

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 FİN 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 ensamble del *Sistema Mecánico Reductor-Convertidor 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 ensamble 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

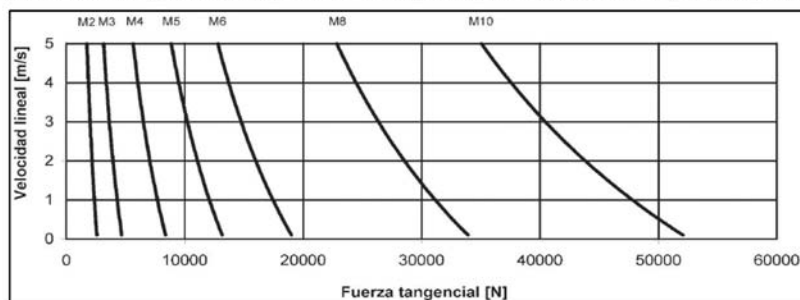
#### CÁLCULOS PARA LA SECCIÓN DE CREMALLERAS

Partiendo de unas condiciones mecánicas preestablecidas 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
$F_{ht} = P \cdot (9.81\mu + a)$	$F_{hc} = F_{ht} \cdot K$
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 <sup>2</sup> ]	
$\mu$ = coeficiente de rozamiento	

Con el valor **F<sub>hc</sub>** 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.





**DIBUJO INDUSTRIAL**

**Diámetro primitivo (esfuerzo tangencial horizontal)**

$$d_p = \frac{M \cdot 2000 \cdot n}{F_{ht}}$$

Donde:

$F_{ht}$  = Fuerza tangencial horizontal. [N]

$d_p$  = 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:

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

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

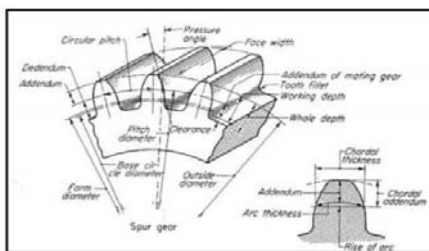
Entre la velocidad lineal  $V$ , el radio  $R$  de la trayectoria y la velocidad angular  $\omega$ , existe la siguiente relación:

$$V = \omega \cdot R$$

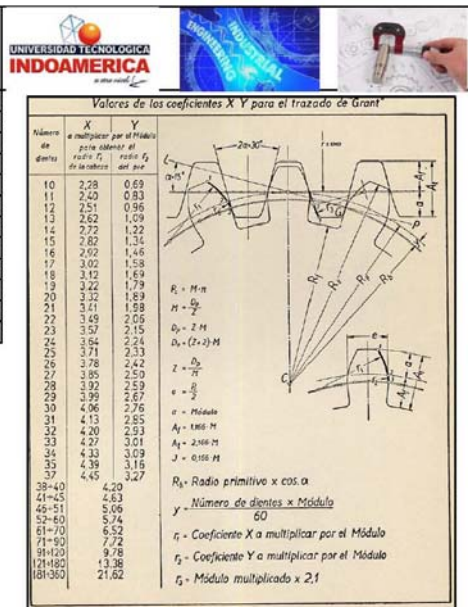
Velocidad lineal. [m/min]=	9.500
Velocidad angular. [r.p.m]=	500.000
Radio. [m]=	0.019

#### INFORMACIÓN PARA MODELADO DEL PIÑÓN

Módulo en Función de $F_{ht}$ =	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
Huevo del Diente. [mm]=	8.246681
Espesor del Diente. [mm]=	7.461283
Ángulo del espesor. [°]=	7.125000
Radio de Entalle. [mm]=	1.308996938

