

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

ESCUELA DE POSGRADO



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ**

**Desarrollo de un robot móvil y una plataforma de interacción
tangibile para la inducción a la programación en ciencias de la
computación de niños en edad pre-escolar**

ANEXOS

Tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Mecatrónica

AUTOR

Ing. Pablo Cárdenas Cáceres

ASESOR

MSc. Francisco Fabián Cuellar Córdova

Lima, octubre 2017

INDICE

- ANEXO 1.** Lista de exigencias de la Plataforma de programación tangible
- ANEXO 2.** Descripción de entradas y salidas de la plataforma de programación tangible
- ANEXO 3.** Planos mecánicos del Tablero de Programación
- ANEXO 4.** Planos mecánicos del Robot Móvil
- ANEXO 5.** Diagrama de conexiones del Tablero de programación
- ANEXO 6.** Diagrama de conexiones del Robot Móvil

ANEXO 1

Resumen de la descripción de las exigencias mostradas en el documento de tesis.

Tabla 1.1 Lista de exigencias de la Plataforma de Programación Tangible. Elaboración propia

LISTA DE EXIGENCIAS			PÁG. 1 DE 3
PROYECTO:		PLATAFORMA DE PROGRAMACIÓN TANGIBLE	Edición: Rev. 1
CLIENTE:			Fecha: 09-05-17
			Revisado: F.C.C.
		PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ	Elaborado: P.C.C.
Fecha (cambios)	Deseo ó exigencia	Descripción:	Responsable:
09/05/17	E	Función principal: Permitir implementar un algoritmo intuitivamente con bloques de instrucciones tangibles para definir la trayectoria de un robot móvil.	P.C.C.
09/05/17	E	Geometría: La geometría del equipo debe considerar no tener aristas cortantes debido a que el usuario principal es un niño.	P.C.C.
	E	El RM deberá estar contenido en un volumen menor a 200x200x200 mm	
09/05/17	E	Cinemática: La velocidad del RM debe ser como mínimo de una longitud del mismo por segundo.	P.C.C.
09/05/17	D	Seguridad: El equipo no usará un voltaje mayor a 24v	P.C.C.
09/05/17	E	Energía:	P.C.C.
	E	Del Entorno de Programación Tangible: *Entrada: Energía Eléctrica (Alimentación)	
	E	*Salida: Energía Térmica (Disipación de calor)	
	E	Del Robot Móvil: *Entrada: Energía Eléctrica (Alimentación)	
	E	*Salida: - Energía Mecánica (Desplazamiento y Vibración) - Energía Térmica (Disipación de calor)	
09/05/17	E	Materia: *Entrada - Polvo del ambiente - Humedad del ambiente	P.C.C

Tabla 1.2 Lista de exigencias de la Plataforma de Programación Tangible. Elaboración propia

LISTA DE EXIGENCIAS (CONTINUACIÓN)			PÁG. 2 DE 3
PROYECTO:		PLATAFORMA DE PROGRAMACIÓN TANGIBLE	Edición: Rev. 1
CLIENTE:			Fecha: 09-05-17
			Revisado: F.C.C.
		PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ	Elaborado: P.C.C.
Fecha (cambios)	Deseo ó exigencia	Descripción:	Responsable:
09/05/17		Señales:	P.C.C.
		Del Tablero de Programación:	
	E	*Entrada: - Instrucciones tangibles - Señales de comunicación - Señal de inicio	
	E	*Salida: - Señales visuales - Señales de comunicación	
	E	Del Robot Móvil:	
		*Entrada: Señales de comunicación	
		*Salida: - Señales visuales - Señales audibles - Señales de comunicación	
09/05/17	D	Control (Variables): Del Robot Móvil: - Desplazamiento (m), Ess < 5 % - Ángulo de rotación (grados), Ess < 5 %	
09/05/17	D	Electrónica: La autonomía de la plataforma de programación tangible deberá ser no menor de 3 horas.	P.C.C.
09/05/17		Software	P.C.C.
	E	*En función a la sintaxis del TP: La sintaxis del lenguaje de programación del TP debe estar basada en reglas (adelante, atrás, girar derecha, girar izquierda) los cuales deberán realizarse un número de veces determinado por un bloque parámetro.	
	E	La sintaxis del lenguaje de programación del TP debe considerar instrucciones procedurales.	
	D	*En función al firmware del TP y del RM: El equipo debe permitir actualizaciones de firmware	

Tabla 1.3 Lista de exigencias de la Plataforma de Programación Tangible. Elaboración propia

LISTA DE EXIGENCIAS (CONTINUACIÓN)			PÁG. 3 DE 3
PROYECTO:		PLATAFORMA DE PROGRAMACIÓN TANGIBLE	Edición: Rev. 1
			Fecha: 09-05-17
CLIENTE:		PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ	Revisado: F.C.C.
			Elaborado: P.C.C.
Fecha (cambios)	Deseo ó exigencia	Descripción:	Responsable:
09/05/17	E	Comunicaciones: La comunicación entre el TP y el RM deberá ser inalámbrica en un rango no menor a 10 metros en línea de visión.	P.C.C.
09/05/17	E	Fabricación: Los revestimientos la plataforma de programación tangible deberán ser contruidos usando materiales no tóxicos como ABS, PVC o MDF según el DECRETO SUPREMO No. 8-2007-SA.	P.C.C.
09/05/17	E	Ergonomía: El TP y el RM deberán tener un peso máximo de 1 Kg cada uno para evitar causar daños o incomodidades ergonómicas en su manipulación.	P.C.C.
09/05/17	E	Costos: El diseño debe contemplar usar hardware de bajo costo y no superar plataformas con funcionalidad similar (< 200 USD)	P.C.C.
09/05/17	E	Plazos: El proyecto deberá ser diseñado hasta antes del 17-Jul-2017 según el plan de trabajo establecido.	P.C.C.

ANEXO 2

Descripción de la caja negra del tablero de programación y del robot móvil.

i) Caja Negra del EPT

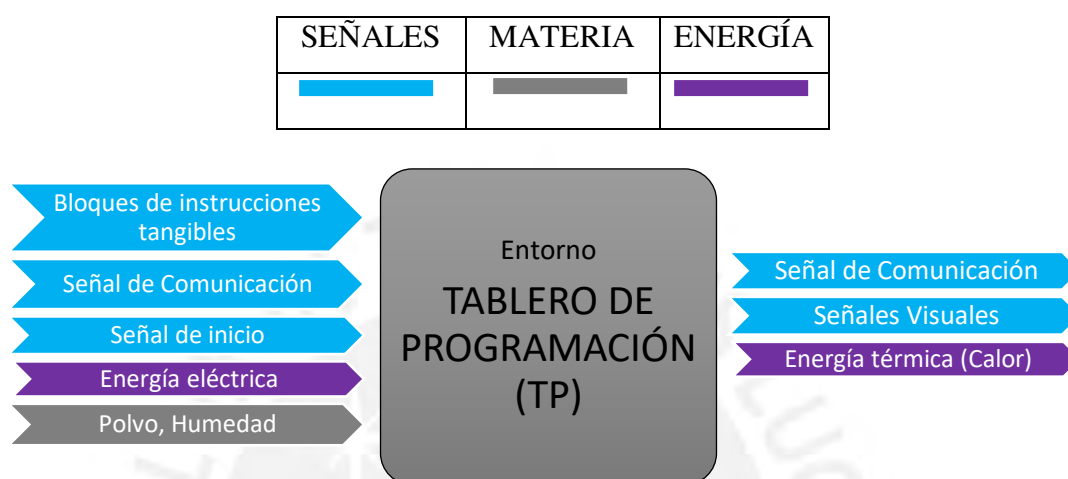


Fig. 2.1 Caja Negra (Black Box) del TP. Elaboración propia.

Entradas:

1. Señales:

- Bloques de instrucciones tangibles: Bloques físicos (comandos, parámetros, condicionales, repetición) con información para definir una trayectoria del robot móvil.
- Señal de Comunicación: Proveniente del Robot Móvil.
- Señal de inicio: Se requiere para iniciar la ejecución de la trayectoria del robot programada previamente.

2. Materia:

- Polvo, Humedad: Producto del contacto con el ambiente.

3. Energía:

- Energía Eléctrica: Alimenta las tarjetas electrónicas, sensores, leds, etc.

Salidas:

1. Señales:

- a) Señal de Comunicación: Paquete de datos que será enviado al Robot Móvil.
- b) Señales Visuales: Muestra “**regla**” actual, estado de batería, etc.

3. Energía:

- a) Energía Térmica: Calor producido por los componentes electrónicos.

ii) Caja Negra del Robot Móvil

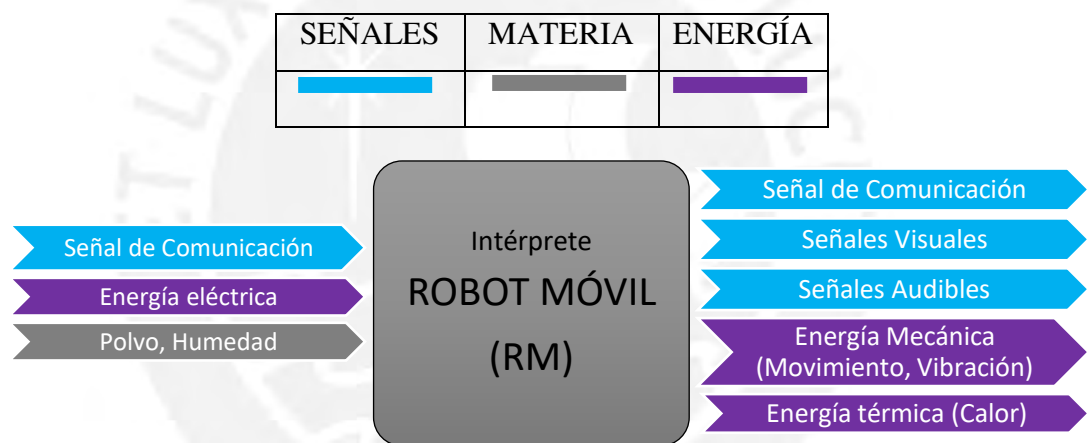


Fig. 2.2 Caja Negra (Black Box) del Robot Móvil

Entradas:

1. Señales:

- a) Información Codificada: Proveniente del TP

2. Materia:

- a) Polvo, Humedad: Producto del contacto con el ambiente.

3. Energía:

- a) Energía Eléctrica: Alimenta las tarjetas electrónicas, sensores, leds, etc.

Salidas:

1. Señales:

- a) Señal de Comunicación: Paquete de datos que será enviado al TP para realizar avisar que se ha terminado de realizar una **“regla”**.
- b) Señales Visuales: Permiten mostrar información de gestos del robot.
- c) Señales Audibles: Para emitir sonidos cuando se detecte ejecute una **“regla”**.

2. Materia:

- a) Polvo, Humedad: Producto del contacto con el ambiente que no entró en el equipo.

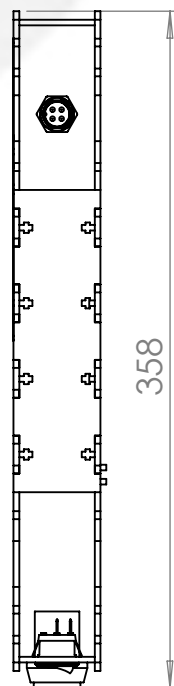
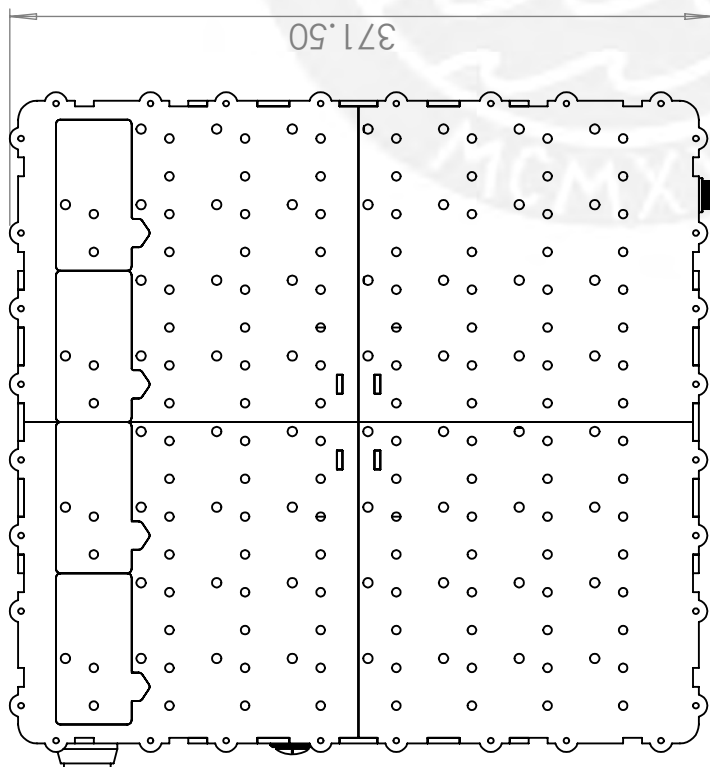
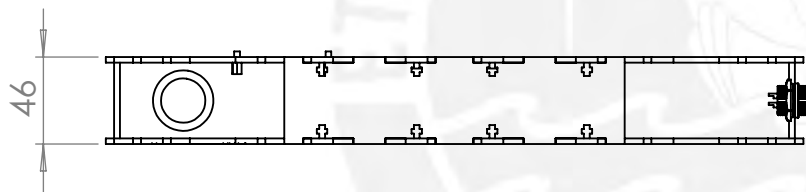
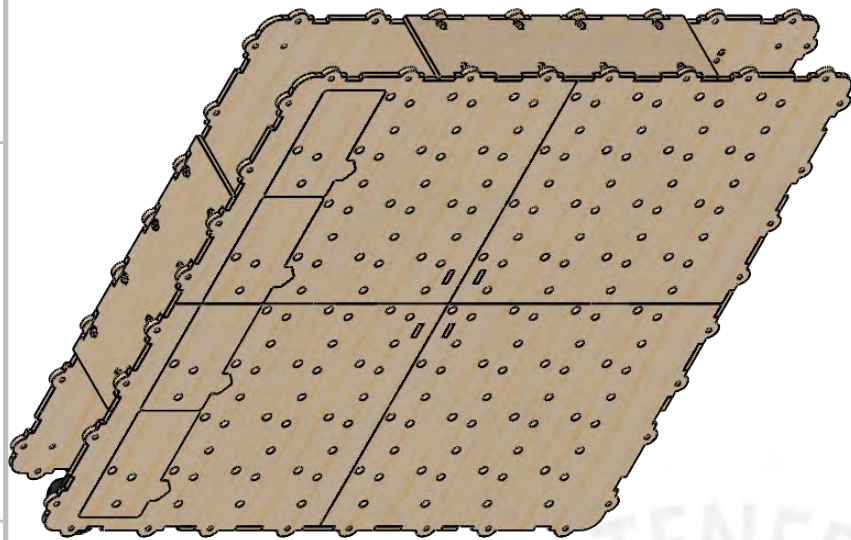
3. Energía:

