

# Robot Humanoide Bogobot 3

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Estado de México

**Proyecto Final de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Digitales y Robótica**

**Profesores:**

Dr. Alejandro Aceves López  
Dr. Miguel Ángel Gálvez Zúñiga

Dr. Francisco Ortiz Cerecedo  
Dr. Arturo Vargas Olivares

**Estudiantes:**

Alex Federico Núñez Escobar  
Ana Patricia Islas Mainou  
Rodrigo Mejía Jiménez



# Categoría Robocup Major Humanoid Kidsize

Robocup es una iniciativa internacional para promover la investigación.

Humanoid League busca que robots humanoides sean capaces de jugar partidos de fútbol de manera completamente autónoma.



Imagen de Robocup 2023: Humanoid League

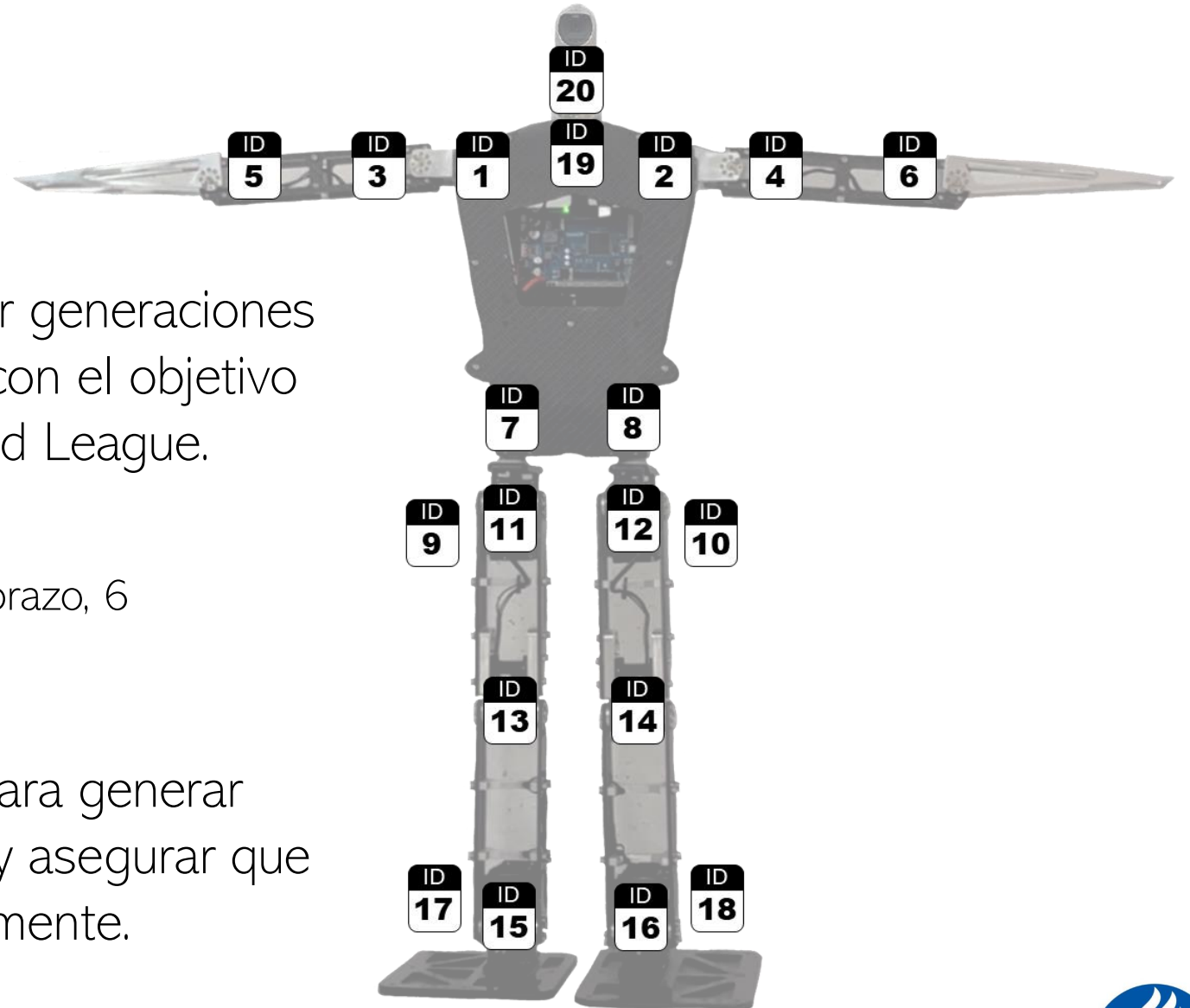
# El Robot Humanoide Bogobot 3

Es un robot humanoide desarrollado por generaciones pasadas de estudiantes del TEC CEM con el objetivo de participar en Robocup Humanoid League.

18

Grados de Libertad: 3 en cada brazo, 6 en cada pierna y 2 en la cabeza

Contiene electrónica especializada para generar controladores de alto nivel y bajo nivel y asegurar que el robot puede operar correctamente.