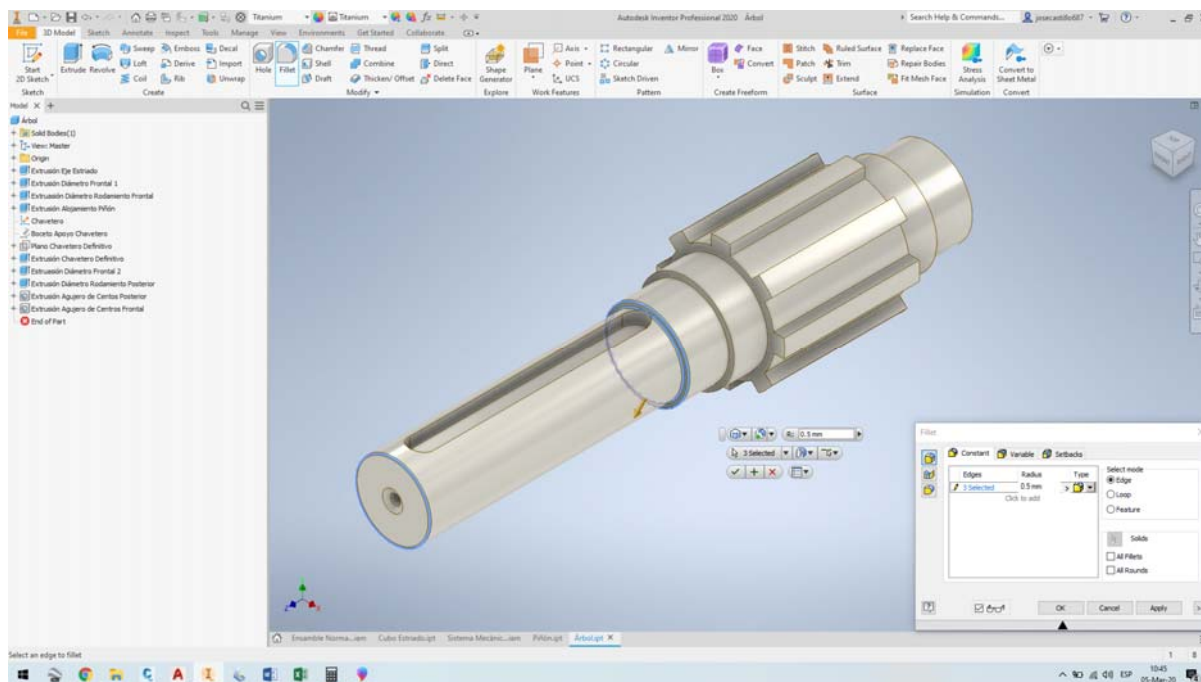


DIBUJO INDUSTRIAL	
Af. [mm]=	5.830000
At. [mm]=	10.830000
J. [mm]=	0.830000
e. [mm]=	7.853982
Rb. [mm]=	56.381557
Rp. [mm]=	60.000000
Re. [mm]=	65.000000
Rf. [mm]=	53.750000
y=	2.000000
r1. [mm]=	18.200000
r2. [mm]=	11.200000
r3. [mm]=	10.500000