- a) Energía Mecánica: Movimiento y vibración producido en el desplazamiento del Robot Móvil.
- b) Energía Térmica: Producido por el funcionamiento de los componentes electrónicos

ANEXO 3

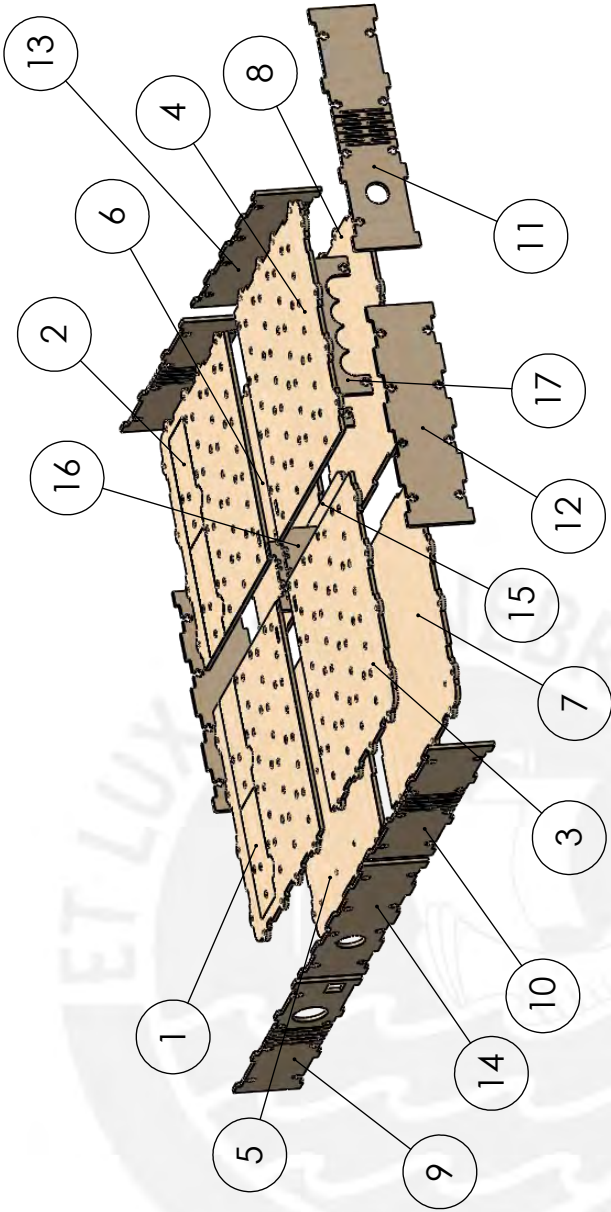
PLANOS MECÁNICOS TABLERO DE PROGRAMACIÓN

PLANO	DESCRIPCIÓN
A1	Tablero de Programación – Vista general
A2	Tablero de Programación – Plano de ensamble
A2-1	TableroCapa1_1
A2-2	TableroCapa1_2
A2-3	TableroCapa1_3
A2-4	TableroCapa1_4
A2-5	TableroCapa2_1
A2-6	TableroCapa2_2
A2-7	TableroCapa2_3
A2-8	TableroCapa2_4
A2-9	TableroEsquineroStart
A2-10	TableroEsquinero
A2-11	TableroEsquineroBateria
A2-12	Lateral160x40
A2-13	Lateral180x40
A2-14	Lateral180x40_ONOFF
A2-15	AcopleCentral
A2-16	SoporteCentral
A2-17	SoporteBatería

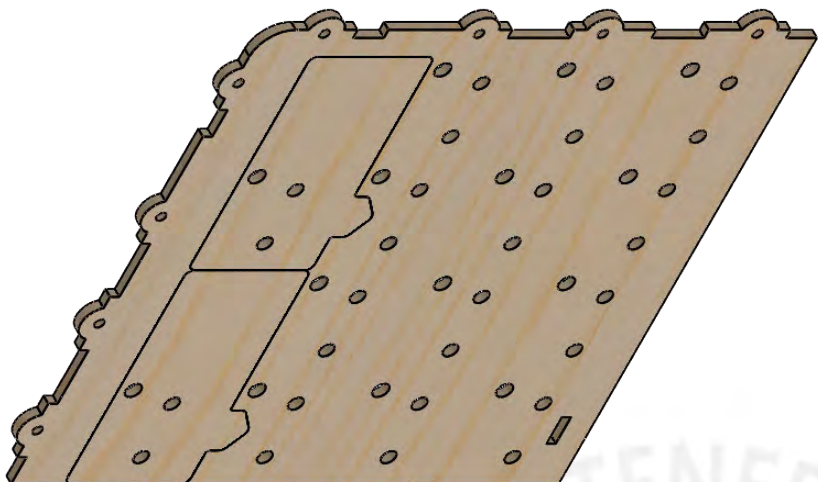
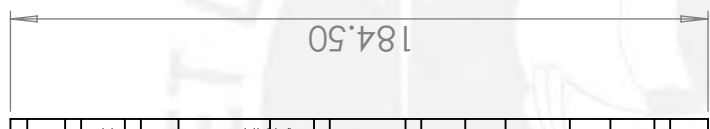
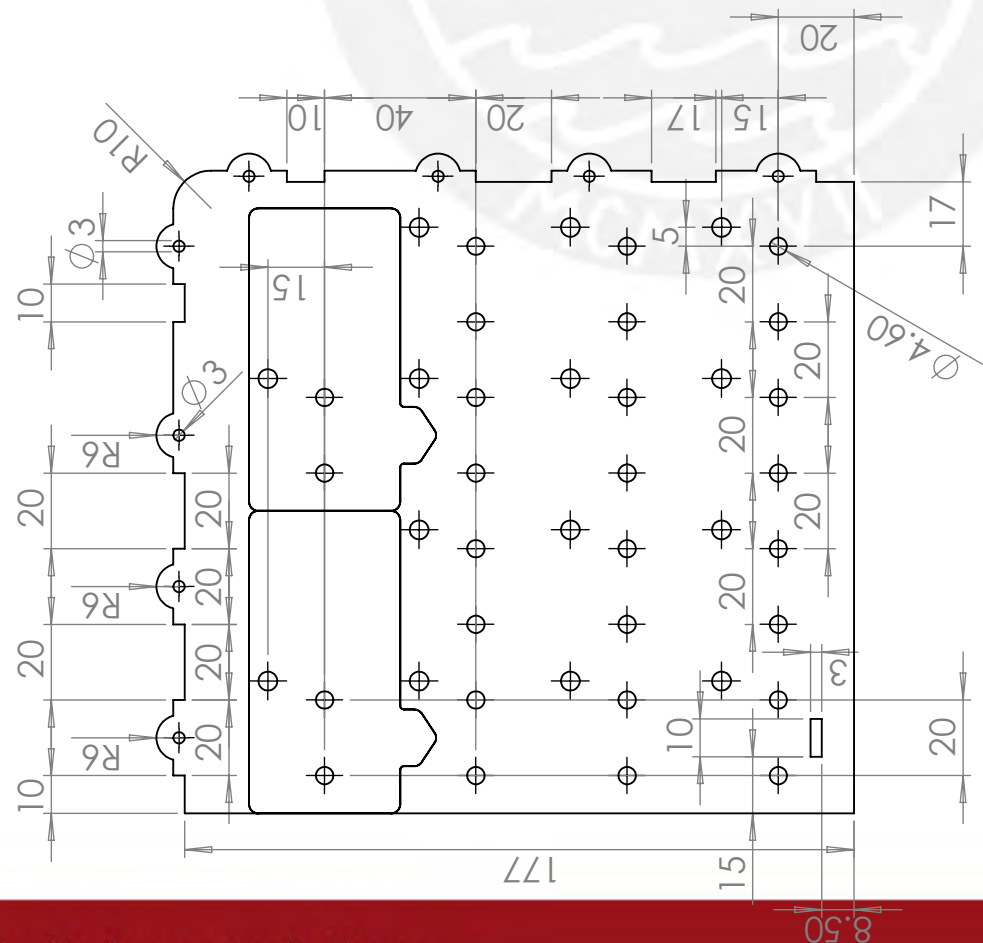


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA	
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	TABLERO DE PROGRAMACIÓN ESCALA 1:4
TRABAJO DE TESIS	
LÁMINA A1	

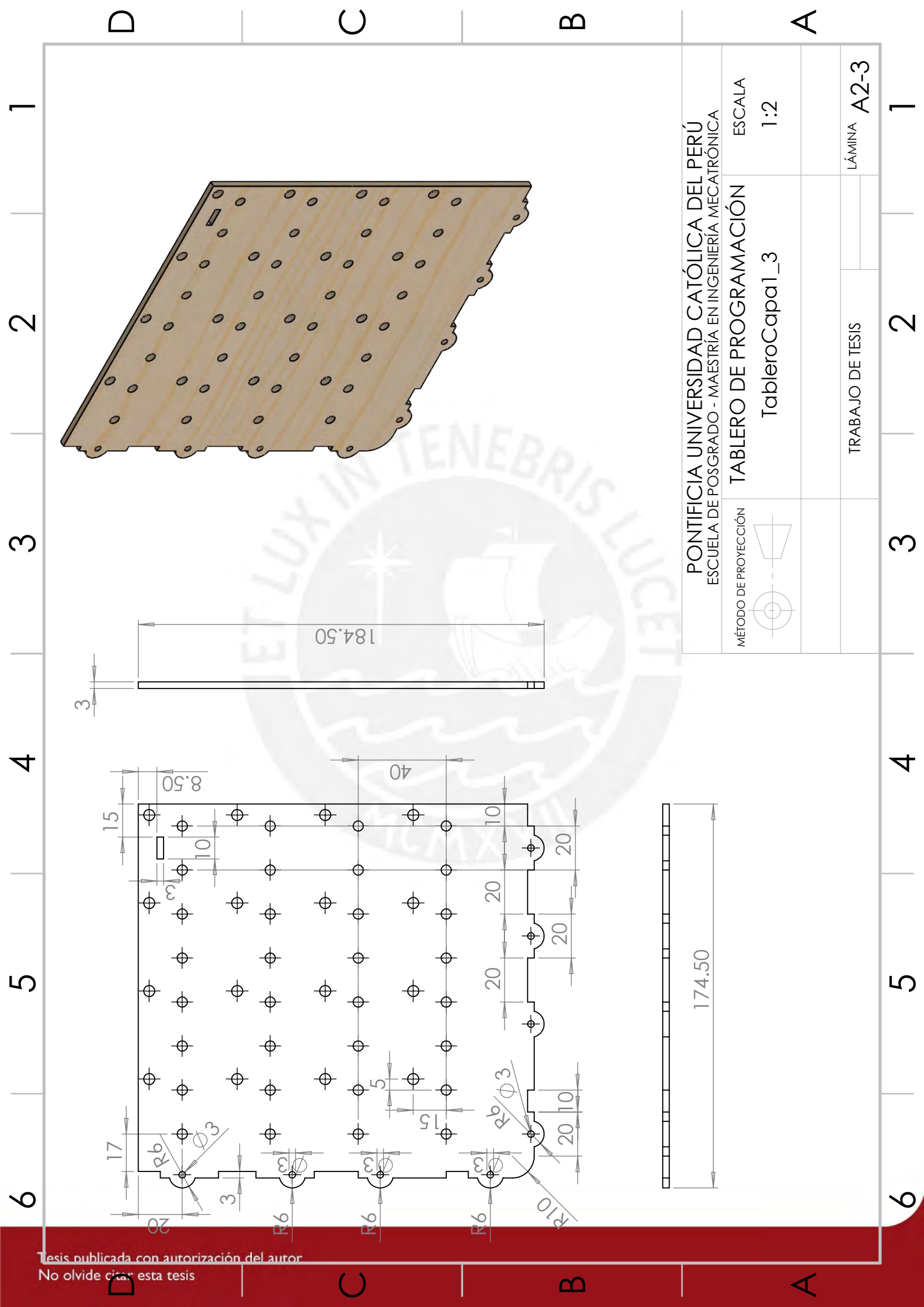
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	TableroCapa1_1	1
2	TableroCapa1_2	1
3	TableroCapa1_3	1
4	TableroCapa1_4	1
5	TableroCapa2_1	1
6	TableroCapa2_2	1
7	TableroCapa2_3	1
8	TableroCapa2_4	1
9	TableroEsquineroStart	1
10	TableroEsquinero	2
11	TableroEsquineroBateria	1
12	Lateral1 60x40	2
13	Lateral1 80x40	1
14	Lateral1 80x40_ONOFF	1
15	AcopleCentral	1
16	SoporteCentral	2
17	SoporteBateria	2



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA	
MÉTODO DE PROYECCIÓN	ESCALA
	1:5
TABLERO DE PROGRAMACIÓN Tablero de Programación - Plano de Ensamble	
TRABAJO DE TESIS	
LÁMINA A2	



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA		ESCALA 1:2
MÉTODO DE PROYECCIÓN	TABLERO DE PROGRAMACIÓN TableroCapa1_2	
	TRABAJO DE TESIS	LÁMINA A2-2



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA		ESCALA 1:2
TABLERO DE PROGRAMACIÓN TableroCapa1_3		
MÉTODO DE PROYECCIÓN		
TRABAJO DE TESIS		LÁMINA A2-3