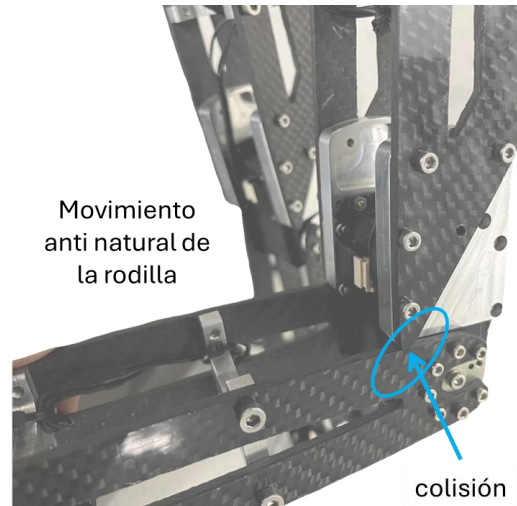


# Mecánica

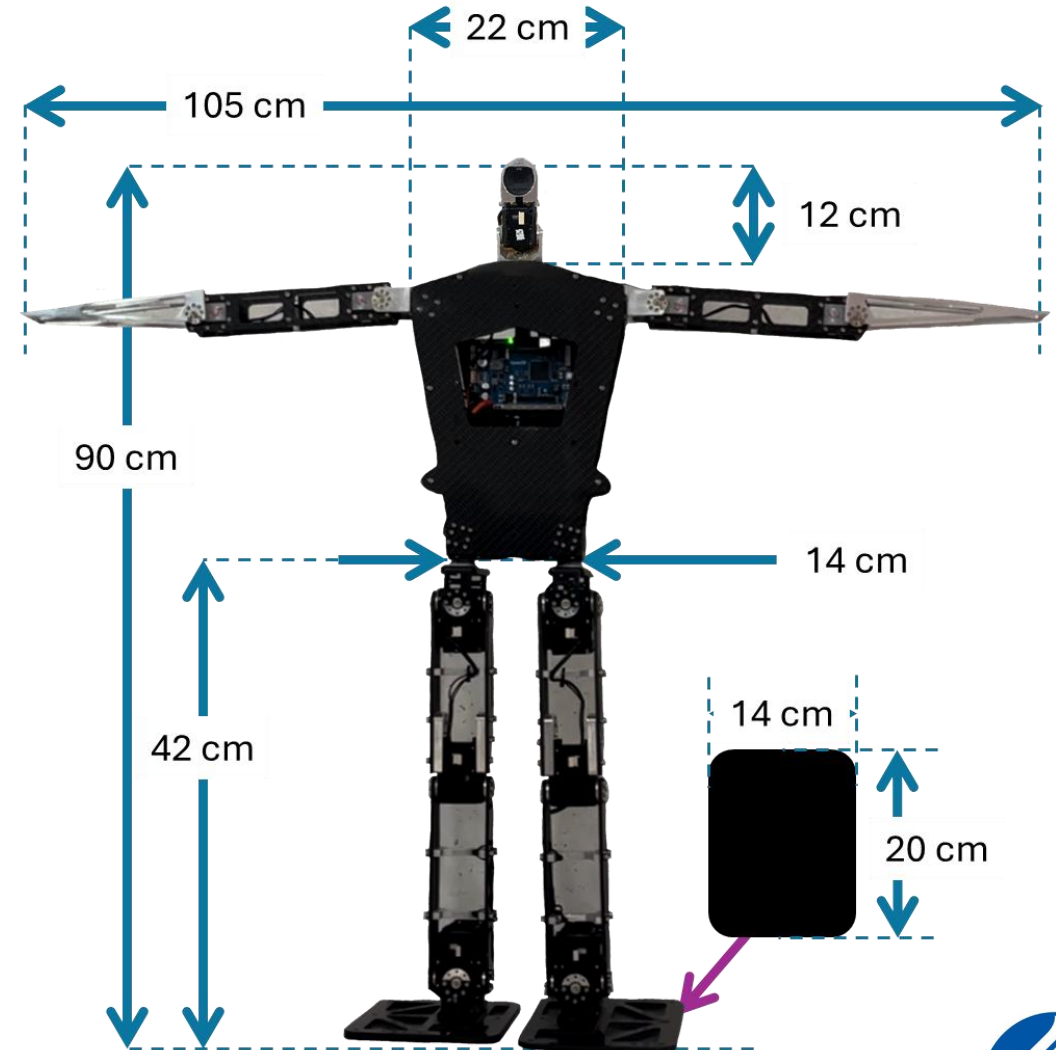
## Materiales y mantenimiento

- ➡ Conformado principalmente por fibra de carbono, aluminio 2020 y tornillería.
- ➡ Se recomienda dar mantenimiento utilizando destornilladores allen, plano y de cruz Turnigy.