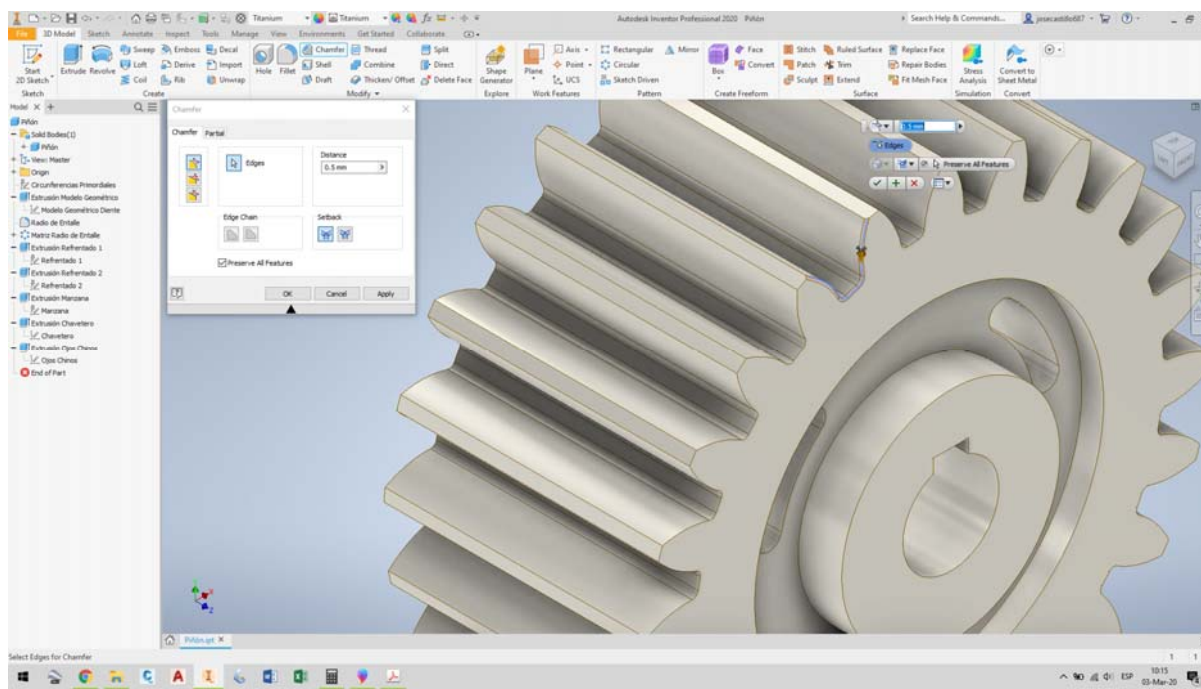




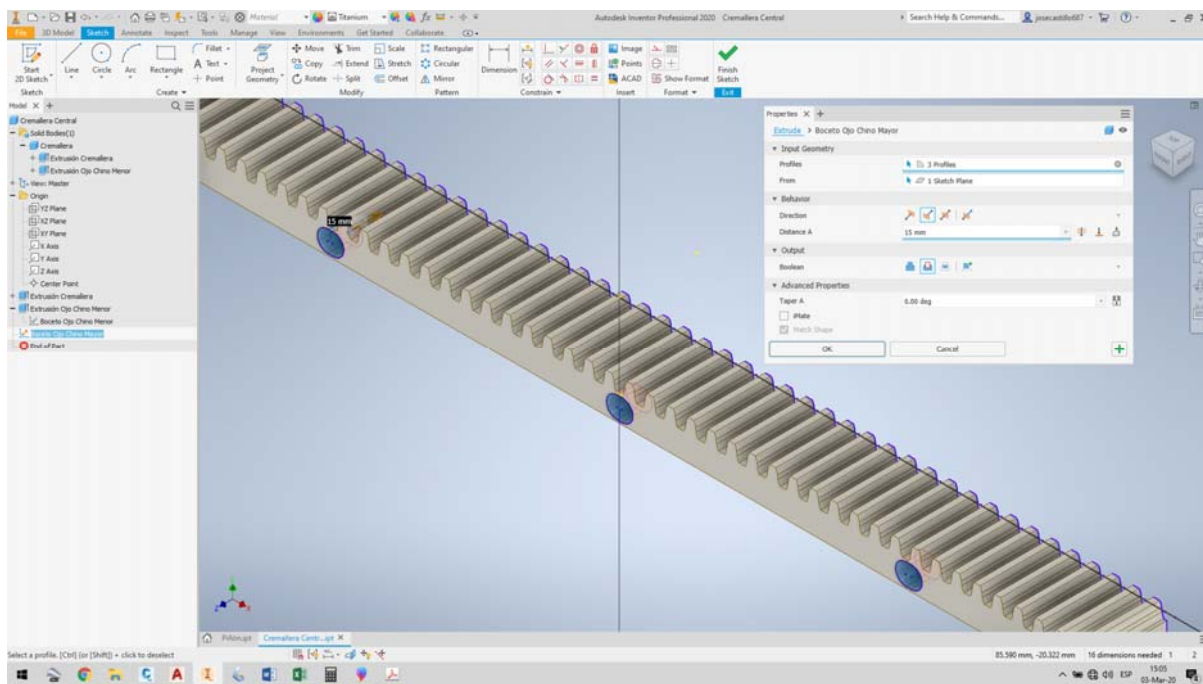
## 4 EVIDENCIA DEL MODELADO



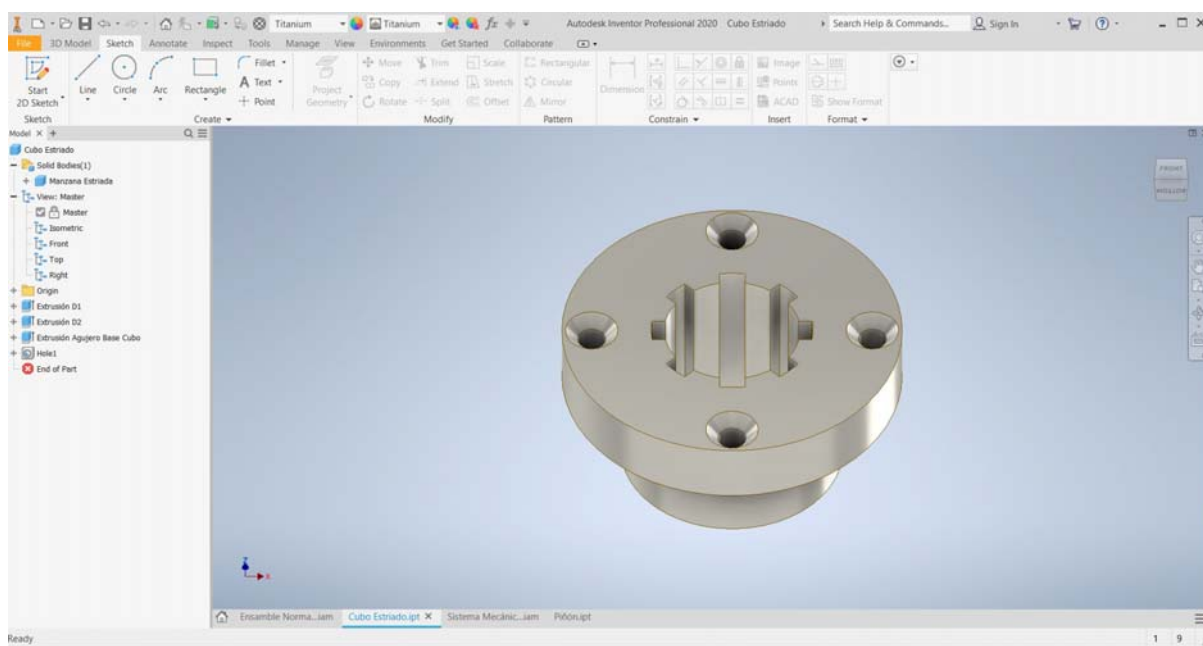
MODELADO FINAL DEL ÁRBOL