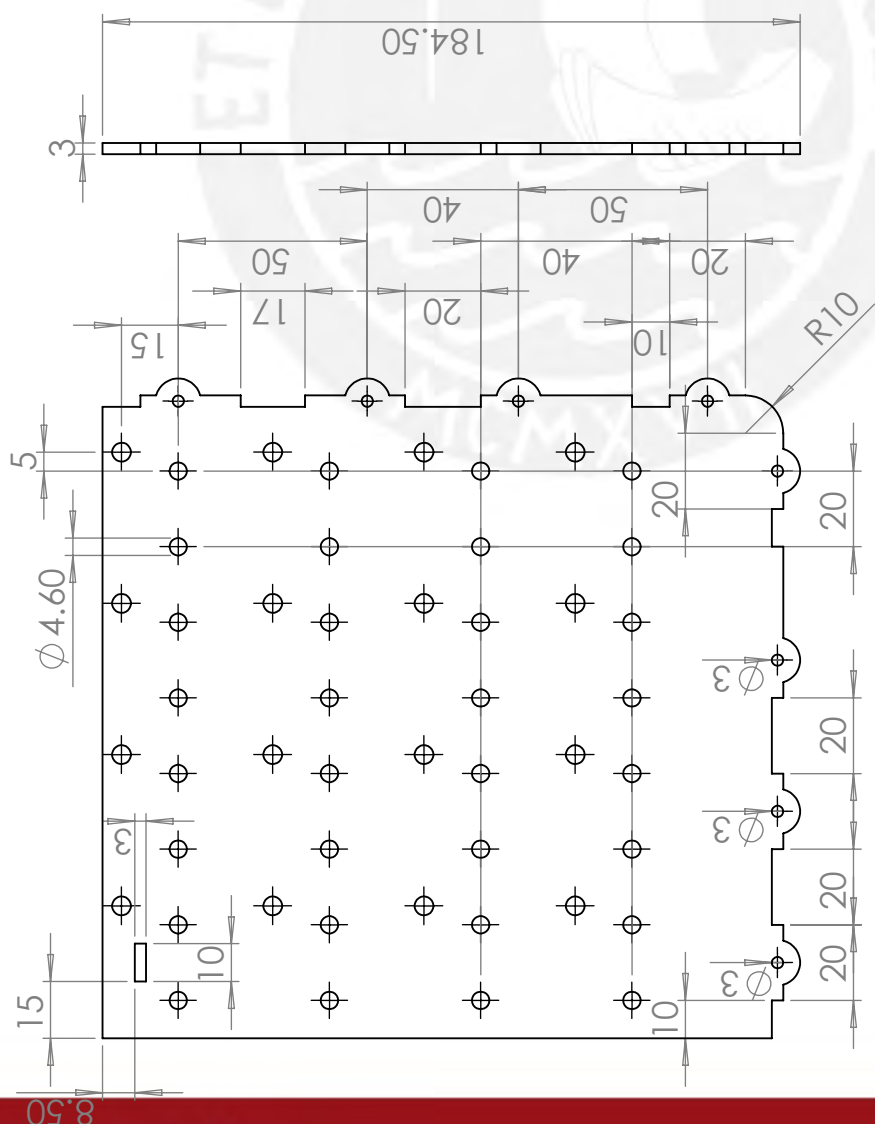
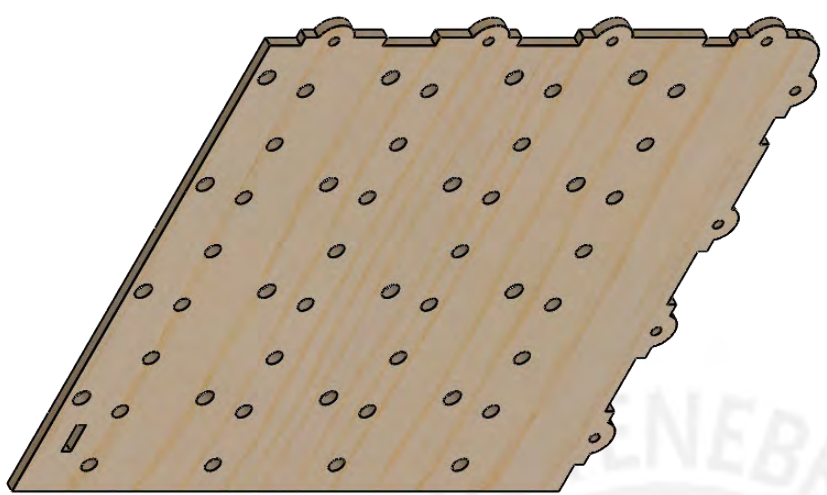
6 5 4 3 2 1

D

C

B

A



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA		ESCALA 1:2
MÉTODO DE PROYECCIÓN	TABLERO DE PROGRAMACIÓN TableroCapa1_4	
	TRABAJO DE TESIS	LÁMINA A2-4



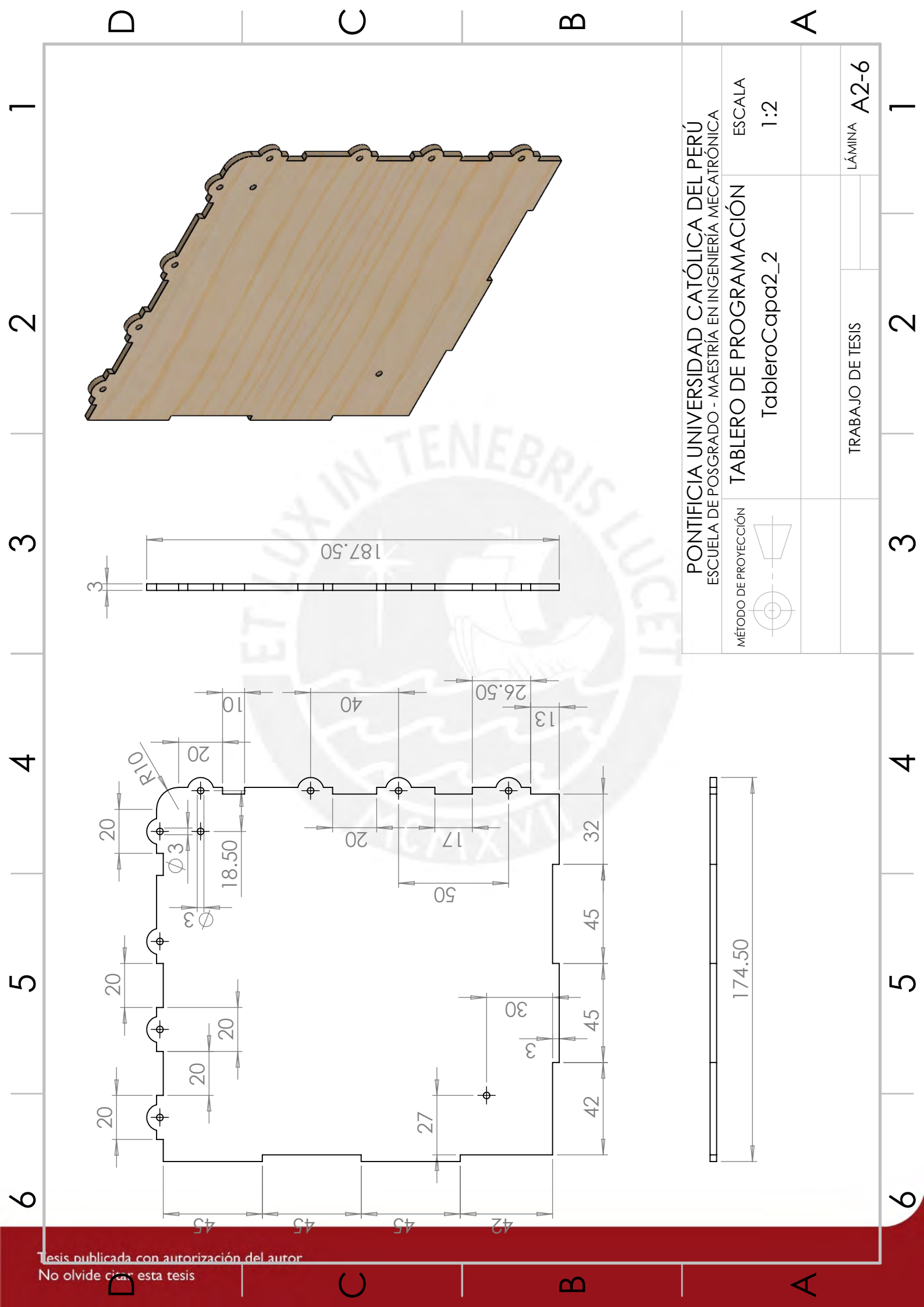
6 5 4 3 2 1

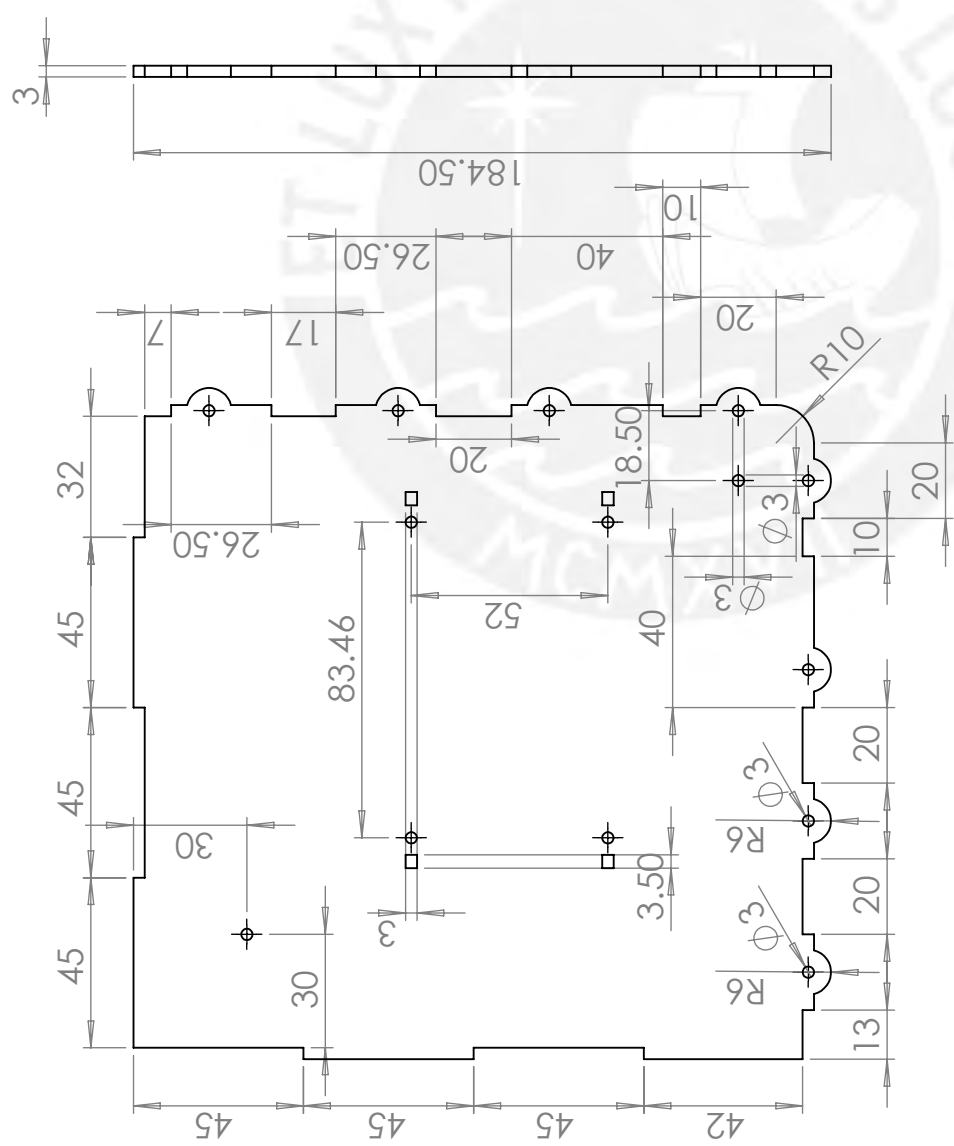
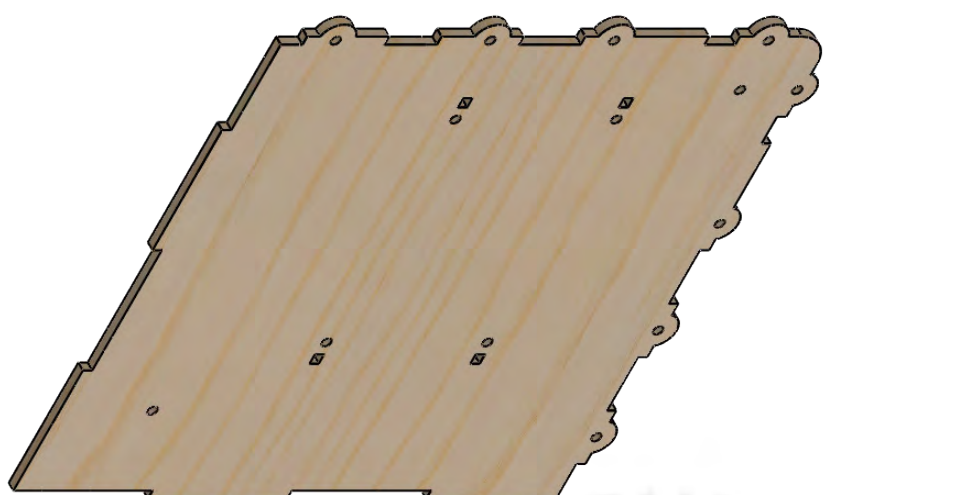
D

C

B

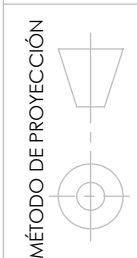
A





177.50

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA



TABLERO DE PROGRAMACIÓN

TableroCapa2_4

ESCALA

1:2

TRABAJO DE TESIS

LÁMINA A2-8

1 2 3 4 5 6

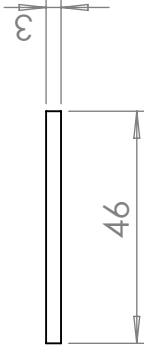
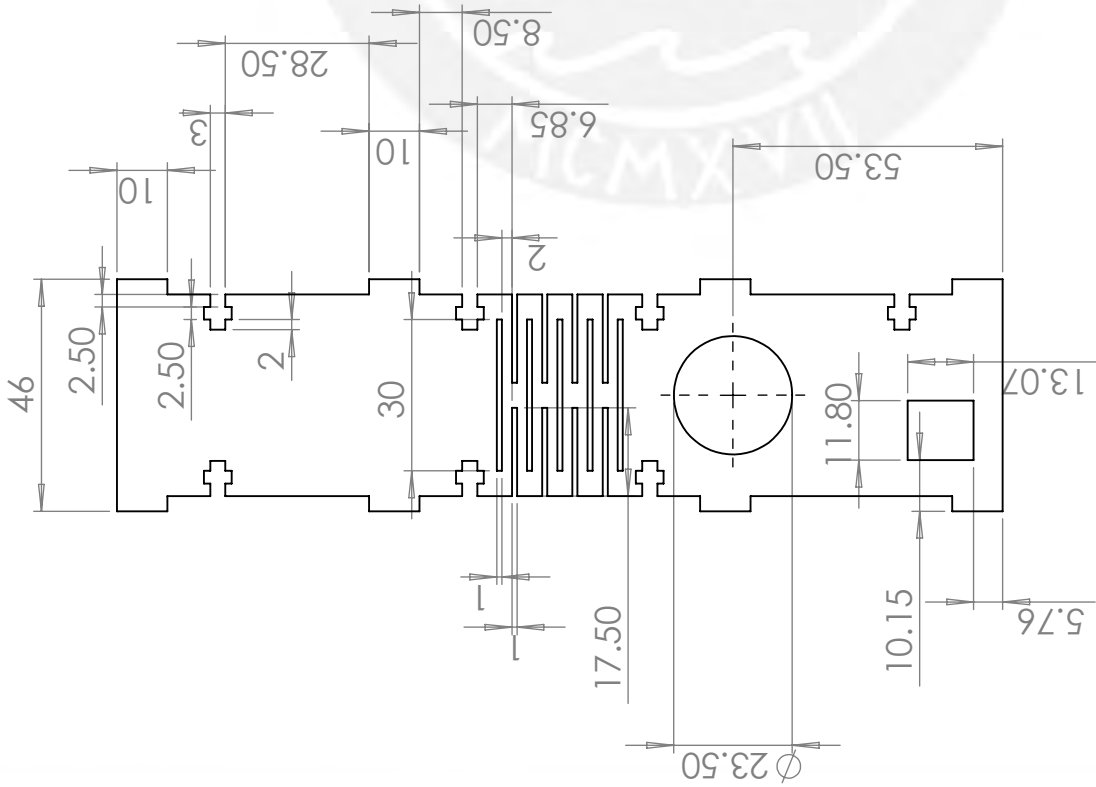
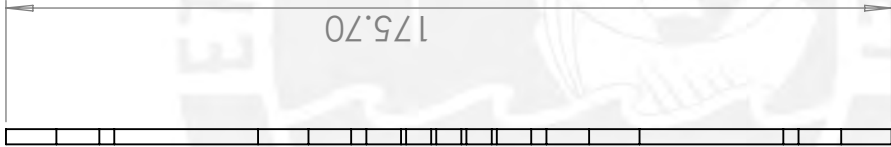
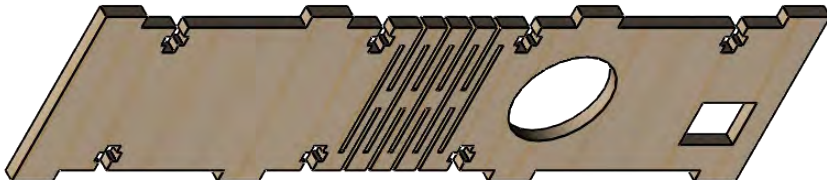
D