## Colisiones



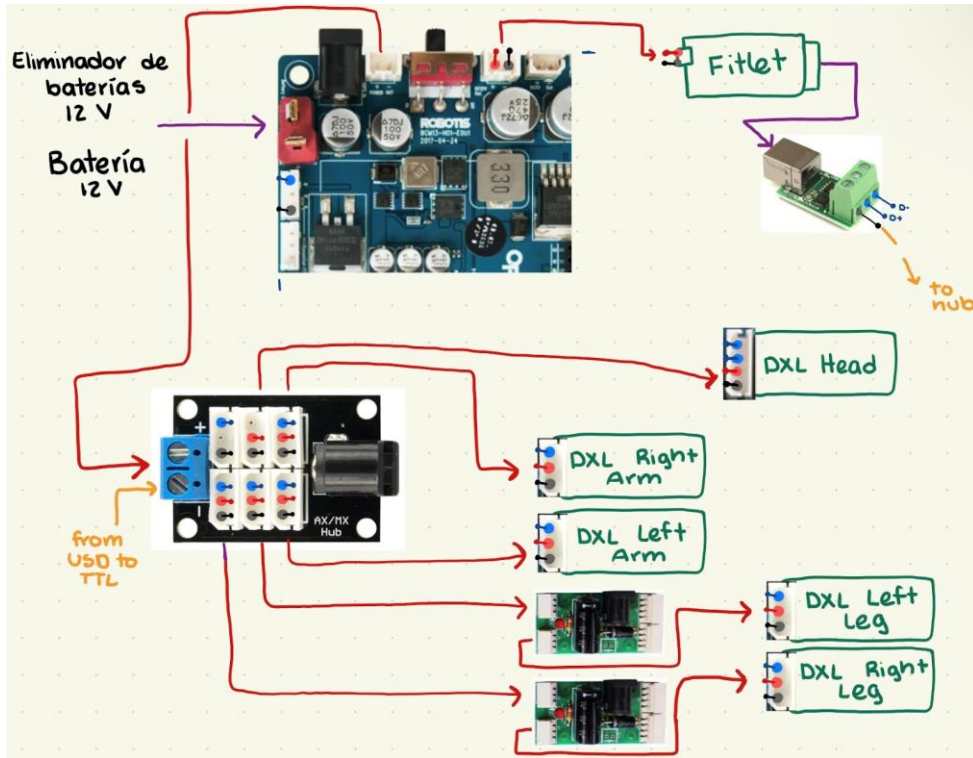
## Dimensiones Generales del Robot





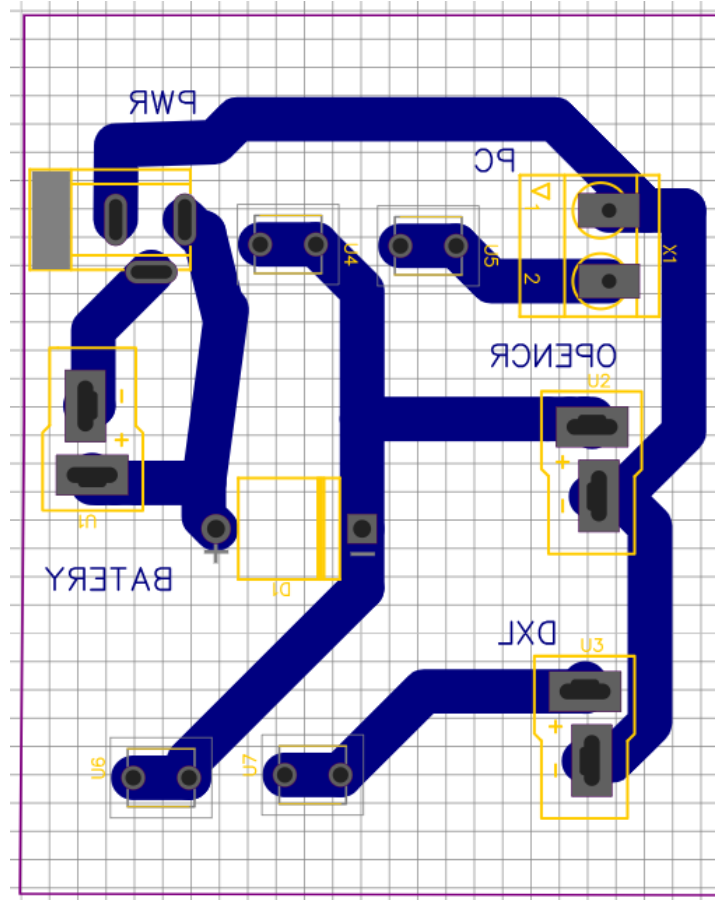
# Electrónica

## Distribución de Potencia



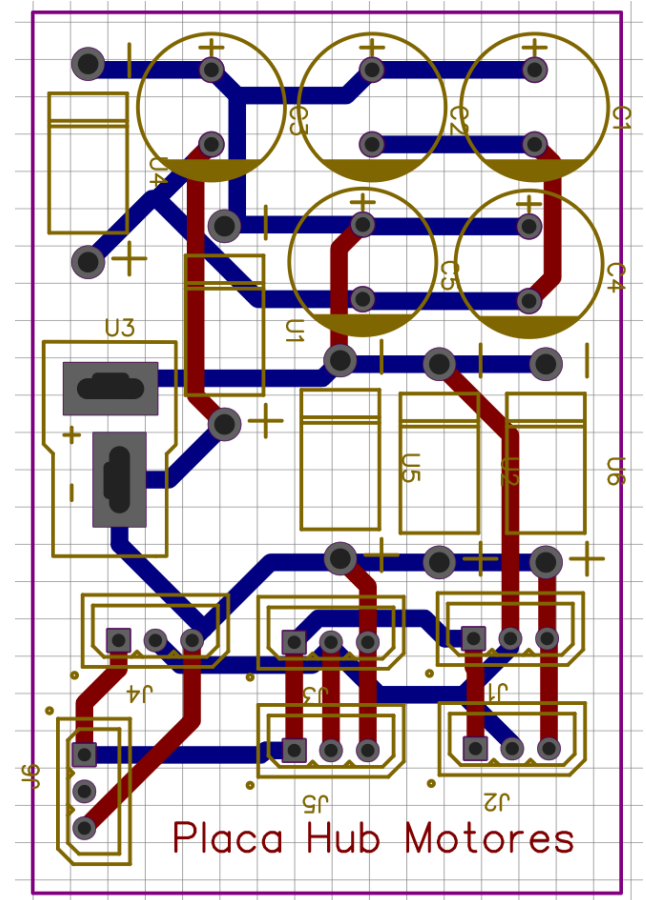
La Open CR distribuye la potencia y se quema el fusible interno. Faltan supresores de picos.

## Propuesta para Área de Oportunidad



Placa de Distribución de Potencia

Permite switcheo de fuentes, cuenta con protección para la electrónica.



Placa Hub de Motores

Suprime los picos de todas las cadenas

# Cinemática Directa

## Mapeo de OP3 por Webots



Se obtiene el sentido positivo de los ejes articulares

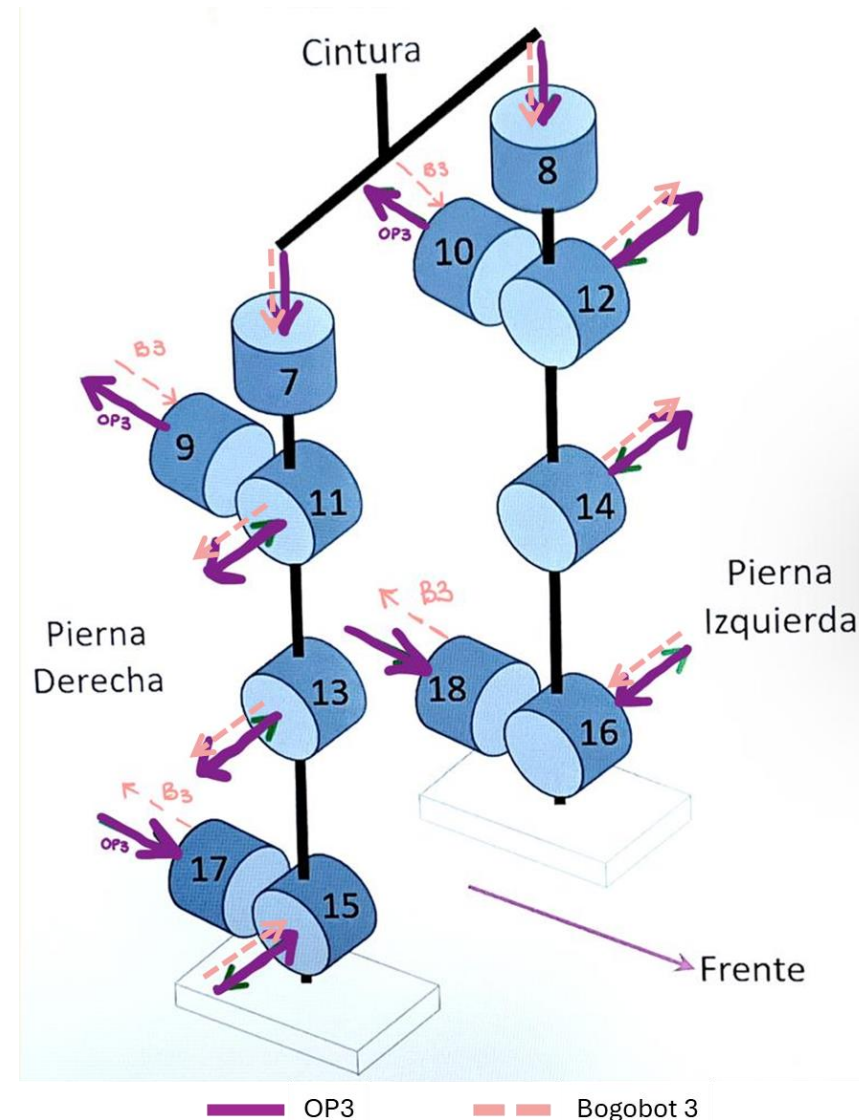
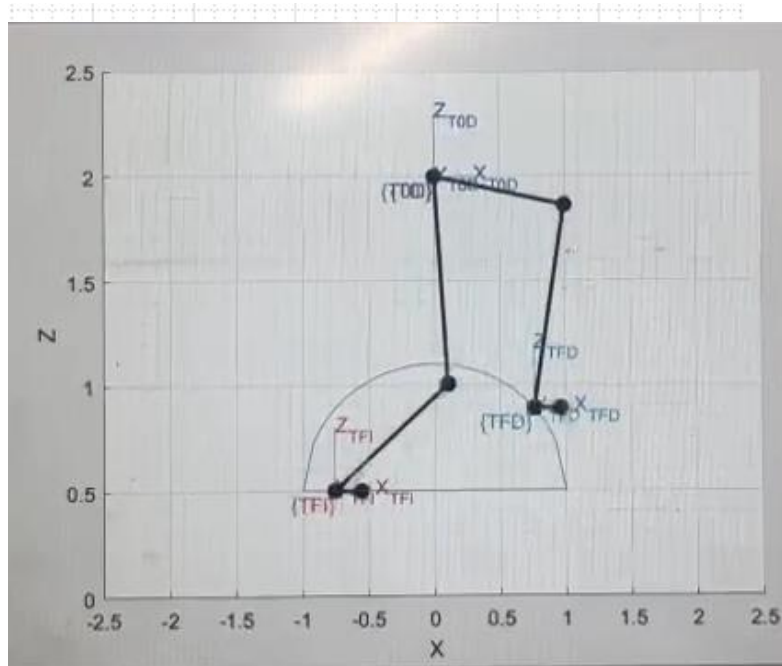