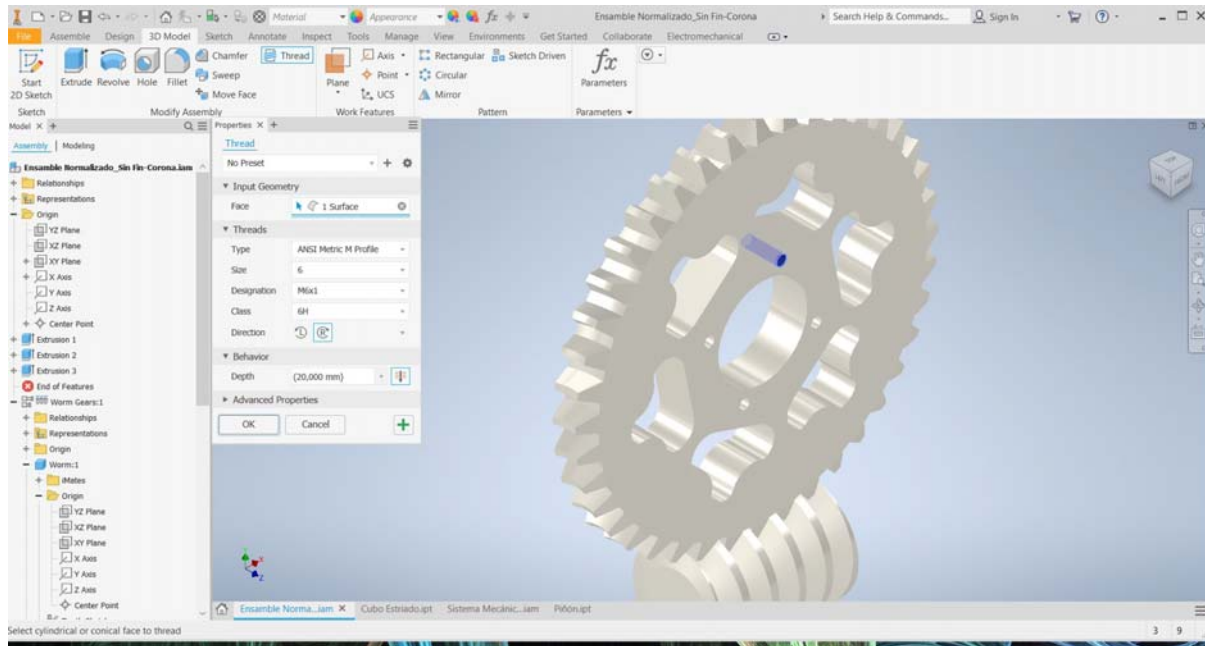
MODELADO FINAL DEL PIÑÓN



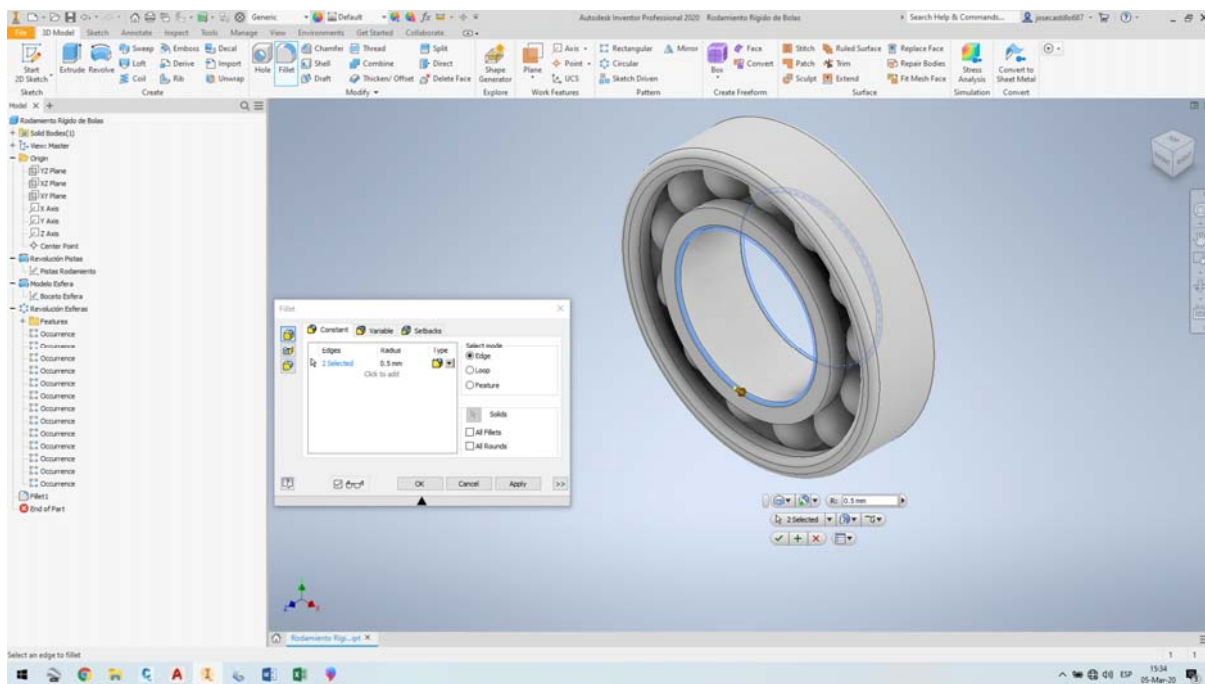
MODELADO FINAL DE CREMALLERA



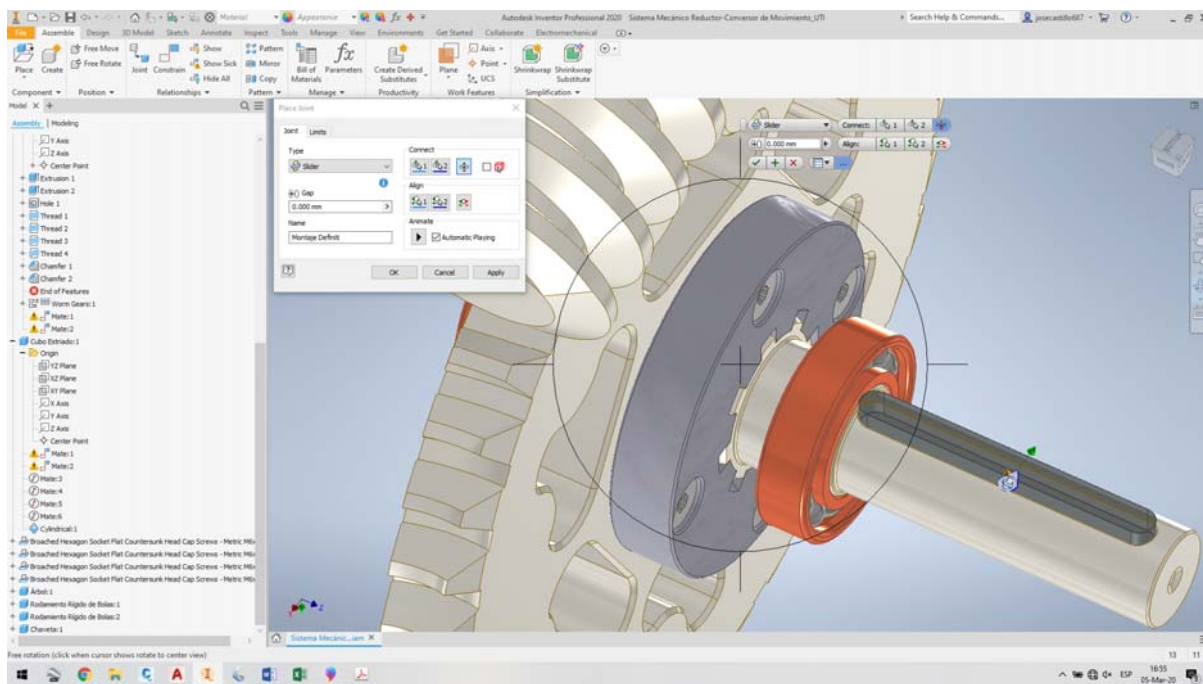