C

B

A

1 2 3 4 5 6



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA

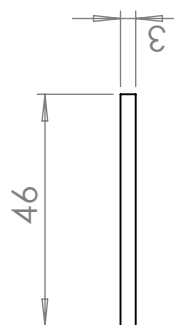
ESCALA
1:1.5

TABLERO DE PROGRAMACIÓN
TableroEsquinoStart

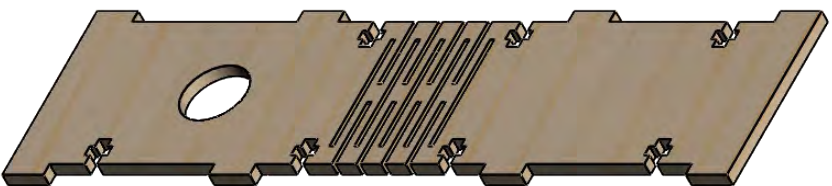
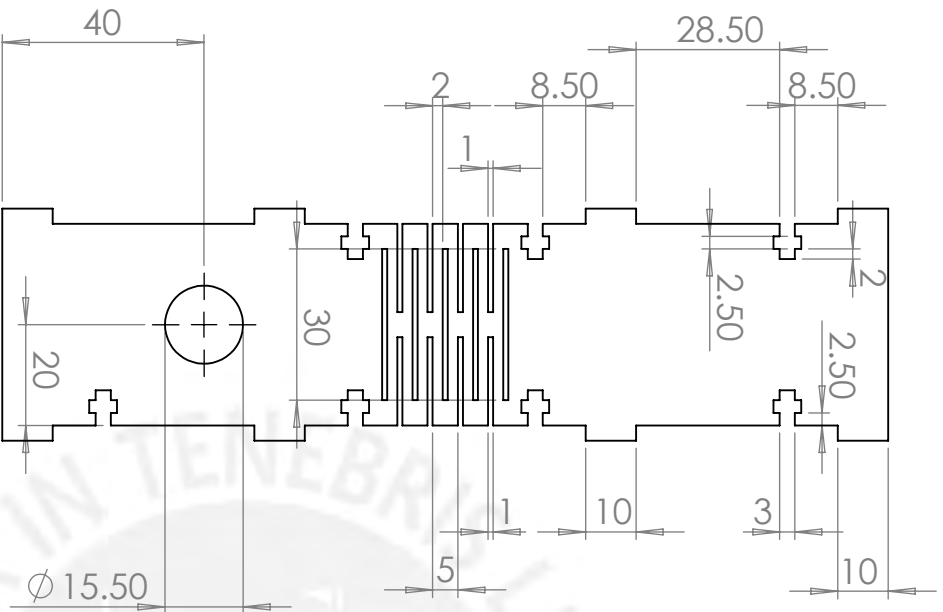


LÁMINA
A2-9

TRABAJO DE TESIS



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis



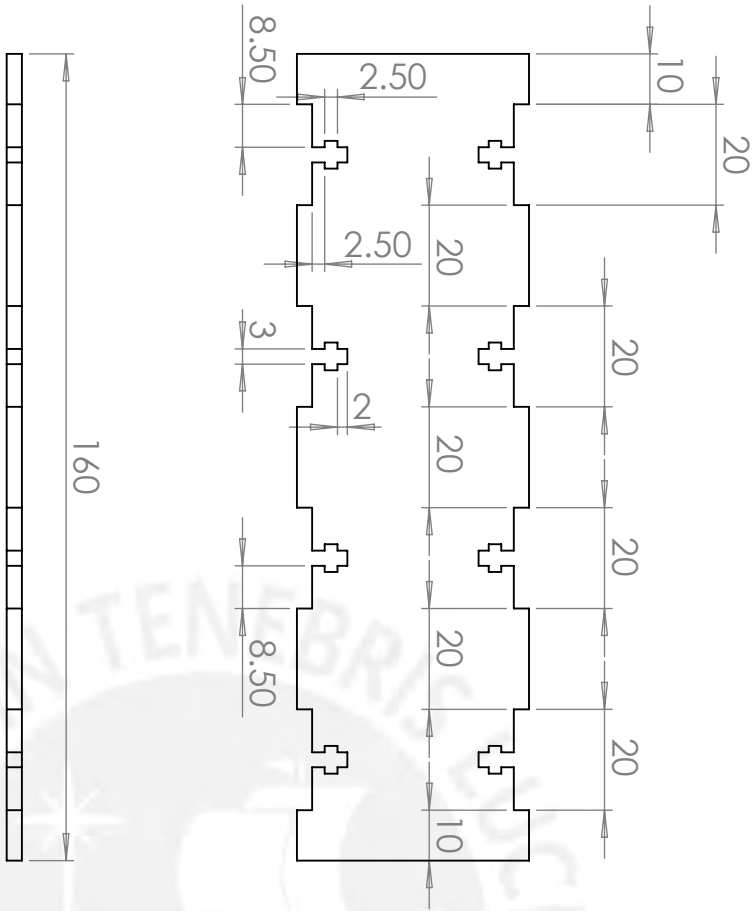
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA	
MÉTODO DE PROYECCIÓN	
TABLERO DE PROGRAMACIÓN	ESCALA
TableroEsquinerobateria	1:1.5



TRABAJO DE TESIS

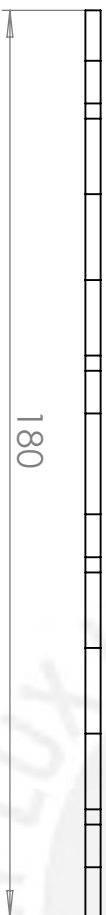
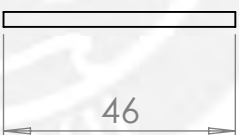
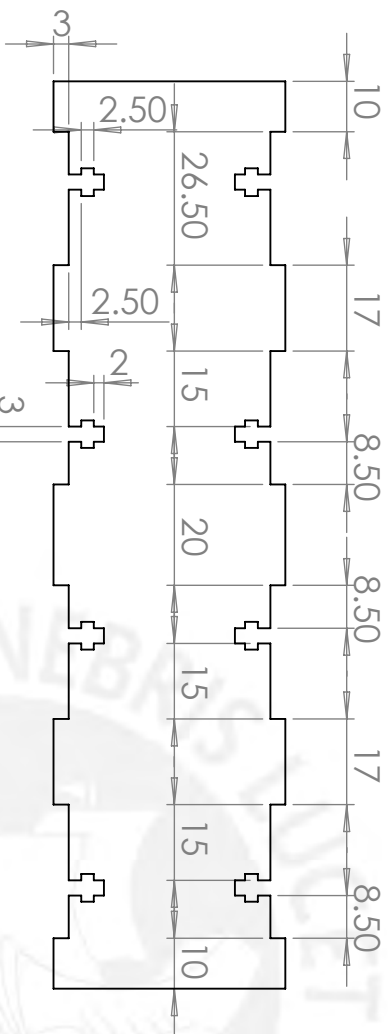
LÁMINA

A2-11



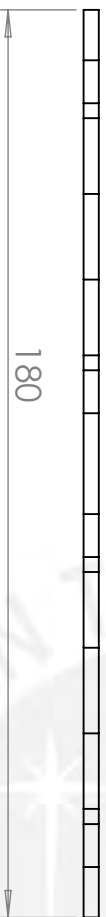
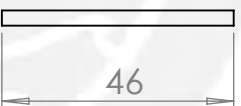
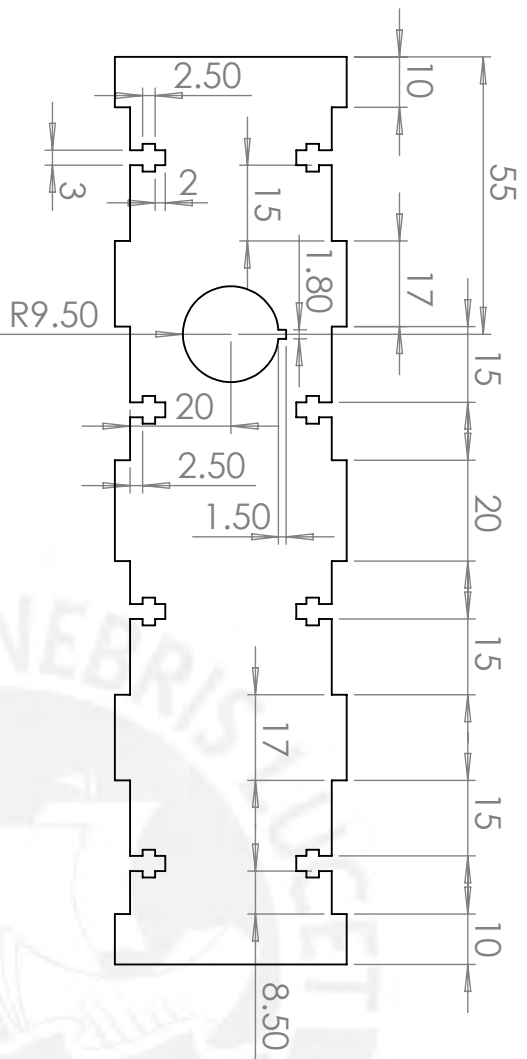
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA	
MÉTODO DE PROYECCIÓN	TABLERO DE PROGRAMACIÓN
	Laterall 60x40
	ESCALA 1:1.5

TRABAJO DE TESIS	
LÁMINA	A2-12

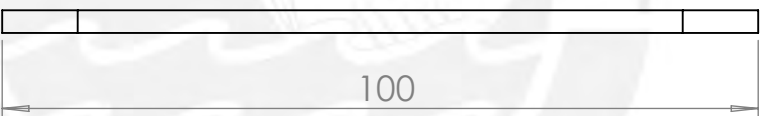
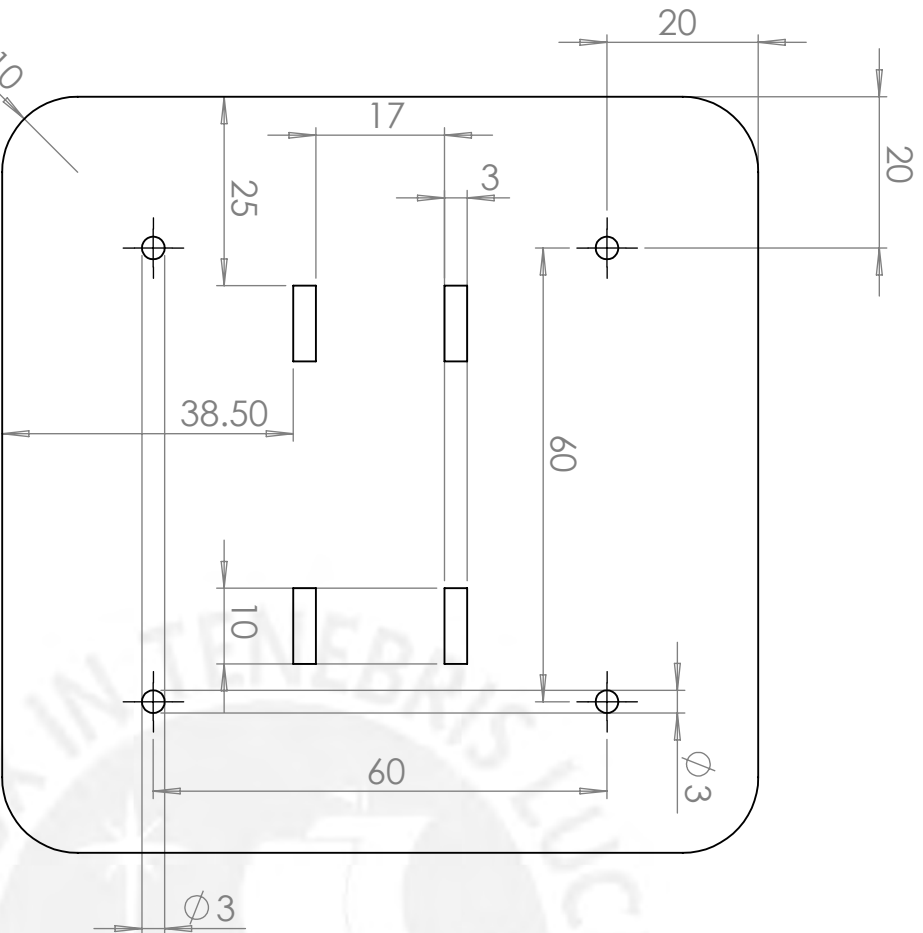


