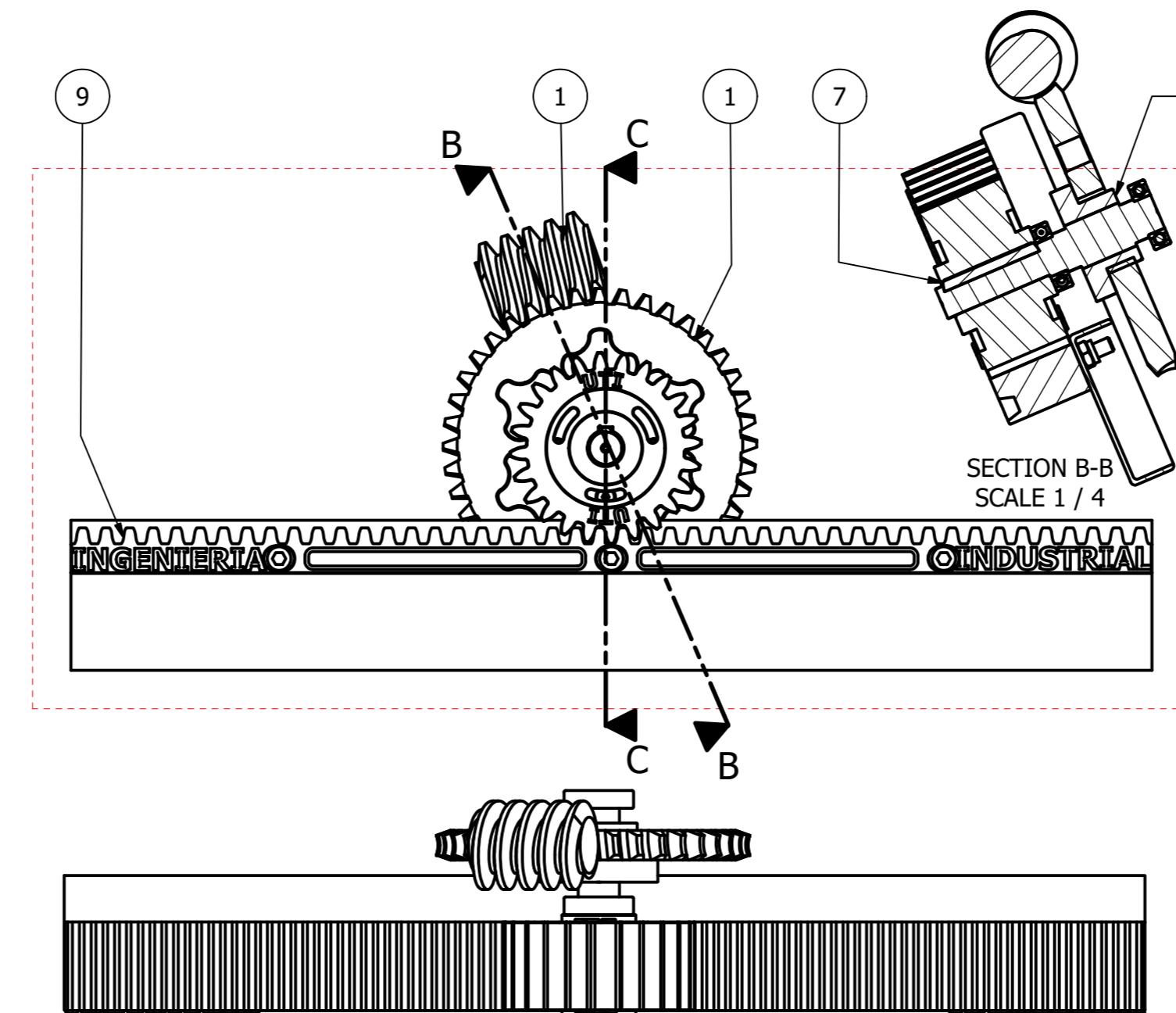
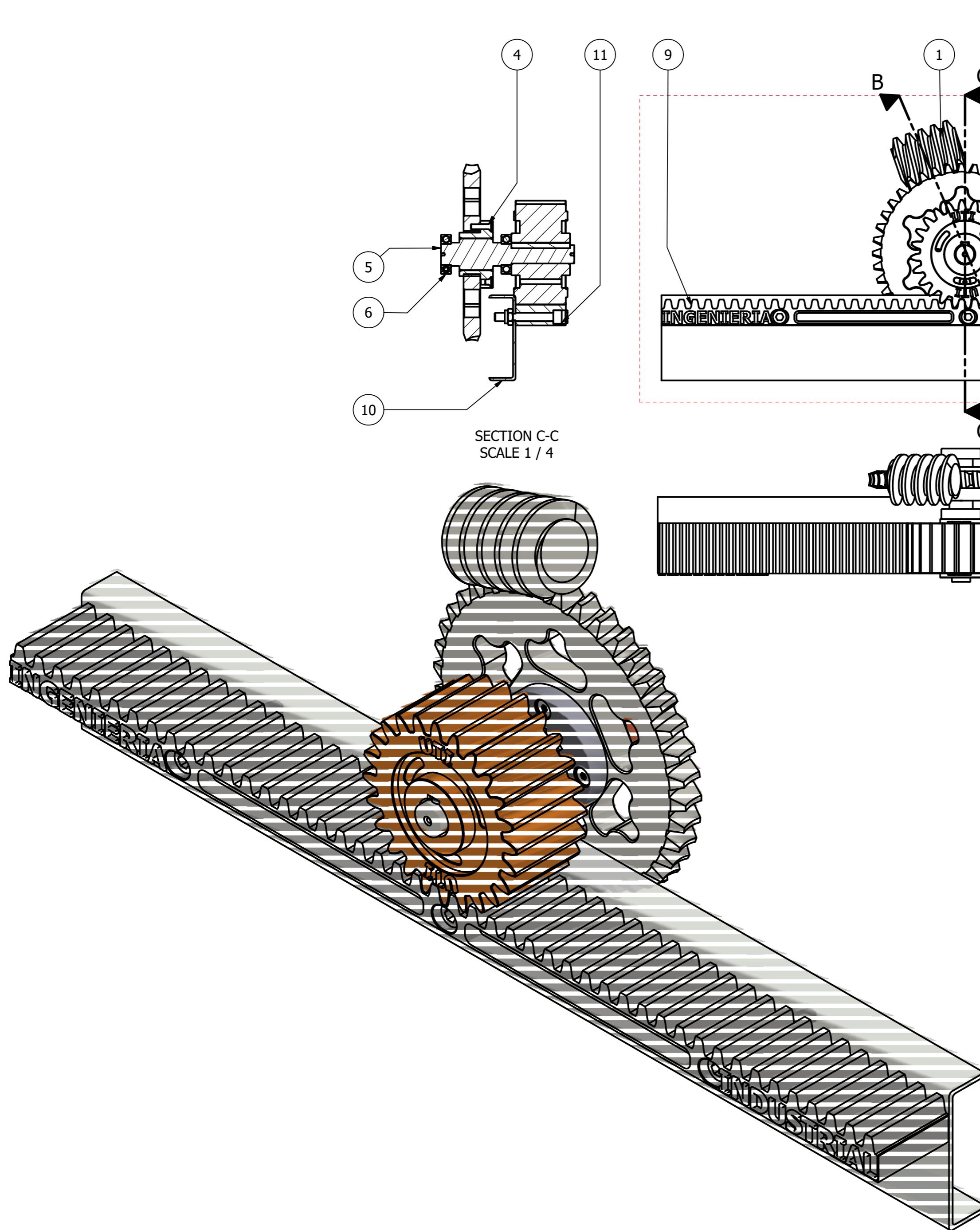