MODELADO FINAL CUBO ESTRIADO



### MODELADO FINAL SISTEMA NORMALIZADO



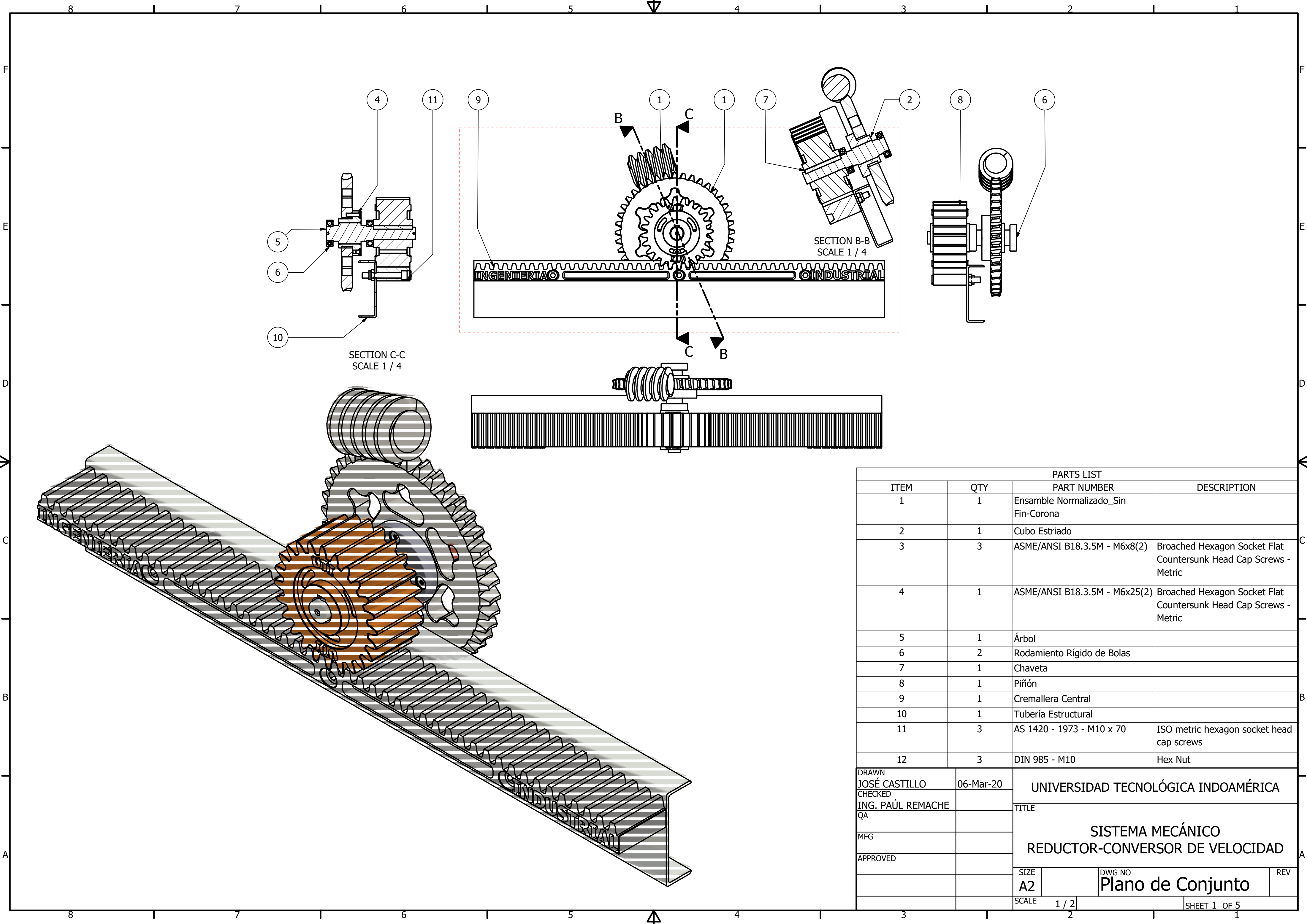
### MODELADO FINAL RODAMIENTO RÍGIDO DE BOLAS