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA	
MÉTODO DE PROYECCIÓN	
	
TABLERO DE PROGRAMACIÓN	ESCALA
Lateral 180x40	1:1.5

TRABAJO DE TESIS	
LÁMINA A2-13	

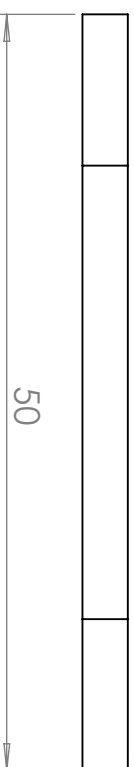
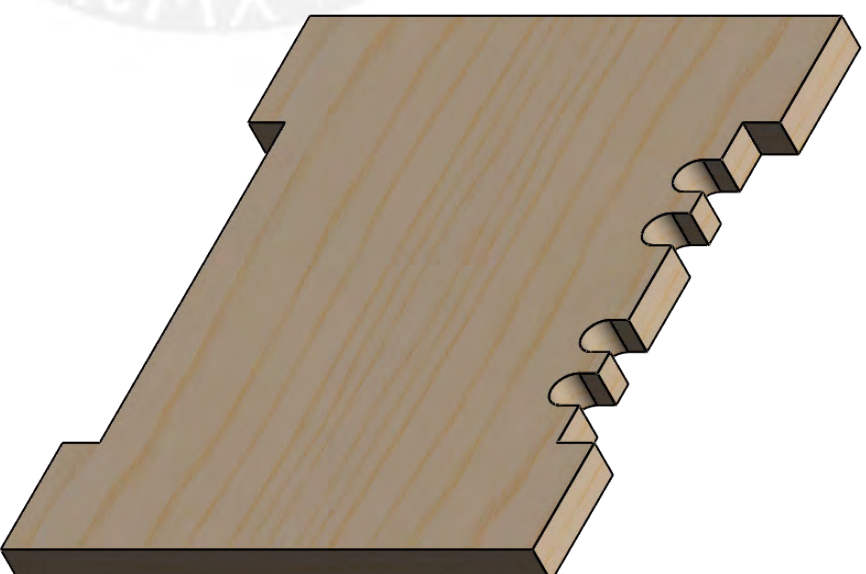
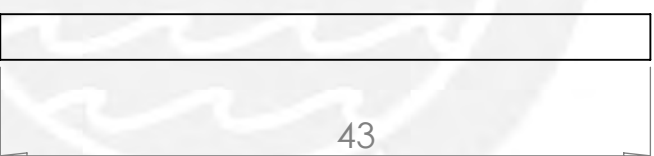
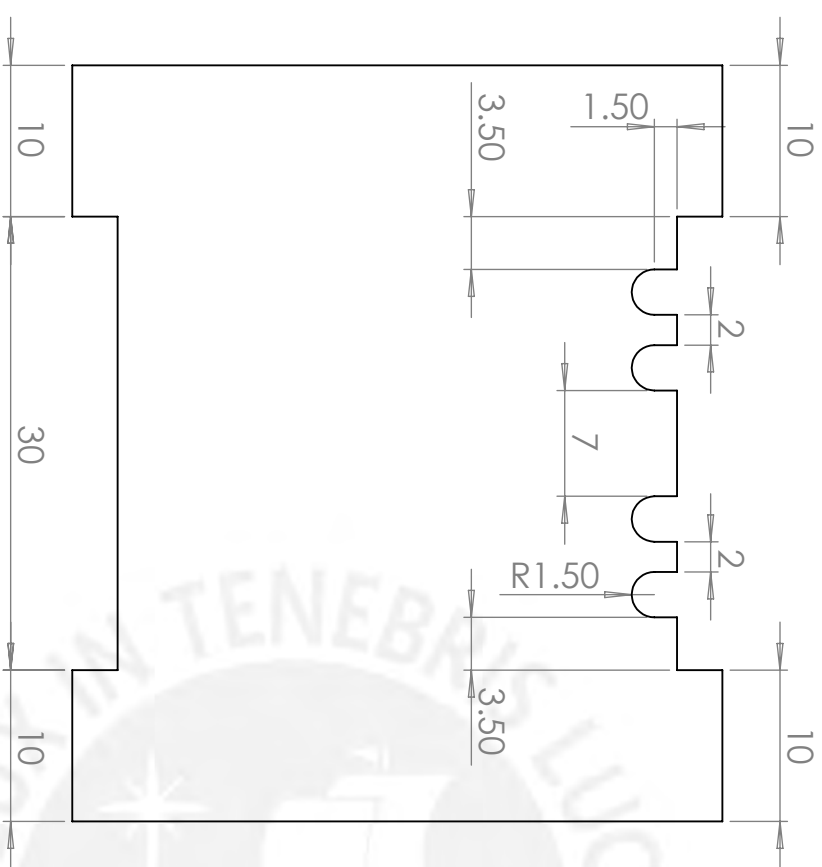


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRIA EN INGENIERIA MECATRONICA	
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	TABLERO DE PROGRAMACIÓN Laterall 80x40_ONOFF
TRABAJO DE TESIS	ESCALA 1:1.5
LÁMINA A2	



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA	
MÉTODO DE PROYECCIÓN	
TABLERO DE PROGRAMACIÓN	
AcopleCentral	ESCALA 1:1

TRABAJO DE TESIS	
LÁMINA	A2-15



MÉTODO DE PROYECCIÓN

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA

TABLERO DE PROGRAMACIÓN

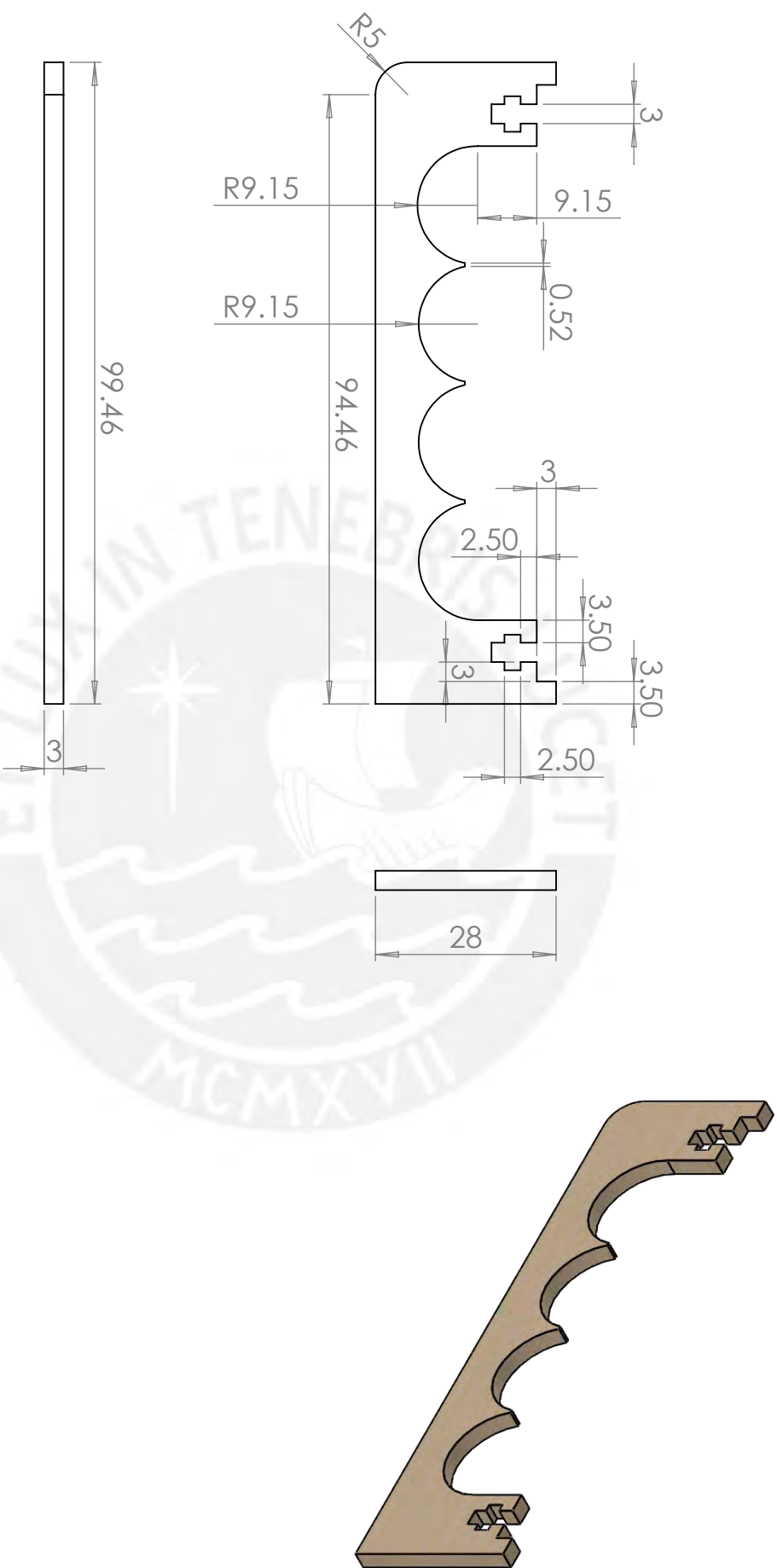
SoporteCentral

ESCALA
2:1

TRABAJO DE TESIS

LÁMINA

A2-16



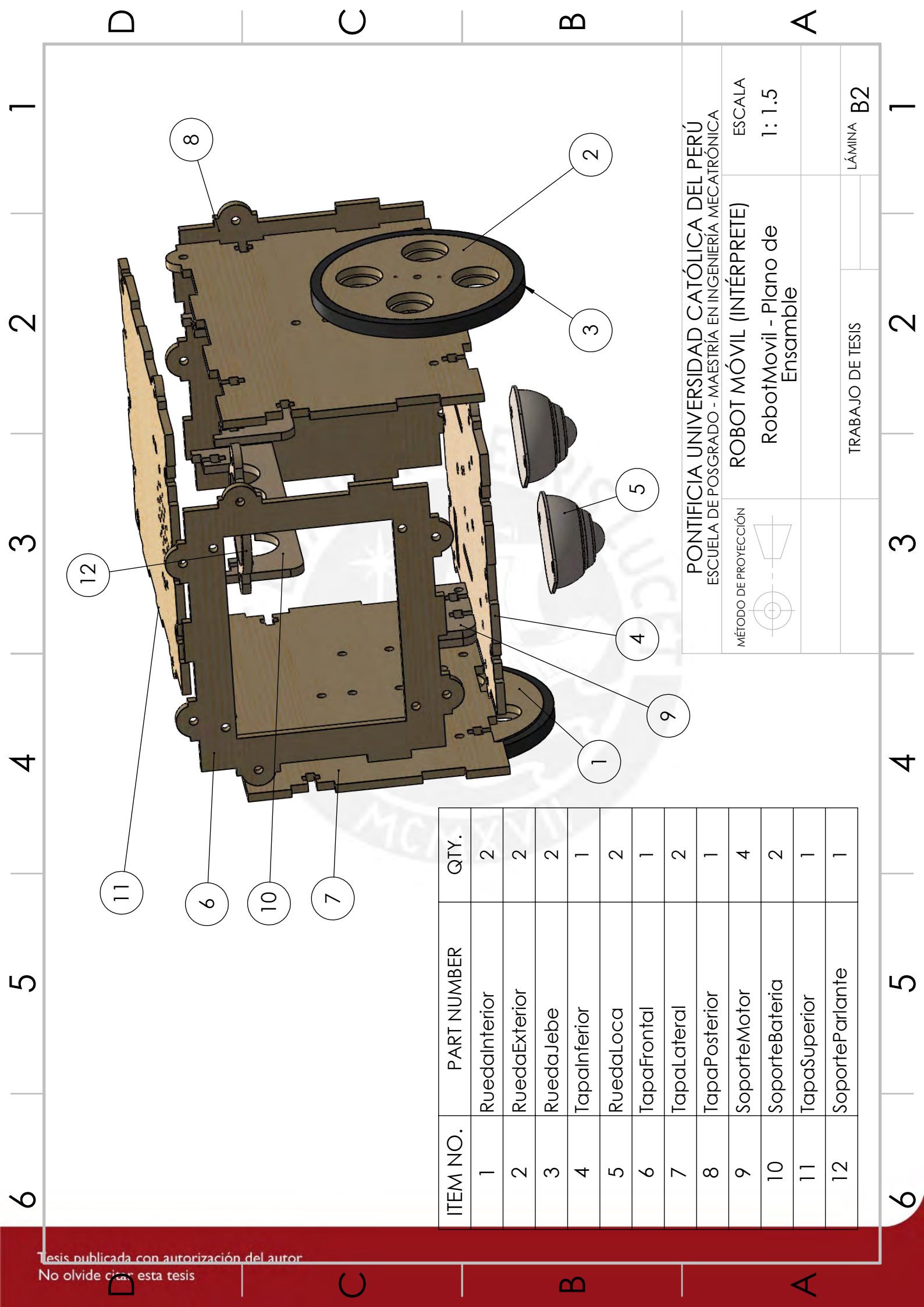
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA	
MÉTODO DE PROYECCIÓN	TABLERO DE PROGRAMACIÓN
	SoporteBateria
	ESCALA 1:1

TRABAJO DE TESIS	
LÁMINA	A2-17

ANEXO 4

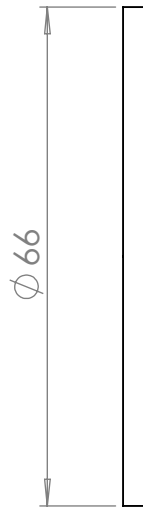
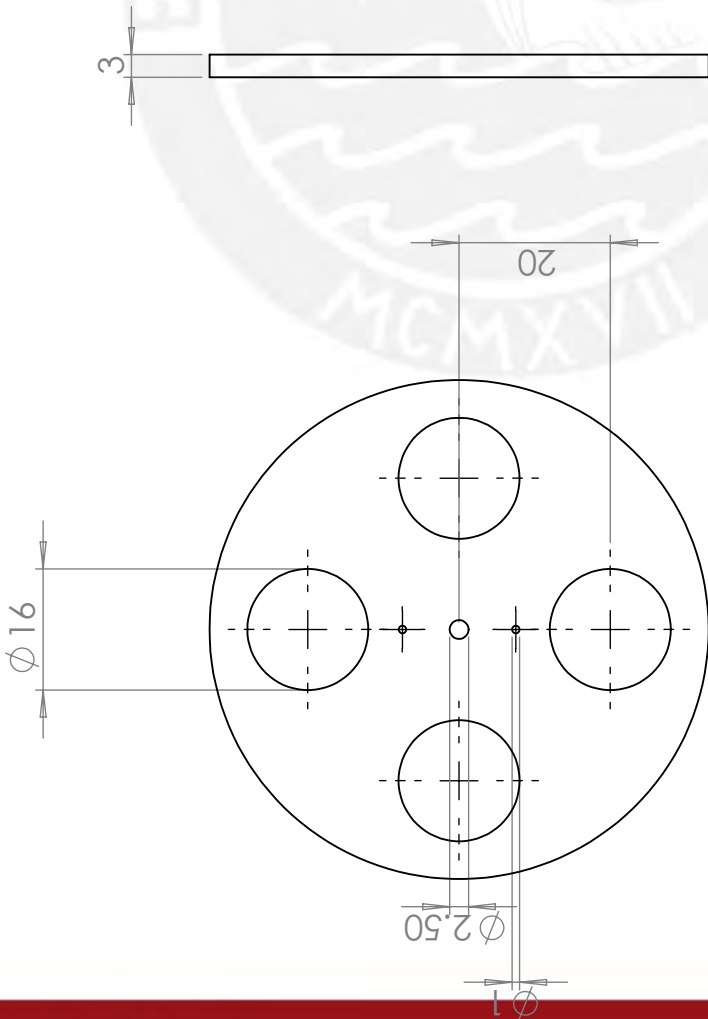
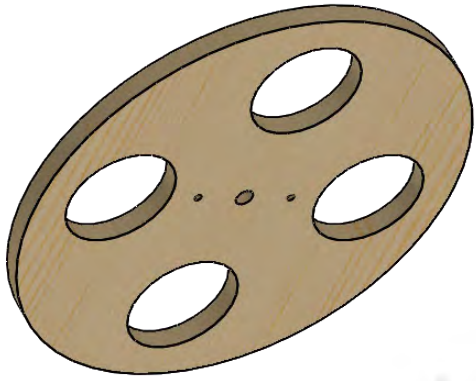
PLANOS MECÁNICOS ROBOT MÓVIL