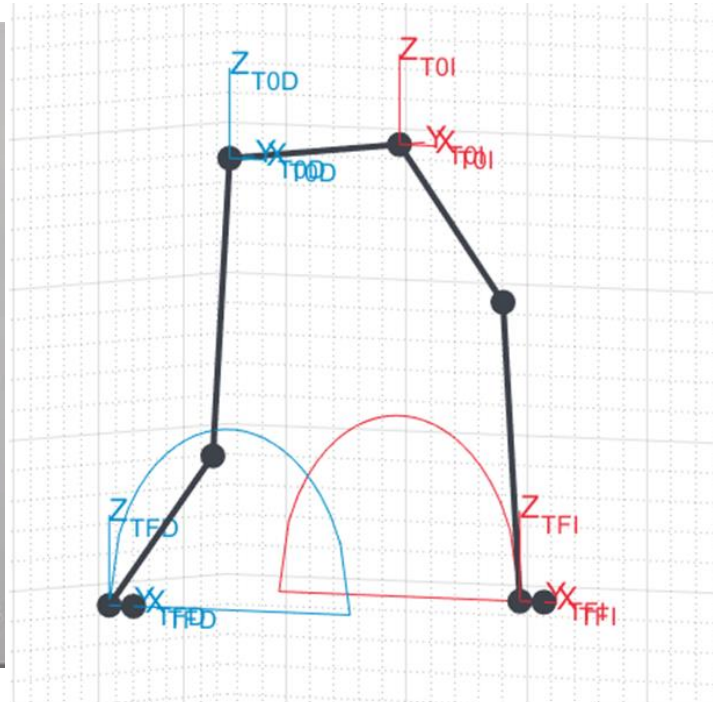
Imagen adaptada del Dr. Alejandro Aceves

# Cinemática Inversa

## Simulación de Trayectorias en Matlab



Vista lateral 2D



Vista isométrica 3D

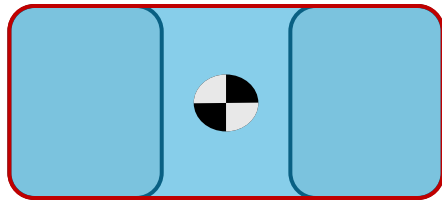
Confirma que la cinemática inversa funciona



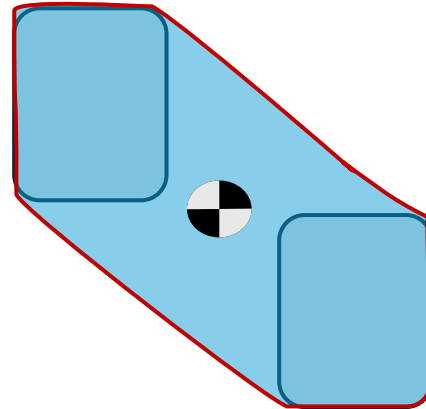
Prueba de Cinemática Inversa en Bogo3

# Dinámica – Zero Moment Point

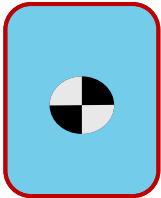
Double Stand Init



Double Stand Walk A

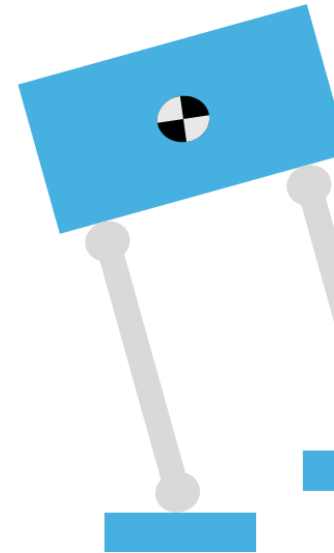


Single Stand Left Leg

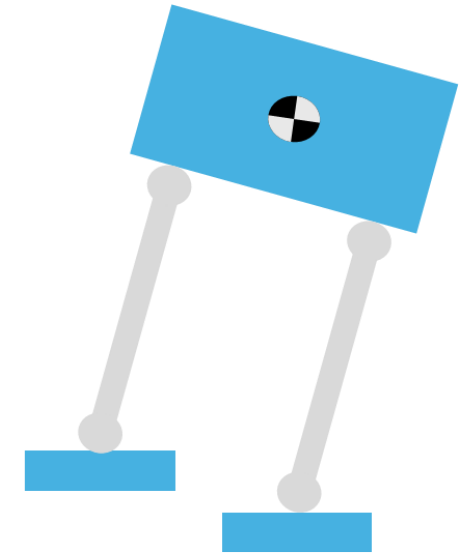
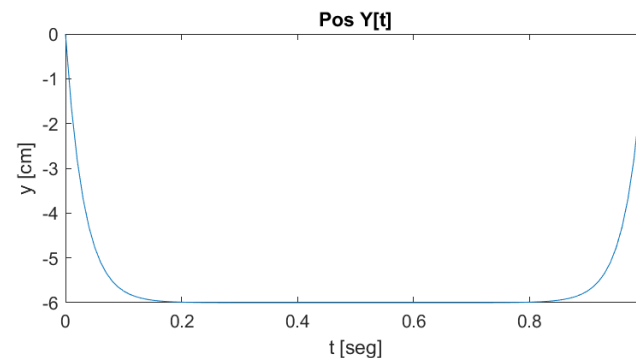