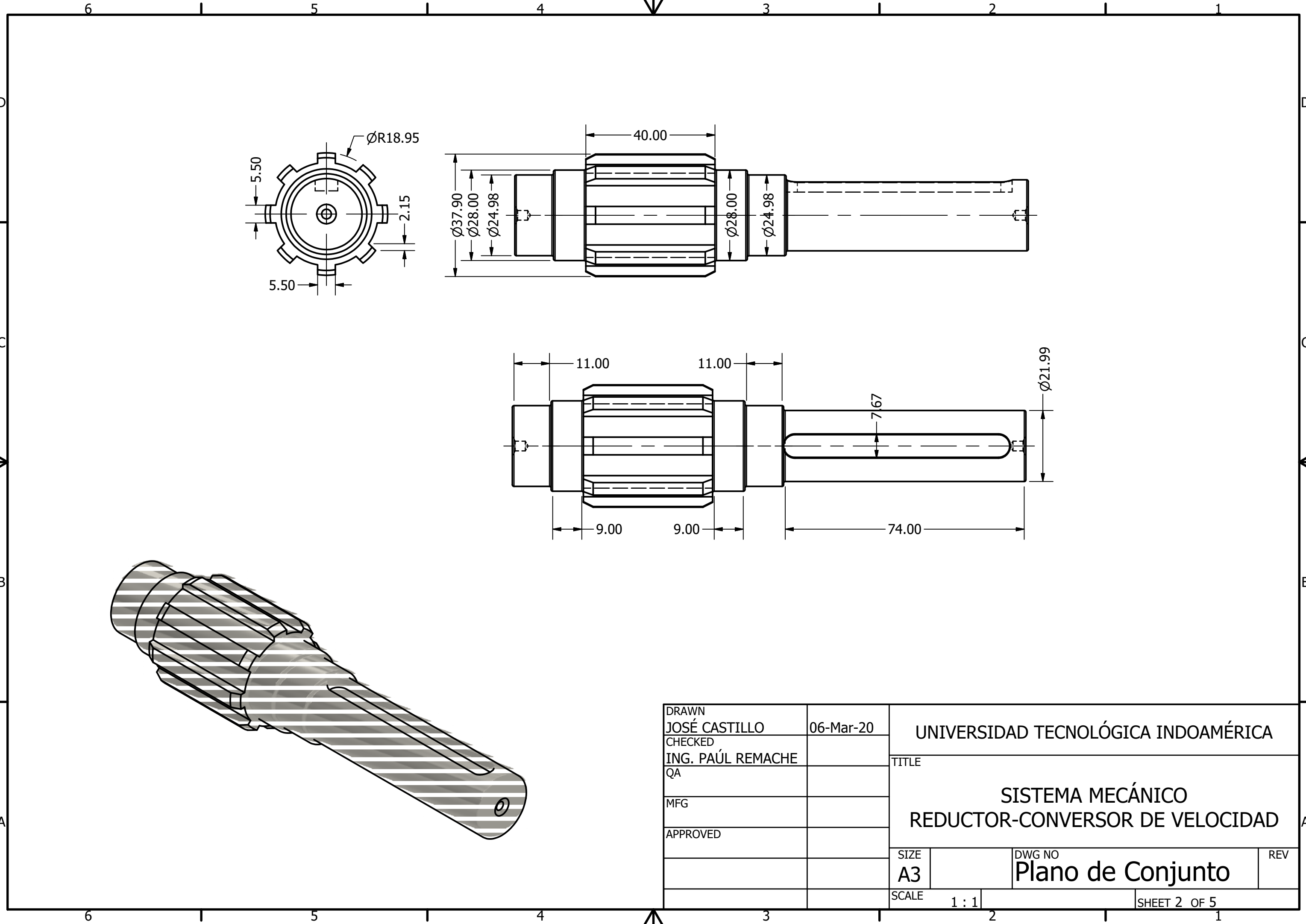
## ENSAMBLE ÁRBOL-CUBO ESTRIADO-RODAMIENTO-CHAVETA

## 5 ANEXOS

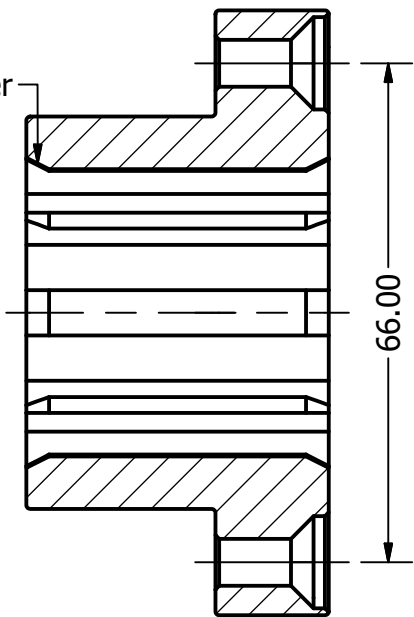




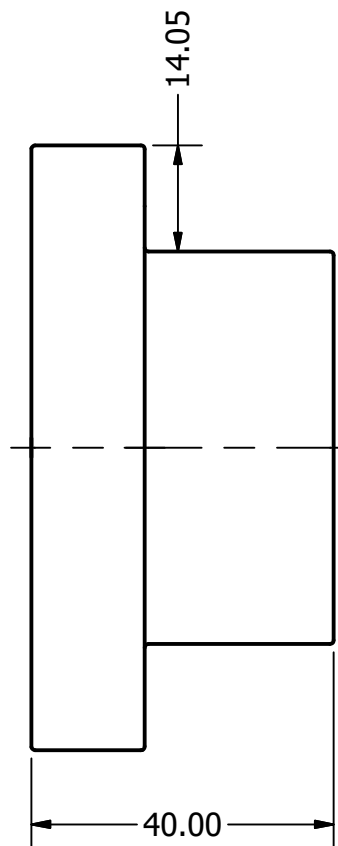
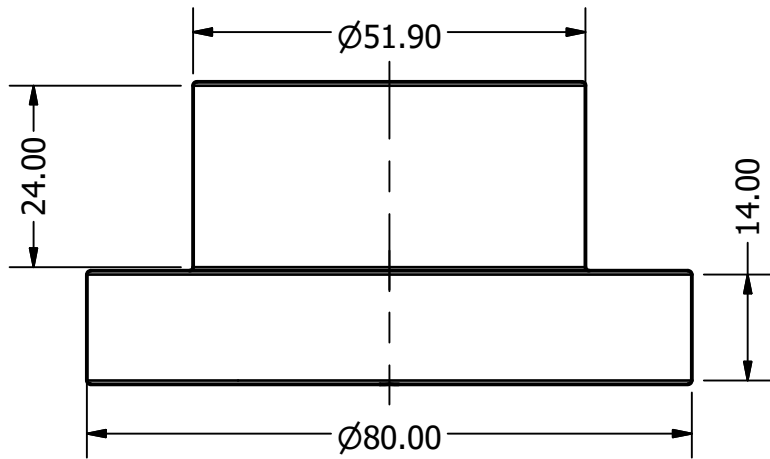
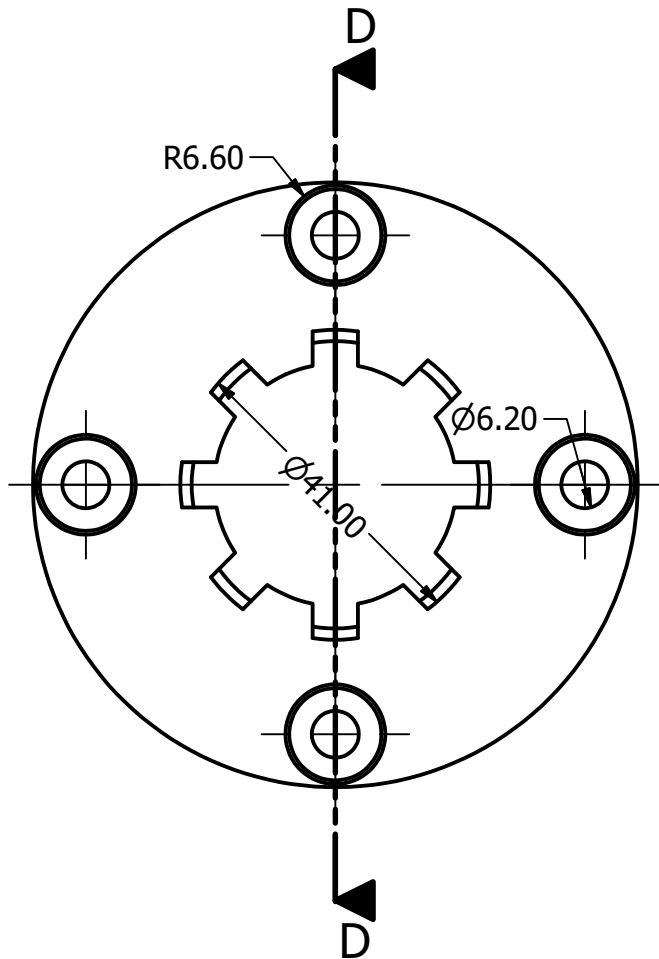
PARTS LIST					
ITEM	QTY	PART NUMBER		DESCRIPTION	
1	1	Ensamble Normalizado_Sin Fin-Corona			
2	1	Cubo Estriado			
3	3	ASME/ANSI B18.3.5M - M6x8(2)		Broached Hexagon Socket Flat Countersunk Head Cap Screws - Metric	
4	1	ASME/ANSI B18.3.5M - M6x25(2)		Broached Hexagon Socket Flat Countersunk Head Cap 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		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
06-Mar-20					
CHECKED ING. PAÚL REMACHE		TITLE			
QA					
MFG		SISTEMA MECÁNICO REDUCTOR-CONVERSOR DE VELOCIDAD			
APPROVED					
		SIZE A2	DWG NO Plano de Conjunto		REV
		SCALE 1 / 2		SHEET 1 OF 5	