PLANO	NOMBRE DE PIEZA
B1	Robot Móvil – Vista general
B2	Robot Móvil – Plano de Ensamble
B2-1	RuedaInterior
B2-2	RuedaExterior
B2-3	RuedaJebe
B2-4	TapaInferior
B2-5	RuedaLoca
B2-6	TapaFrontal
B2-7	TapaLateral
B2-8	TapaPosterior
B2-9	SoporteMotor
B2-10	SoporteBateria
B2-11	TapaSuperior
B2-12	SoporteParlante

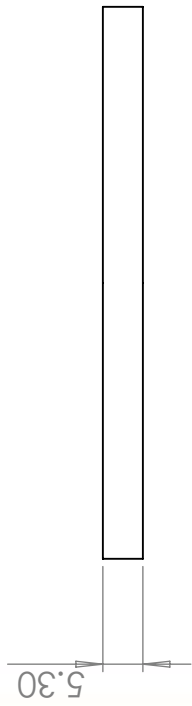
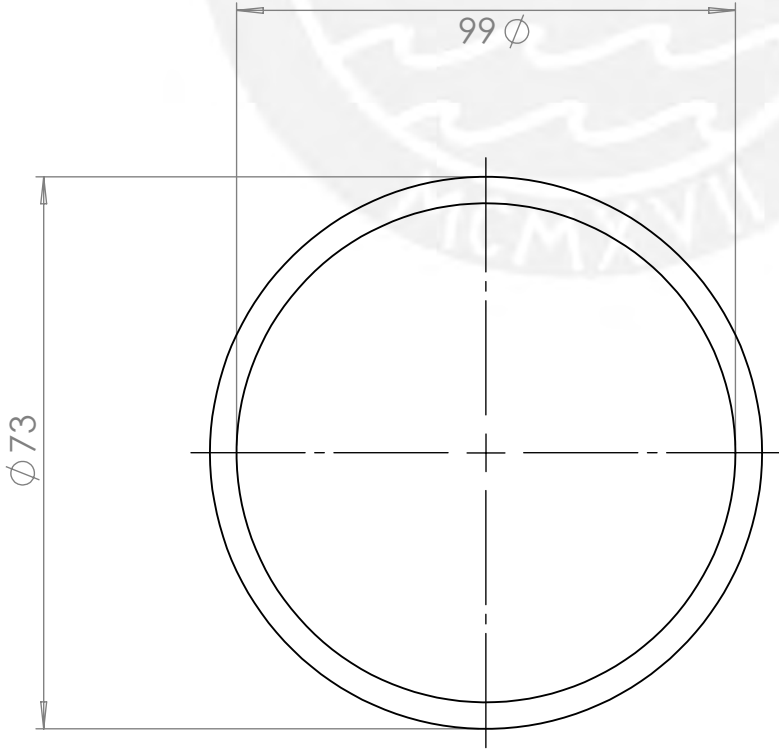
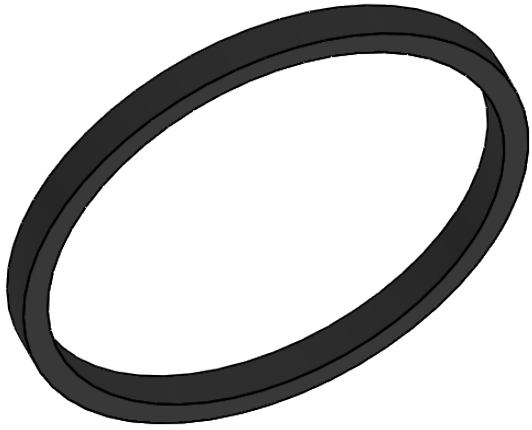


ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	RuedaInterior	2
2	RuedaExterior	2
3	RuedaJebe	2
4	Tapainferior	1
5	RuedaLoca	2
6	TapaFrontal	1
7	TapaLateral	2
8	TapaPosterior	1
9	SoporteMotor	4
10	SoporteBateria	2
11	Tapasuperior	1
12	SoporteParlante	1

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA		
MÉTODO DE PROYECCIÓN	ROBOT MÓVIL (INTÉRPRETE)	ESCALA
	RobotMovil - Plano de Ensamble	1: 1.5
TRABAJO DE TESIS		LÁMINA B2

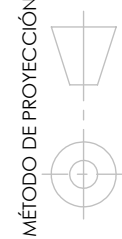


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA	
MÉTODO DE PROYECCIÓN	ROBOT MÓVIL (INTÉRPRETE)		ESCALA
	RuedaExterior		1:1
		TRABAJO DE TESIS	LÁMINA B2-2



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA

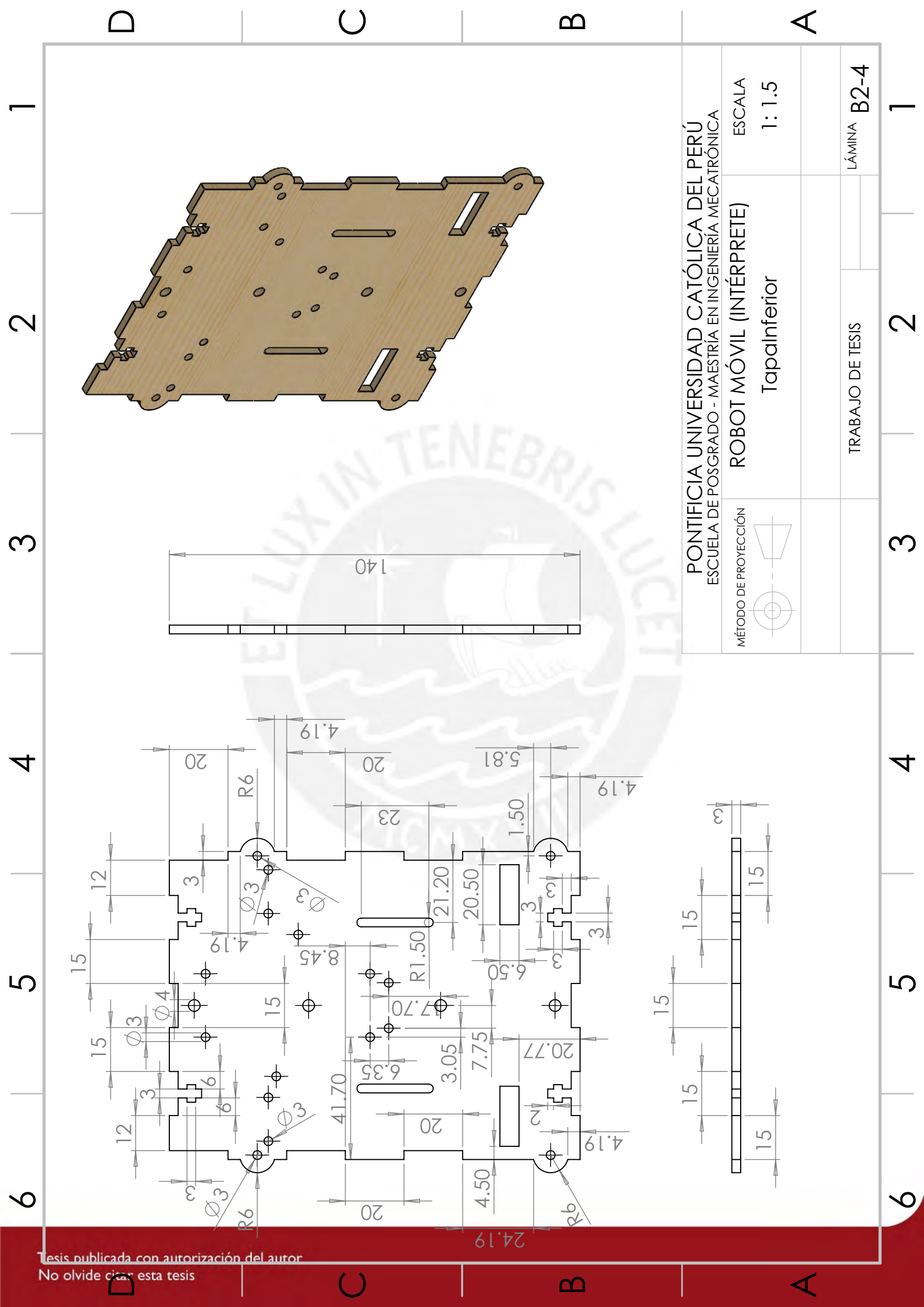
ROBOT MÓVIL (INTÉRPRETE)
RuedaJebe

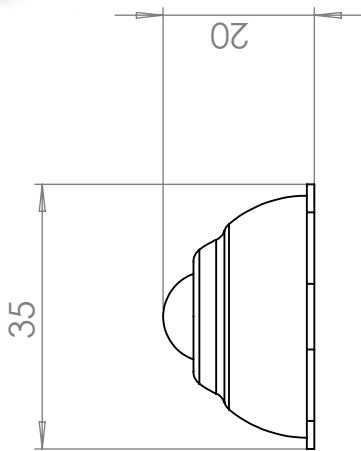
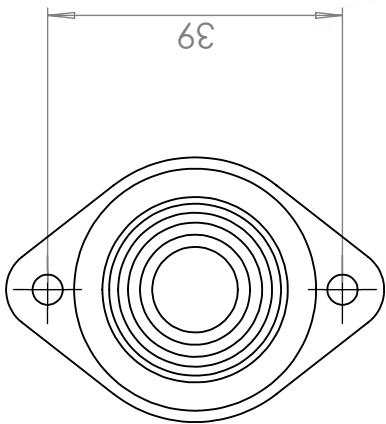
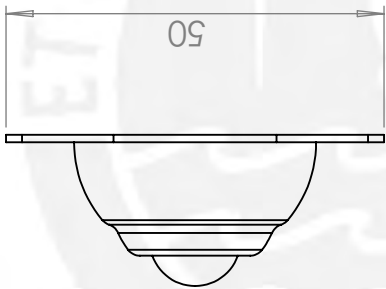
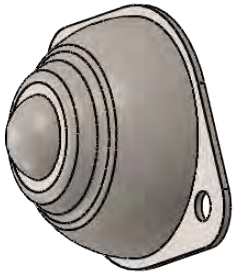


ESCALA
1:1

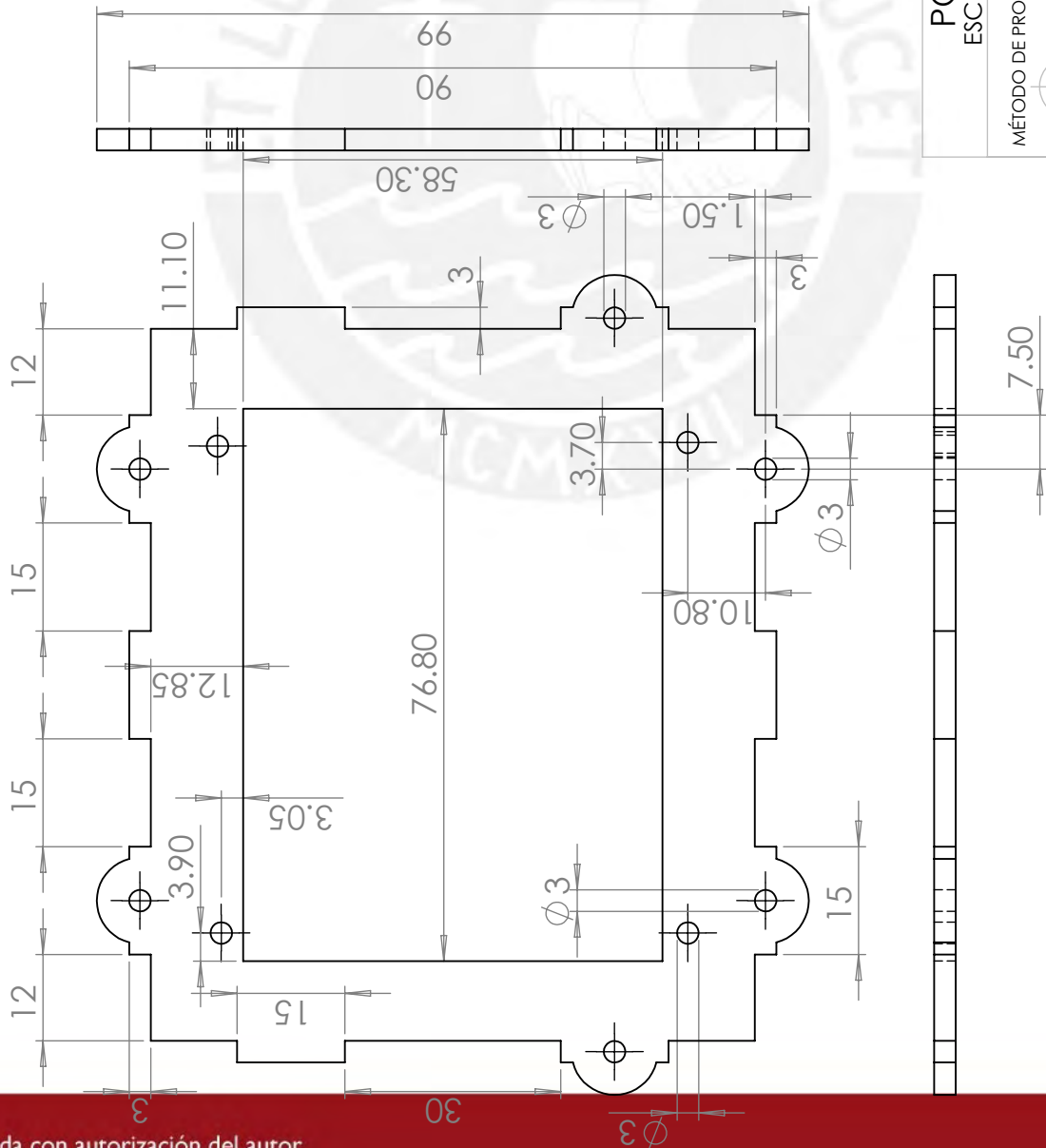
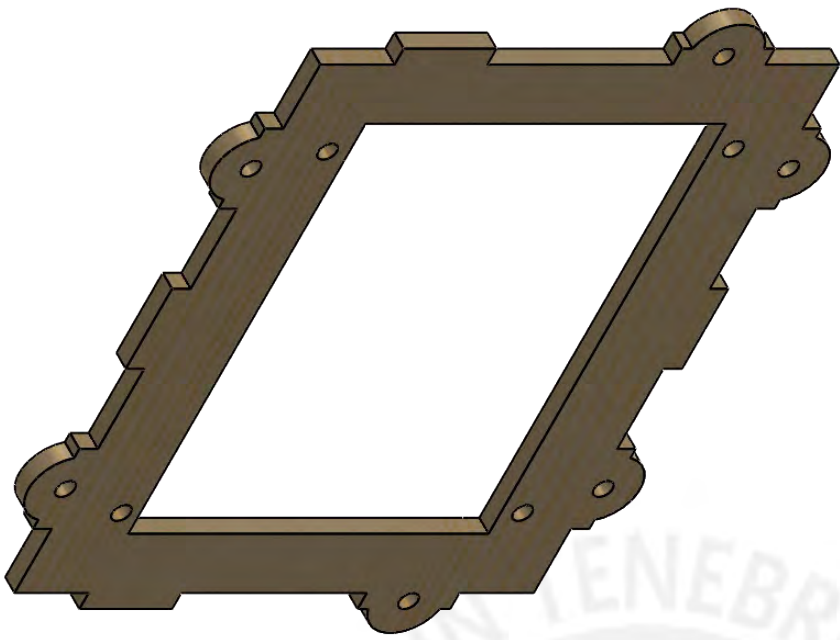
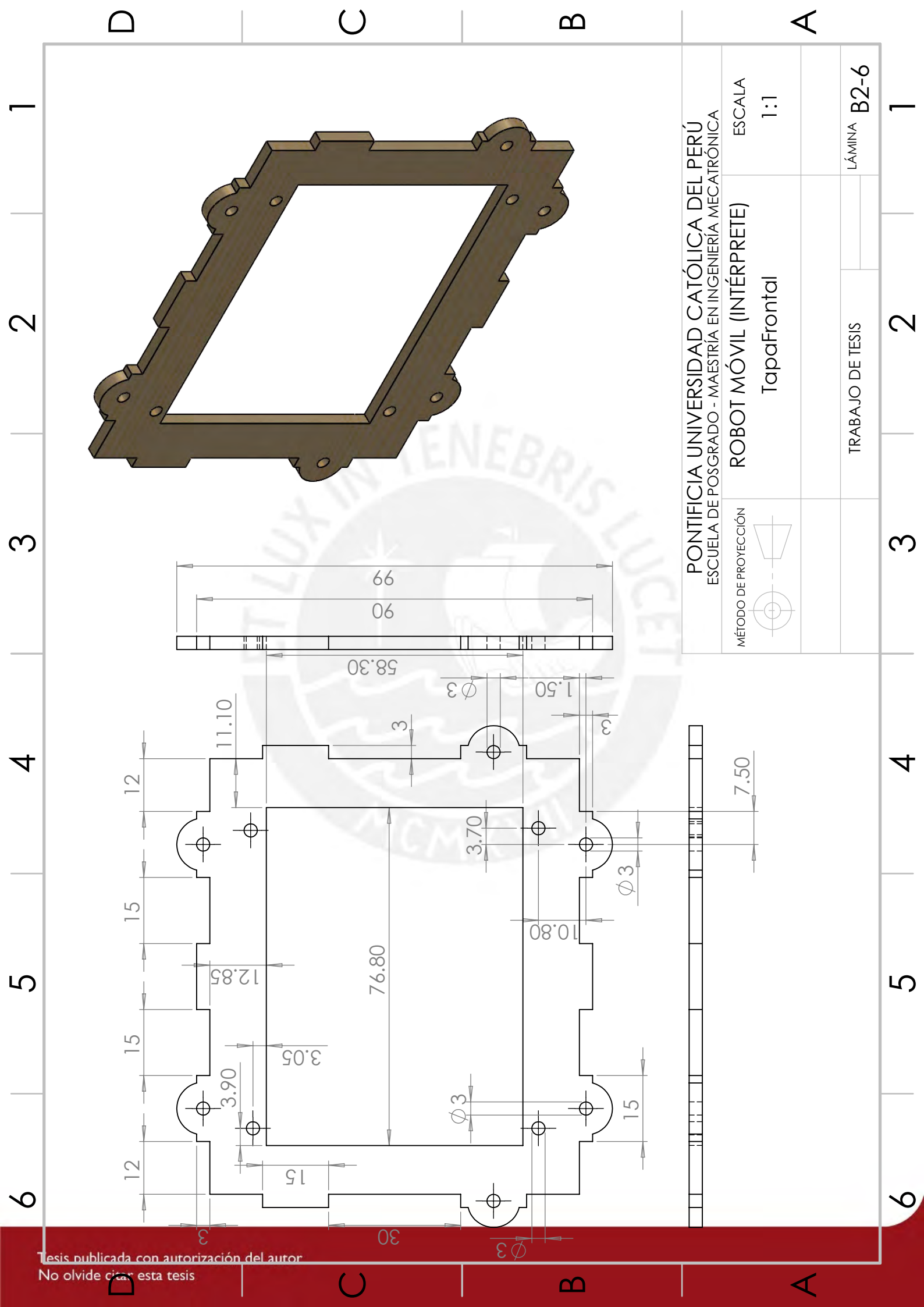
TRABAJO DE TESIS