El centro de masa debe quedar en el polígono de soporte

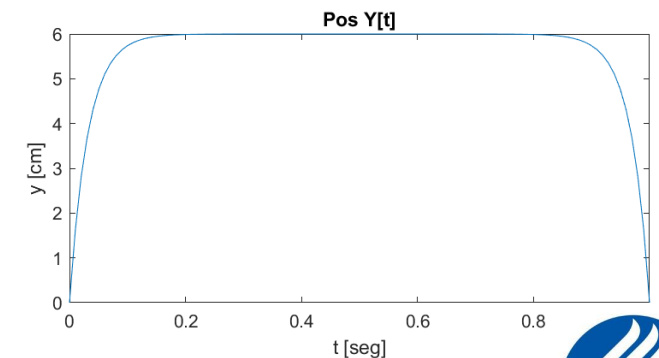
## Zero Moment Point en el eje Y



Cadereo a la derecha usando ZMP

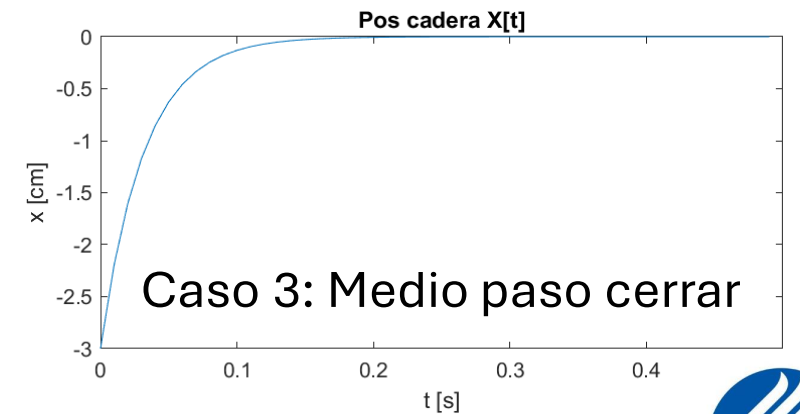
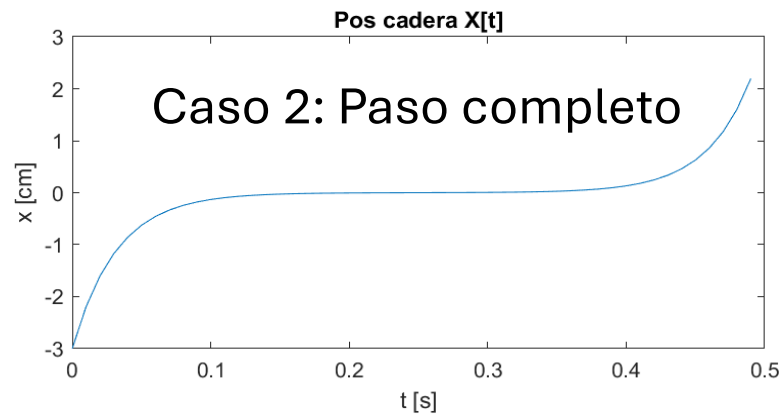
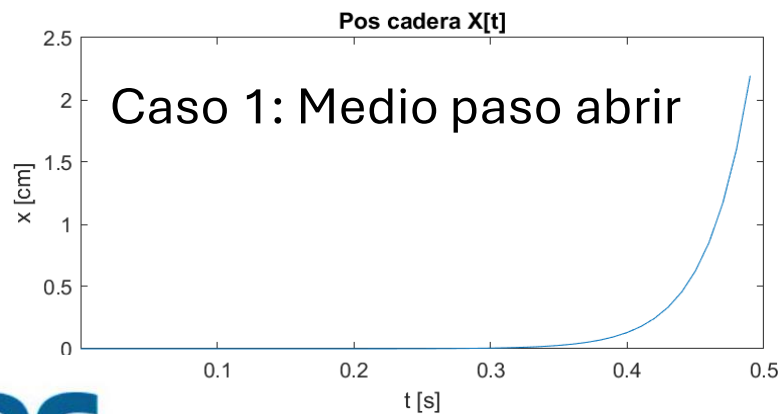
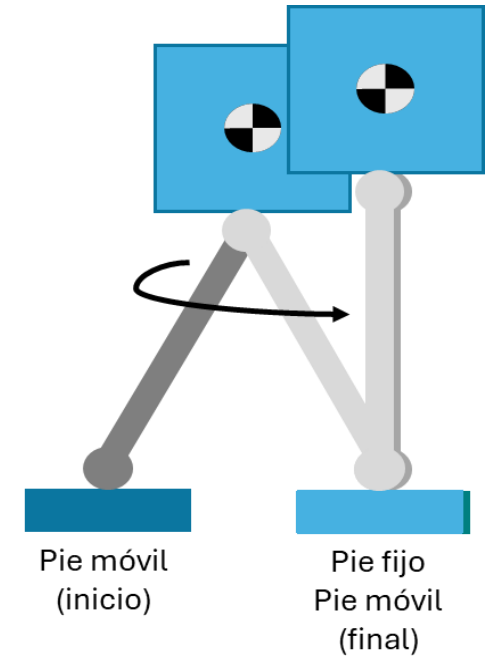
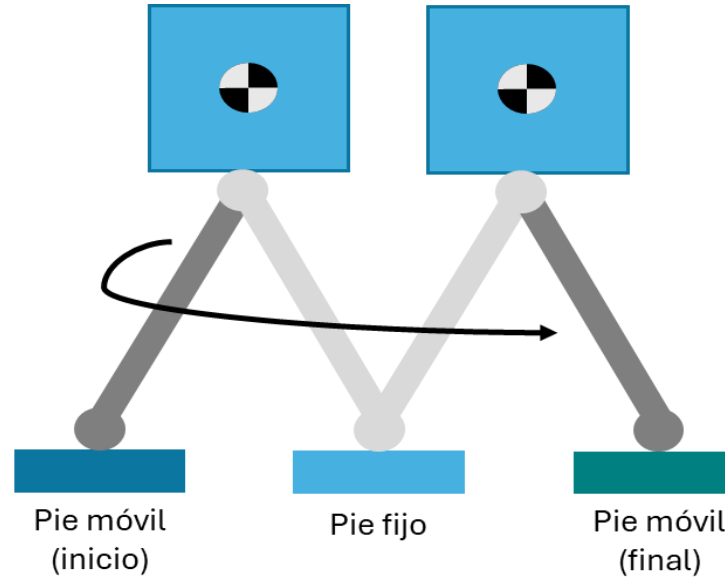
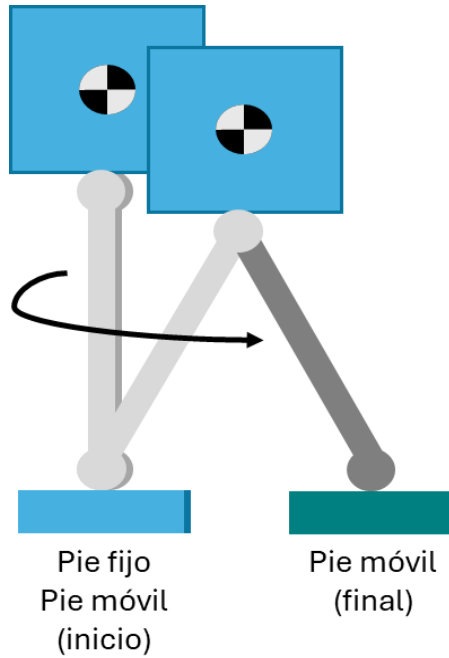


Cadereo a la izquierda usando ZMP



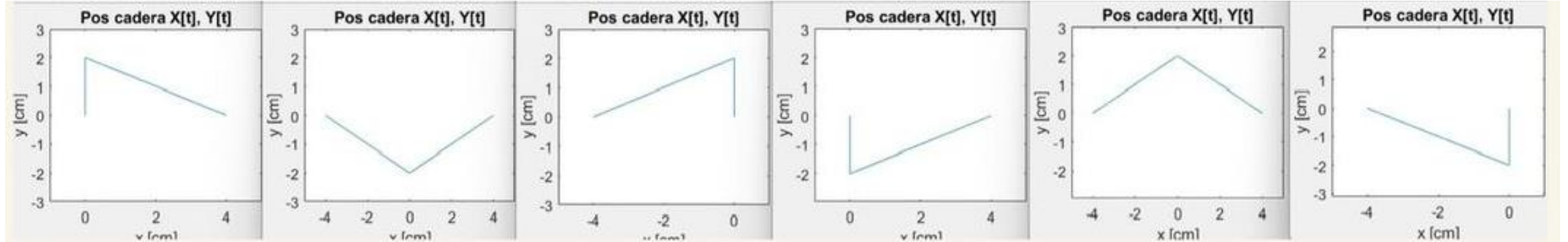


# Zero Moment Point en el eje X



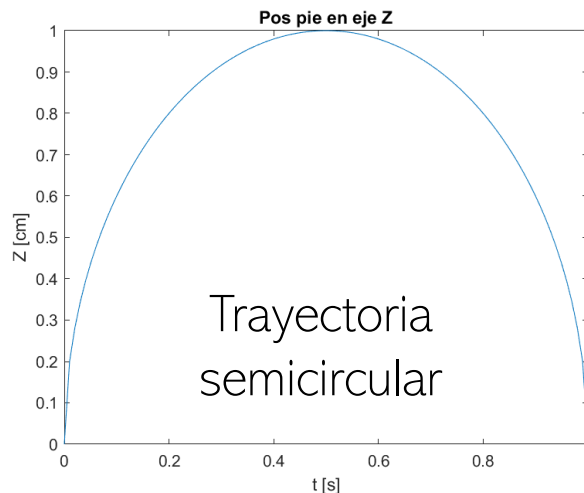
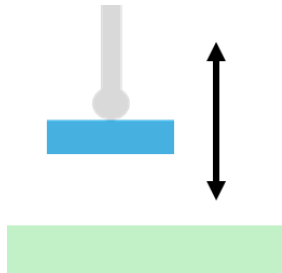
# Trayectorias para Caminar

## ZMP en el plano XY



### Pie móvil

Se levanta el pie rápido y vertical sobre el eje Z para minimizar la fricción.