1.50 X 63.4° Chamfer

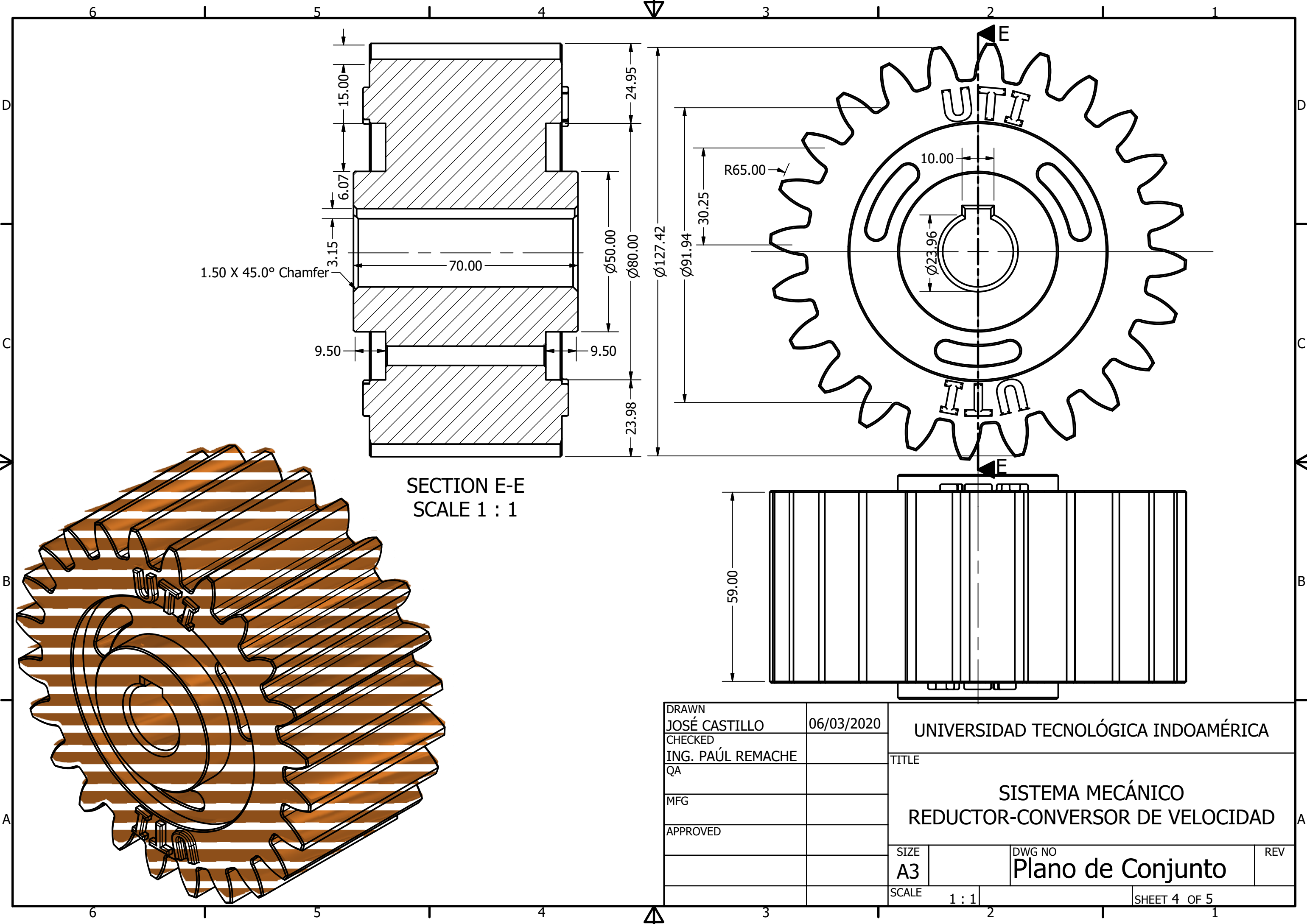


SECTION D-D  
SCALE 1 : 1



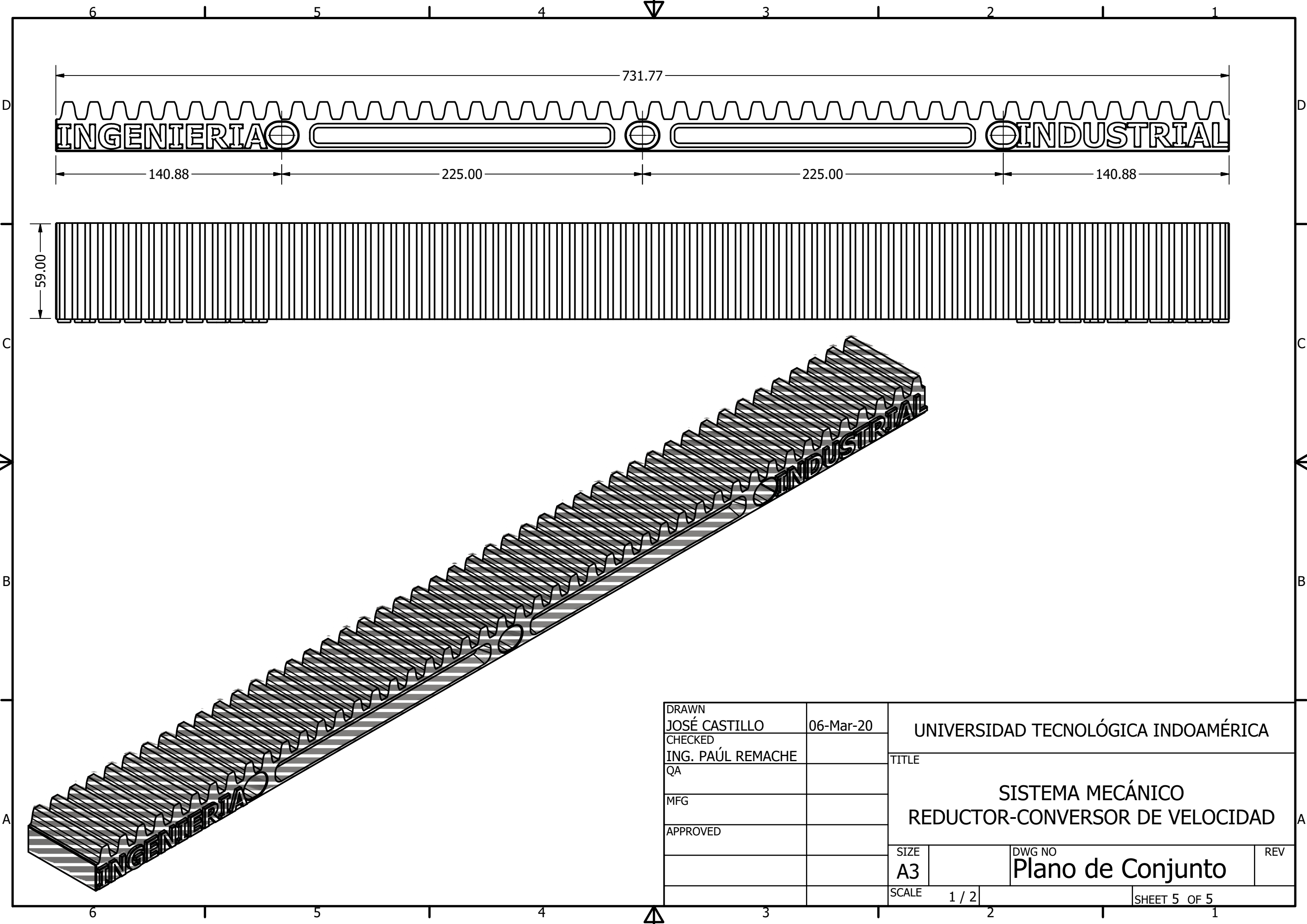
DRAWN	JOSÉ CASTILLO	06/03/2020
CHECKED	ING. PAÚL REMACHE	
QA		
MFG		
APPROVED		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		
TITLE		
SISTEMA MECÁNICO REDUCTOR-CONVERSOR DE VELOCIDAD		
SIZE	DWG NO	REV
A3	Plano de Conjunto	
SCALE	1 : 1	SHEET 3 OF 5



DRAWN	JOSÉ CASTILLO	06/03/2020	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		
CHECKED	ING. PAÚL REMACHE		TITLE		
QA			SISTEMA MECÁNICO		
MFG			REDUCTOR-CONVERSOR DE VELOCIDAD		
APPROVED			REV		
			SIZE	DWG NO	
			A3	Plano de Conjunto	
			SCALE	1 : 1	SHEET 4 OF 5





DRAWN		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
JOSÉ CASTILLO	06-Mar-20				
CHECKED		TITLE  SISTEMA MECÁNICO REDUCTOR-CONVERSOR DE VELOCIDAD			
ING. PAÚL REMACHE					
QA					
MFG					
APPROVED		SIZE A3			
		DWG NO Plano de Conjunto		REV	
		SCALE 1 / 2			SHEET 5 OF 5