LÁMINA B2-3



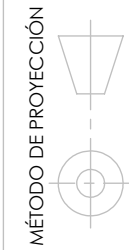


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA			ESCALA 1:1	
MÉTODO DE PROYECCIÓN	ROBOT MÓVIL (INTÉRPRETE)		RuedaLoca	
	TRABAJO DE TESIS		LÁMINA B2-5	



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA

ROBOT MÓVIL (INTÉRPRETE)
TapaFrontal



ESCALA
1:1

TRABAJO DE TESIS

LÁMINA B2-6

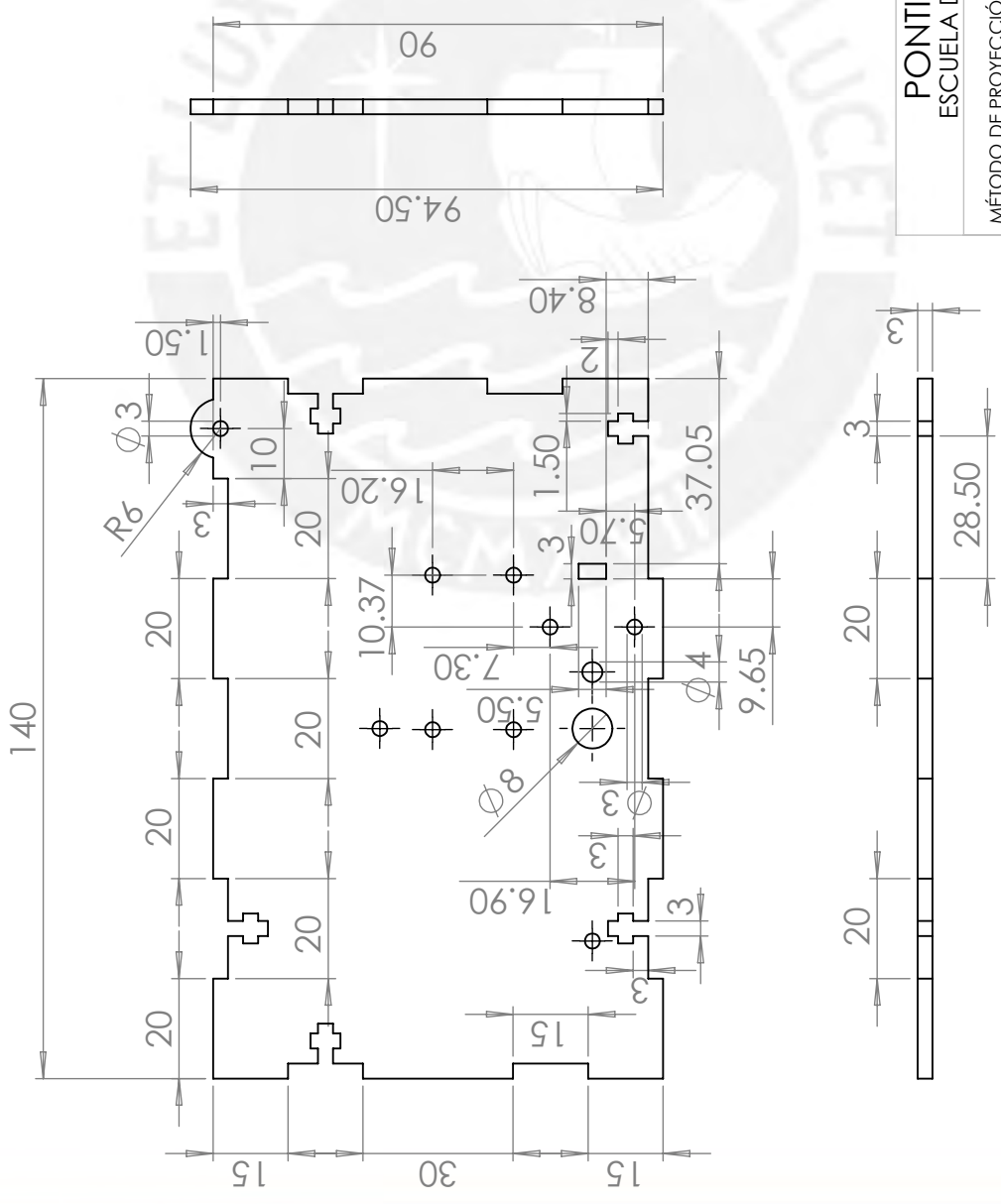
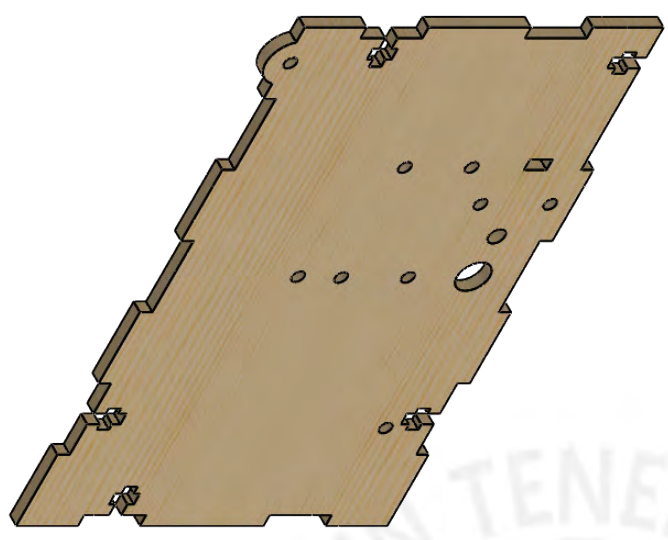
6 5 4 3 2 1