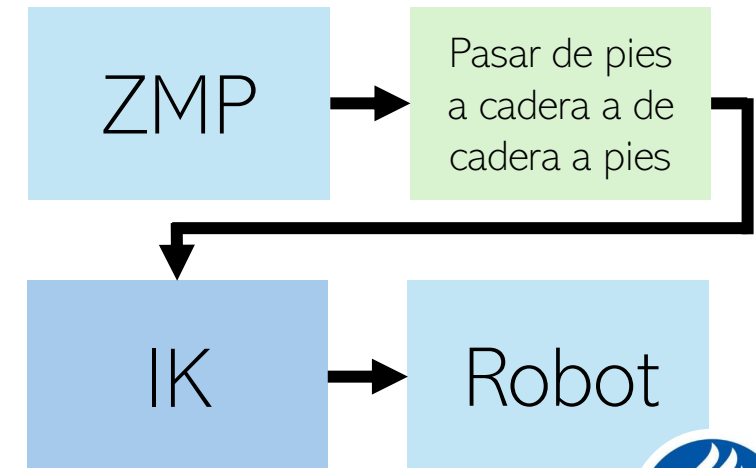


### Pie fijo

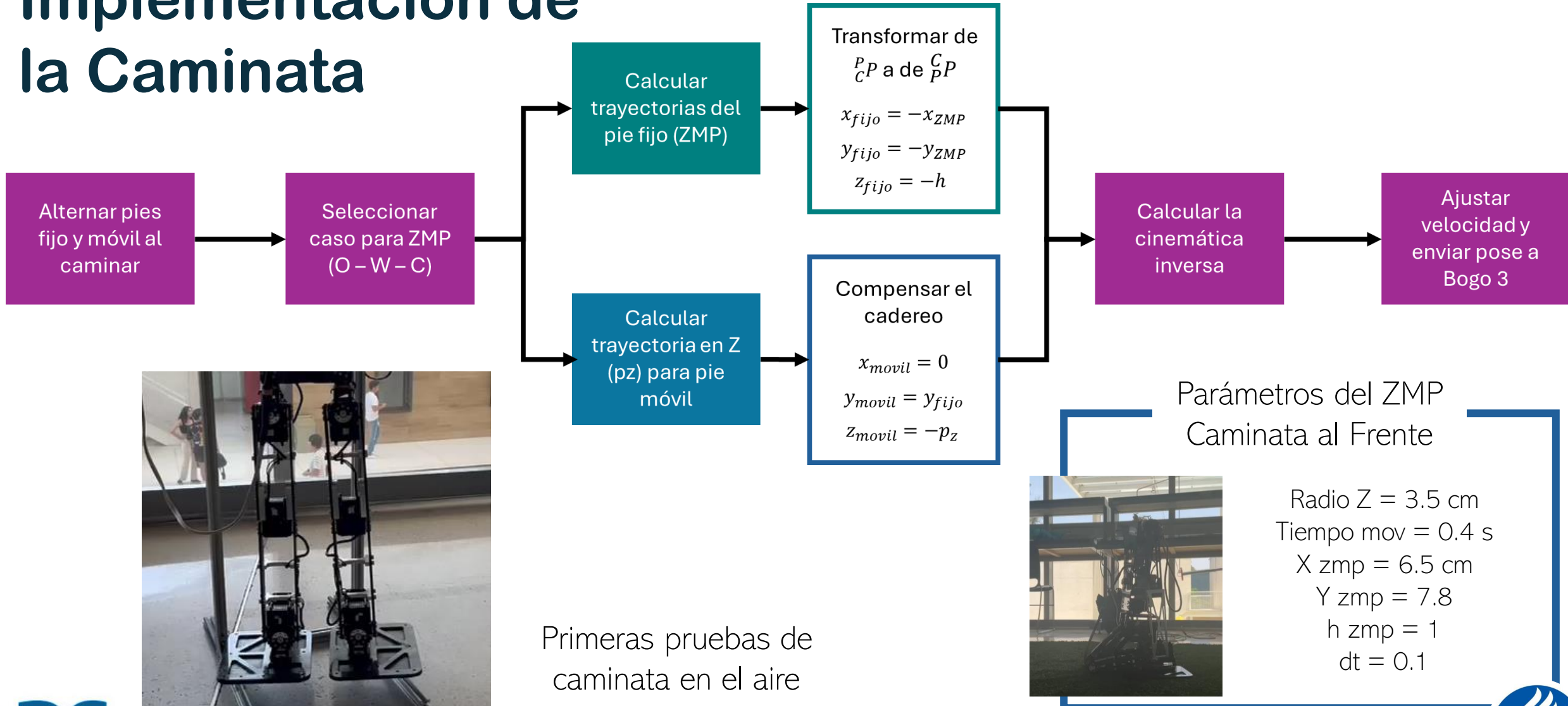
Con álgebra de transformaciones se obtiene que:

$${}^0_P x = -{}^P_0 x$$

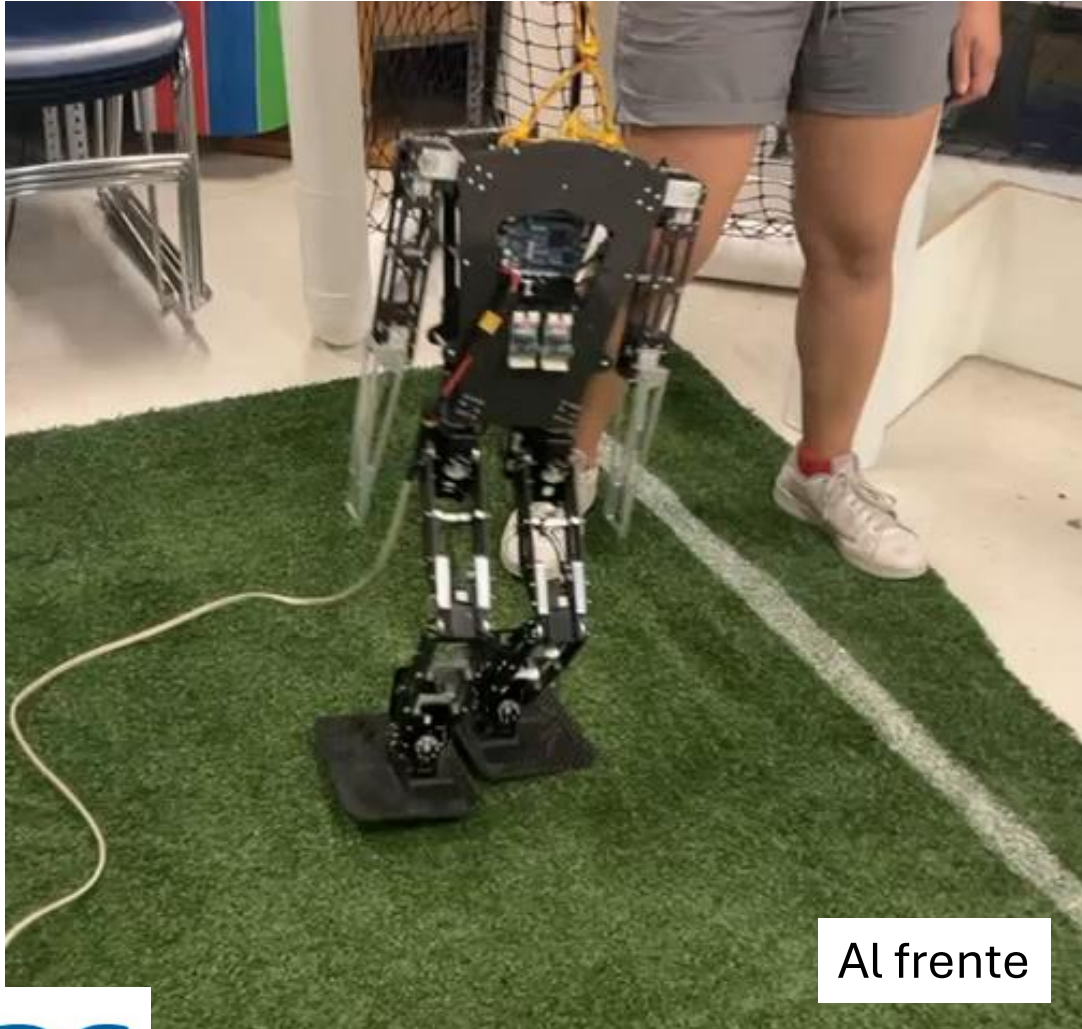
$${}^0_P y = -{}^P_0 y$$



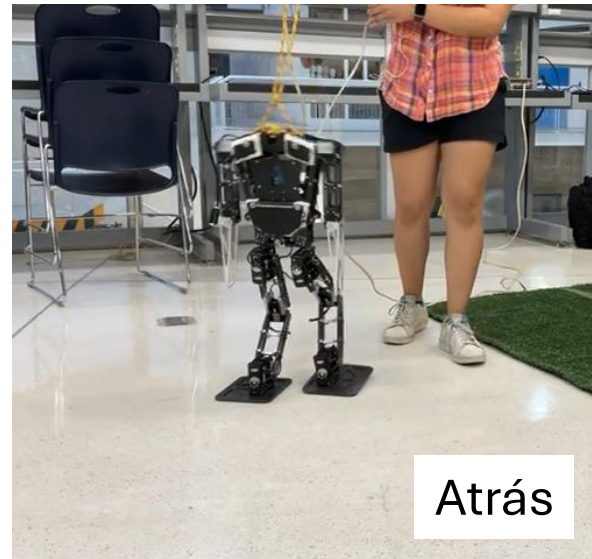
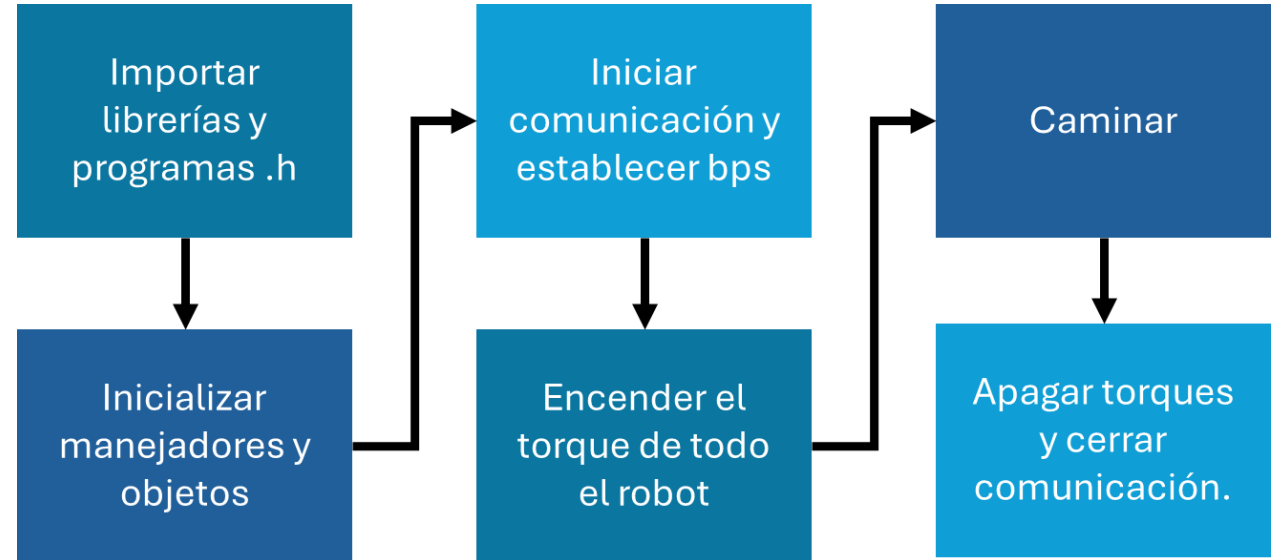
# Implementación de la Caminata



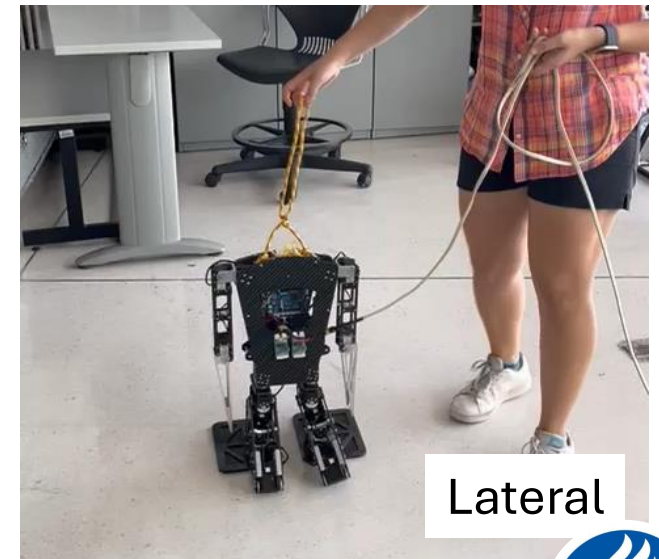
# Caminata de Bogobot3



Al frente



Atrás



Lateral



# La Fitlet de Bogo3



## Librerías y Versiones

Ros Melodic  
Ubuntu versión  
(18.04.6 LTS)

Librerías:

CV2	(3.2.0)
rospy	(1.14.13)
numpy	(1.13.3)
Python	(2.7.17)