MODELADO FINAL RODAMIENTO RÍGIDO DE BOLAS



ENSAMBLE ÁRBOL-CUBO ESTRIADO-RODAMIENTO-CHAVETA

5 ANEXOS



PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Ensamble Normalizado_Sin Fin-Corona	
2	1	Cubo Estriado	
3	3	ASME/ANSI B18.3.5M - M6x8(2)	Broached Hexagon Socket Flat Countersunk Head Cap Screws - Metric
4	1	ASME/ANSI B18.3.5M - M6x25(2)	Broached Hexagon Socket Flat Countersunk Head Cap Screws - Metric
5	1	Árbol	
6	2	Rodamiento Rígido de Bolas	
7	1	Chaveta	
8	1	Piñón	
9	1	Cremallera Central	
10	1	Tubería Estructural	
11	3	AS 1420 - 1973 - M10 x 70	ISO metric hexagon socket head cap screws
12	3	DIN 985 - M10	Hex Nut

DRAWN
JOSÉ CASTILLO 06-Mar-20

CHECKED
ING. PAÚL REMACHE

QA

MFG

APPROVED

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

TITLE

SISTEMA MECÁNICO
REDUCTOR-CONVERSOR DE VELOCIDAD

SIZE A2 DWG NO Plano de Conjunto REV

SCALE 1 / 2 SHEET 1 OF 5