D

C

B

A



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA

ESCALA
1:1.5

ROBOT MÓVIL (INTÉRPRETE)
TapaLateral

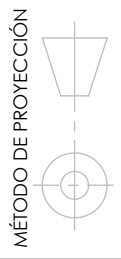


LÁMINA B2-7

TRABAJO DE TESIS

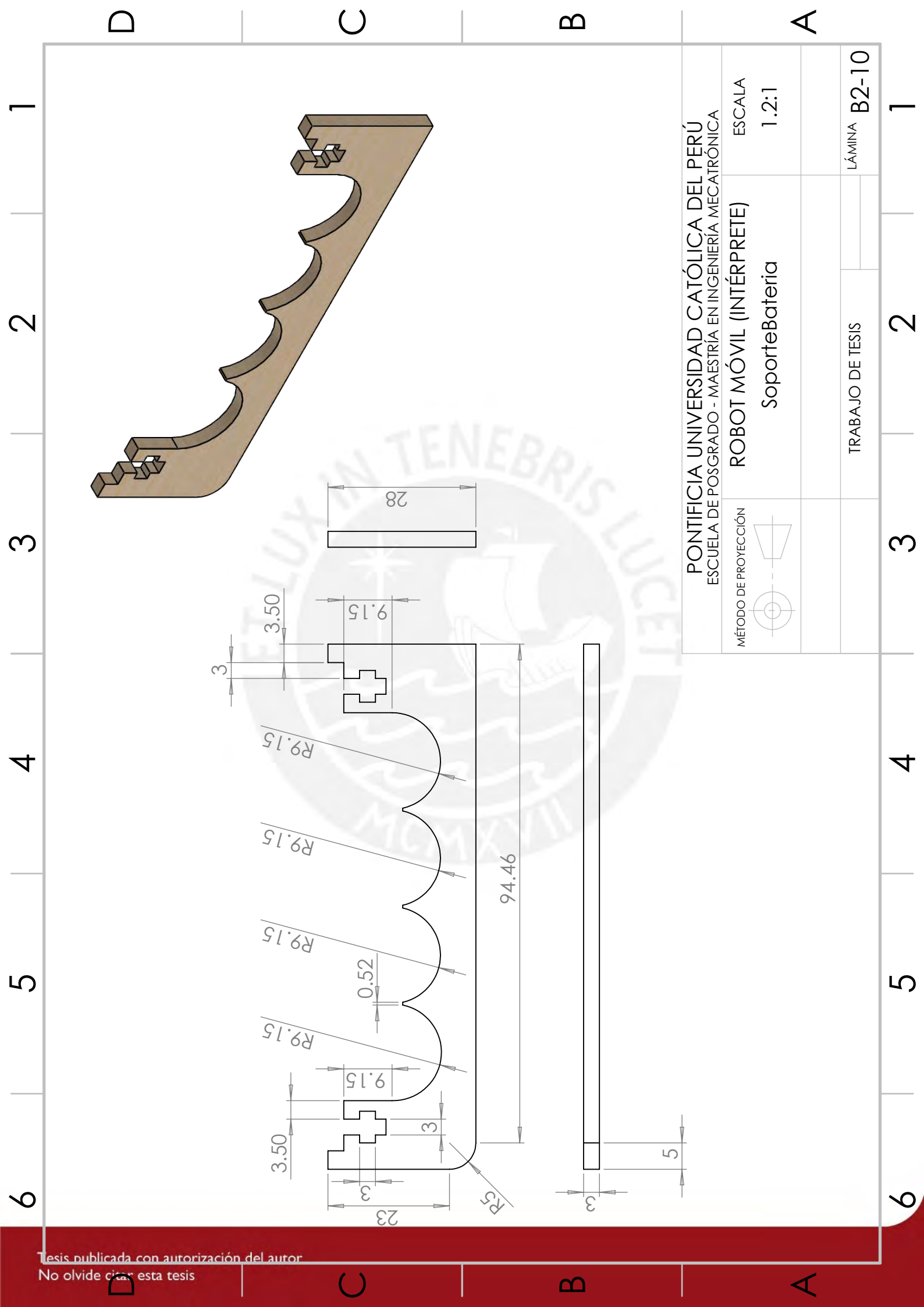
6 5 4 3 2 1

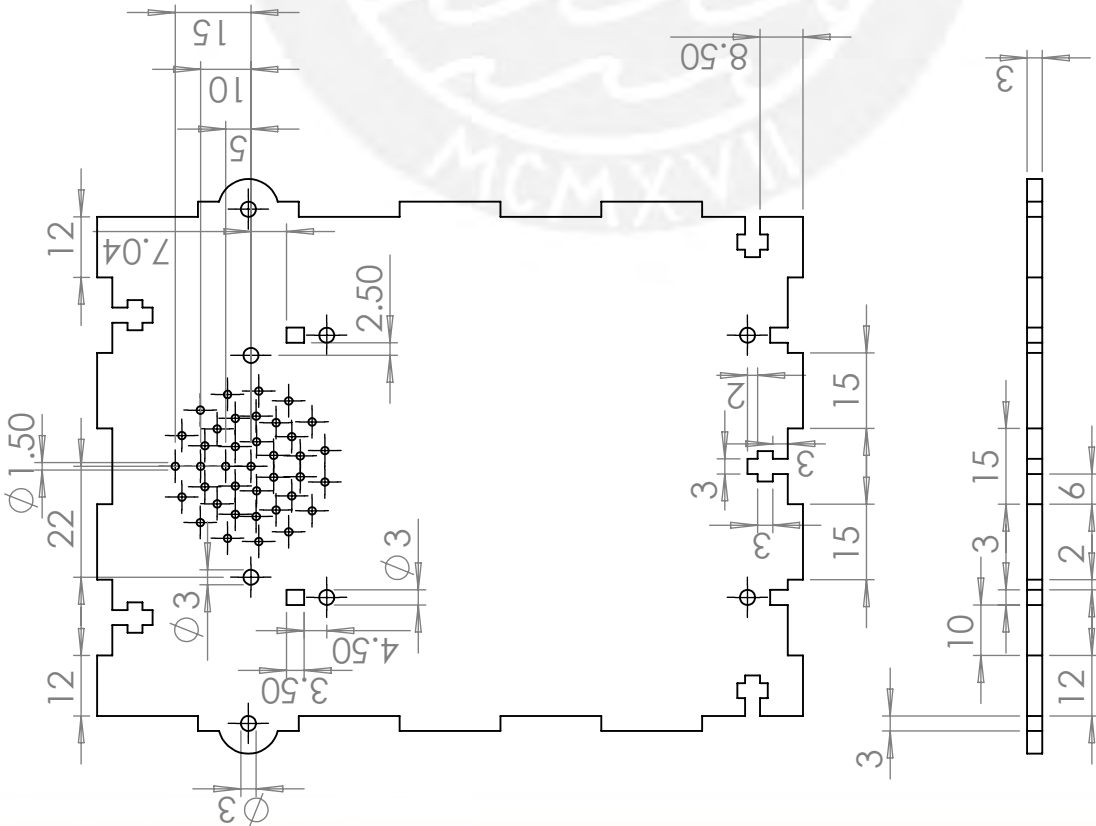
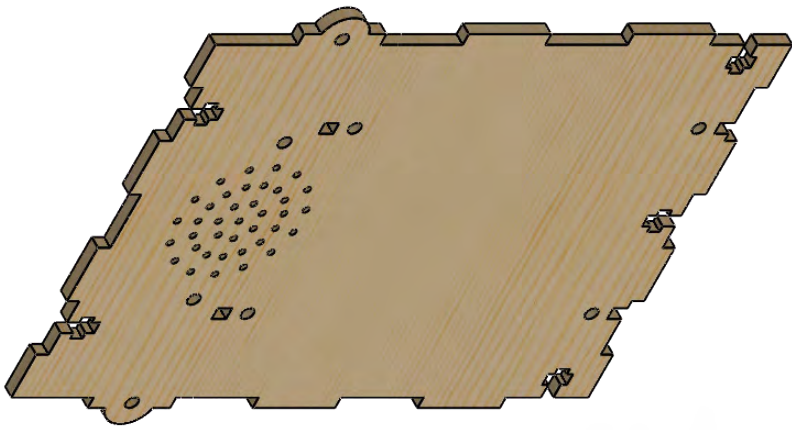
D

C

B

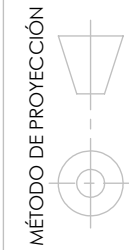
A





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA

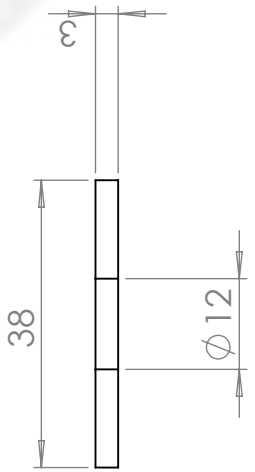
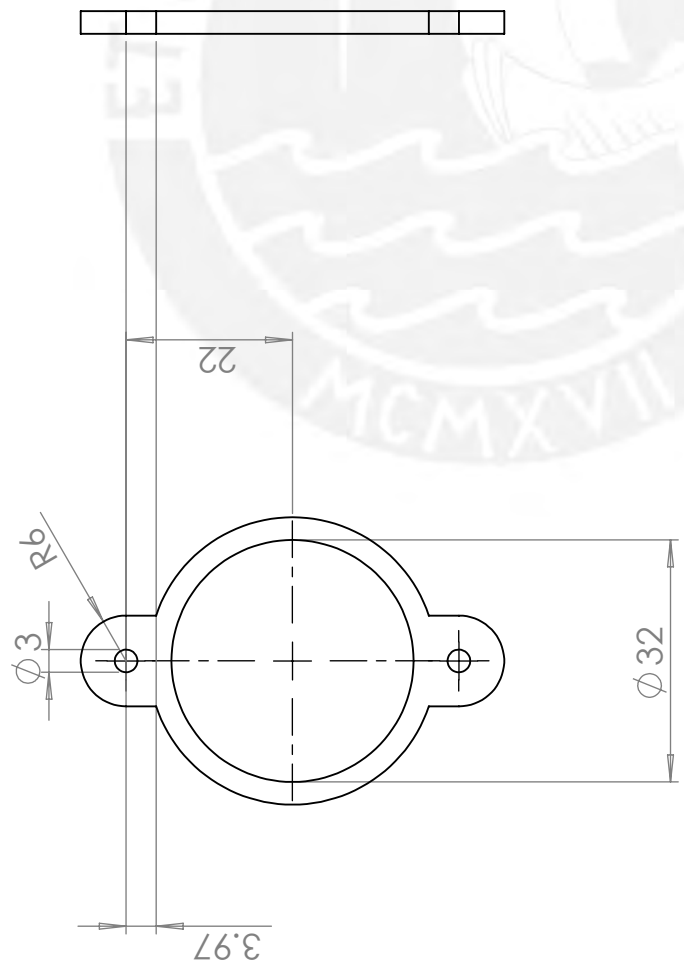
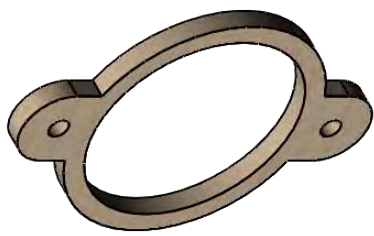
ROBOT MÓVIL (INTÉRPRETE)
TapaSuperior



ESCALA
1:1.5

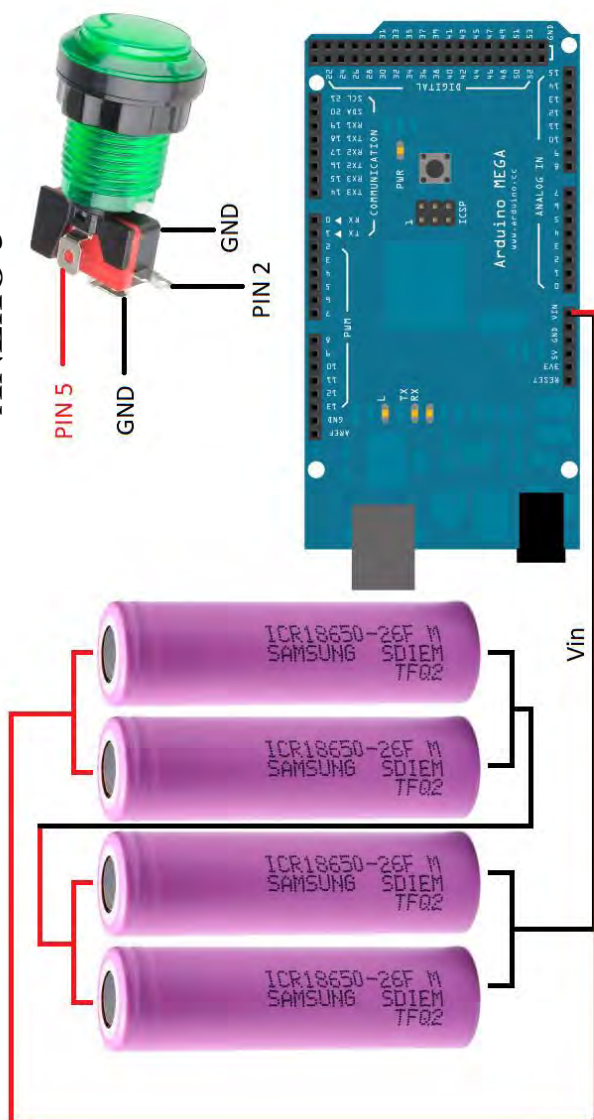
TRABAJO DE TESIS

LÁMINA B2-11



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA	
MÉTODO DE PROYECCIÓN		ROBOT MÓVIL (INTÉRPRETE)	ESCALA 1:1
		Soporte Parlante	
		TRABAJO DE TESIS	LÁMINA B2-12

ANEXO 5



Descripción	Número de Pin
LED0	38
LED1	40
LED2	42
LED3	44
LED4	46
LED5	48
LED6	50
LED7	52
ADC0	A0
ADC1	A1
ADC2	A2
ADC3	A3
ADC4	A4
ADC5	A5
ADC6	A6
ADC7	A7
COL0	36
COL1	34
COL2	30
COL3	28
COL4	26
COL5	24
COL6	22

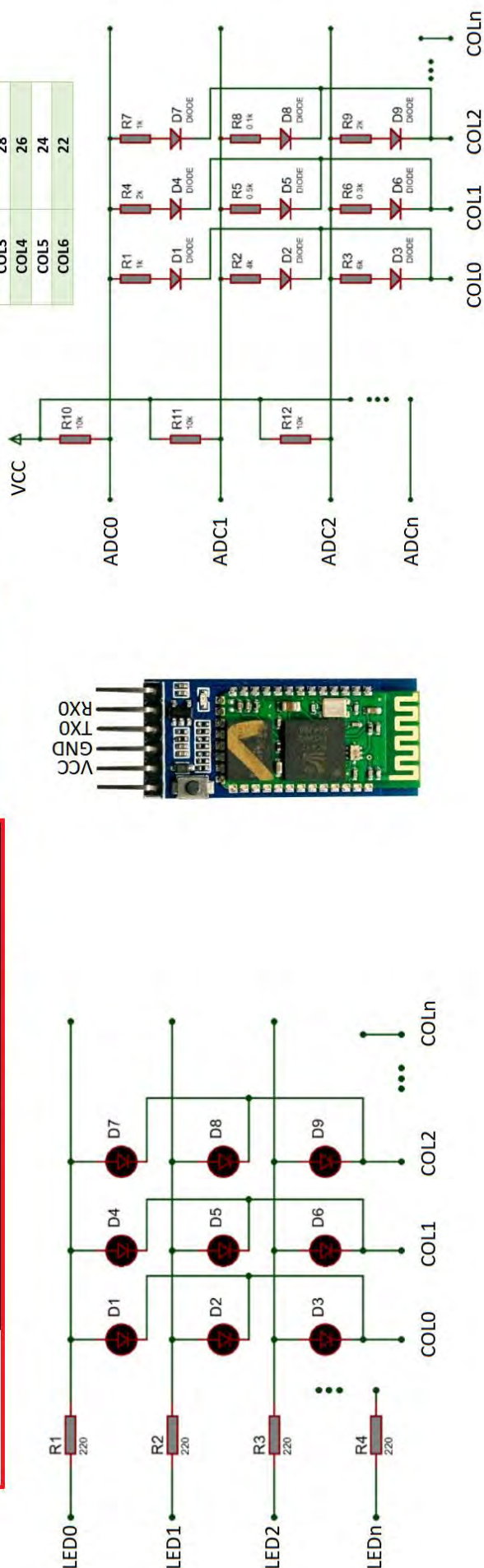


Fig. 5.1 Diagrama de conexiones del Tablero de Programación

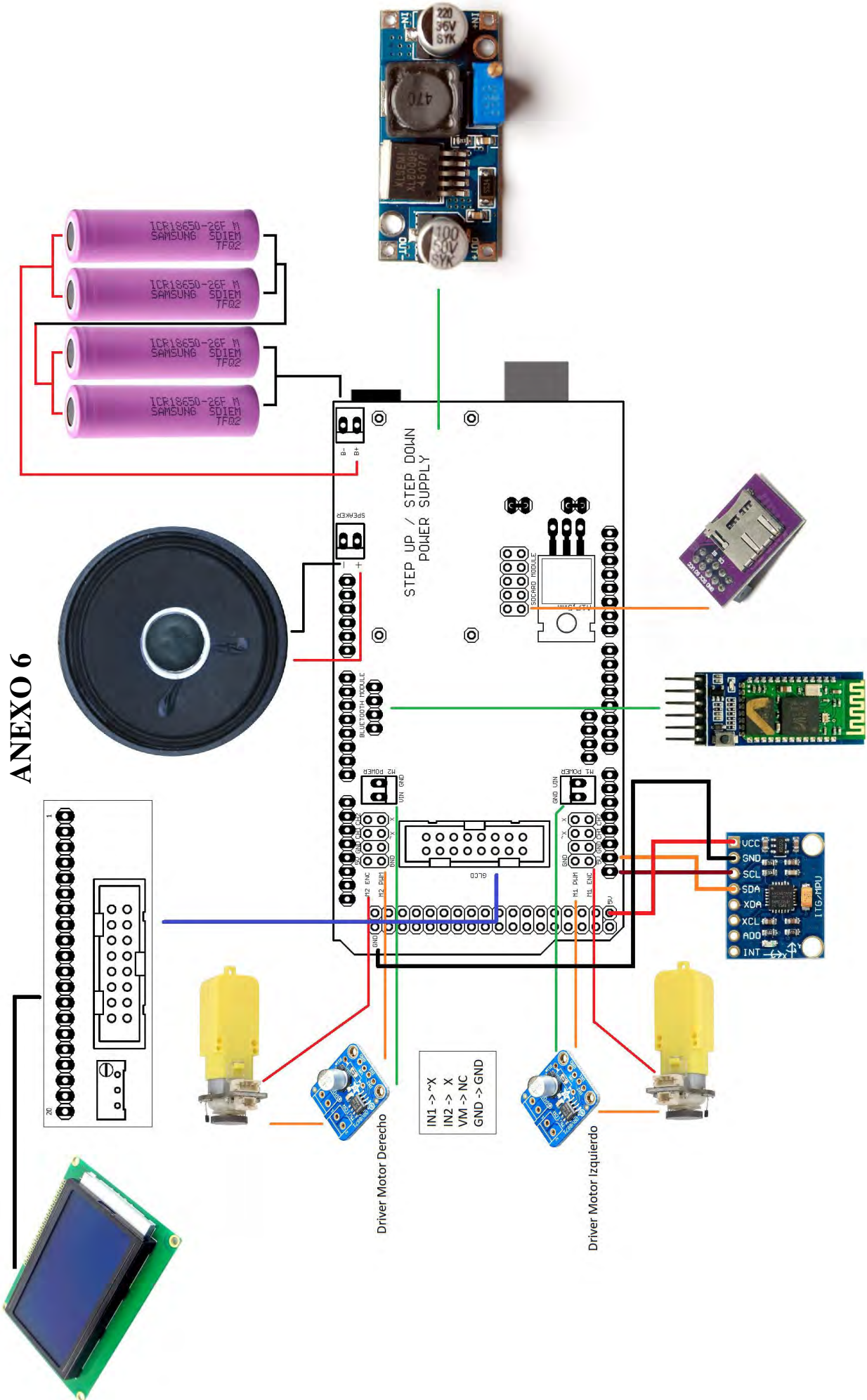


Fig. 6.1 Diagrama de conexiones del Robot Móvil