ROS



# Detección del Balón

1

Aumento de brillo de la imagen y filtro del color verde

2

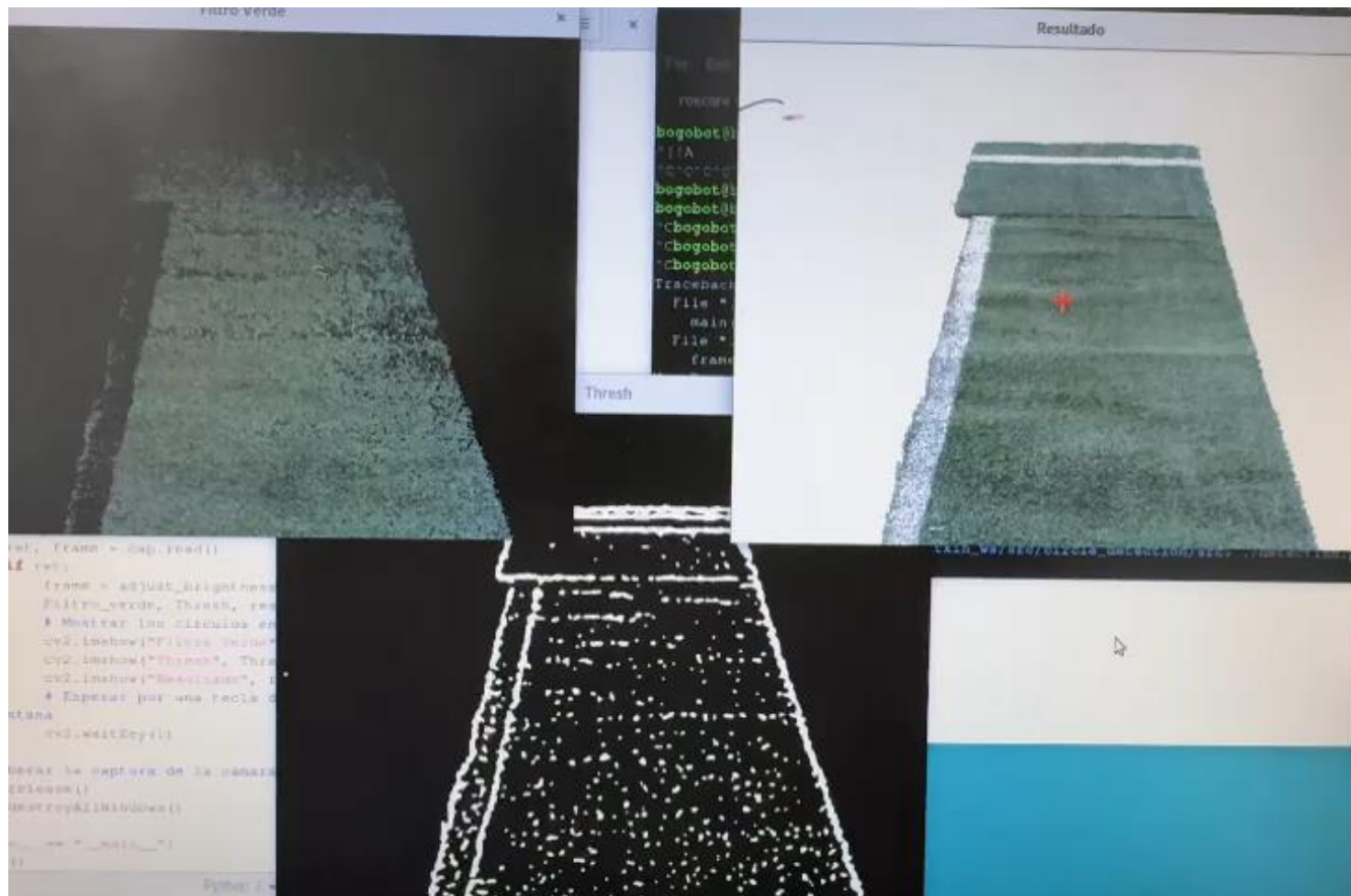
Pasar a escala de grises y reducción del ruido gaussiano

3

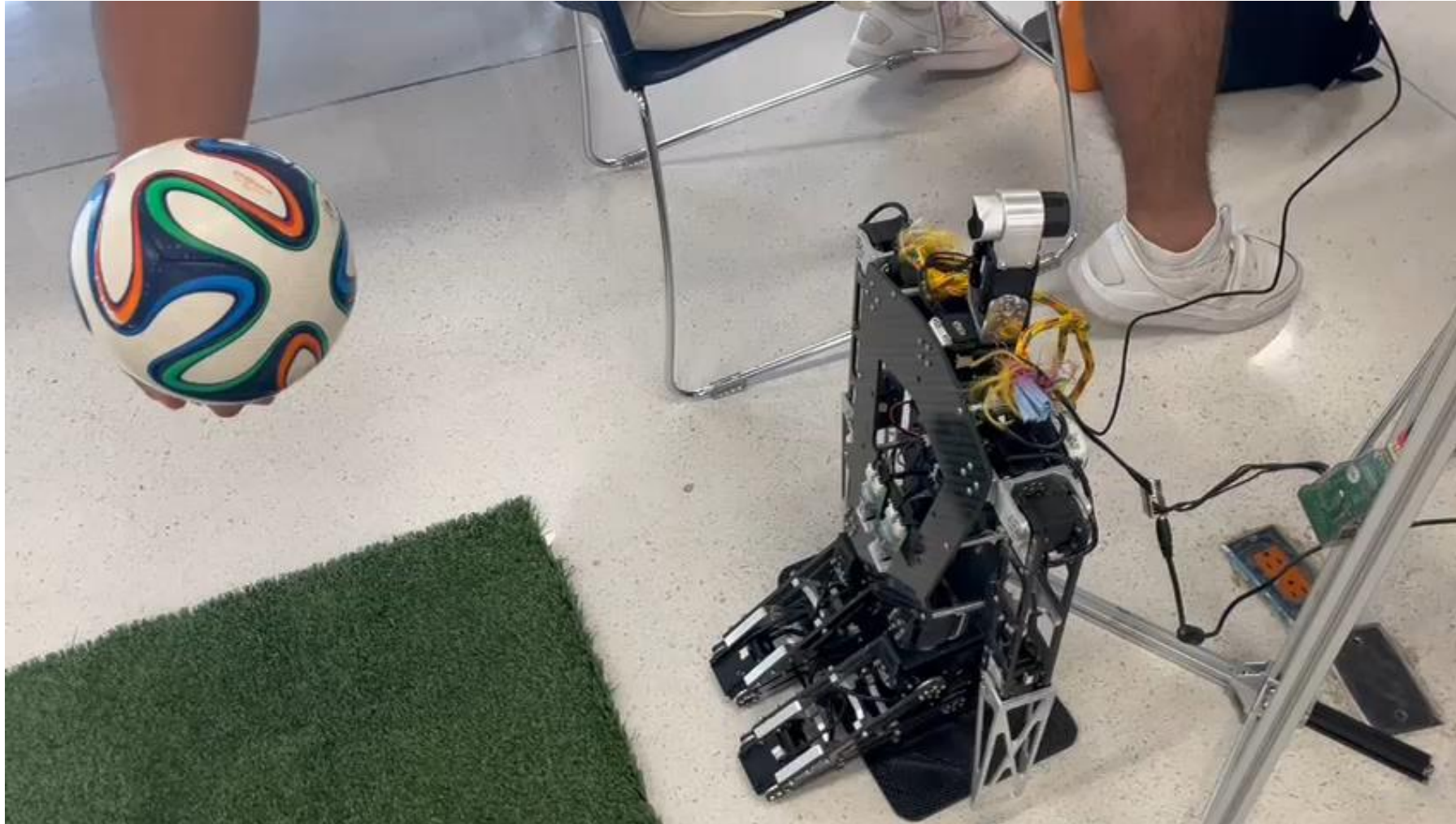
Aplicación de umbral adaptativo para suavizar la imagen

4

Aplicación de erosión y dilatación y detección de círculos de Hough.



# Control de Posición del Cuello





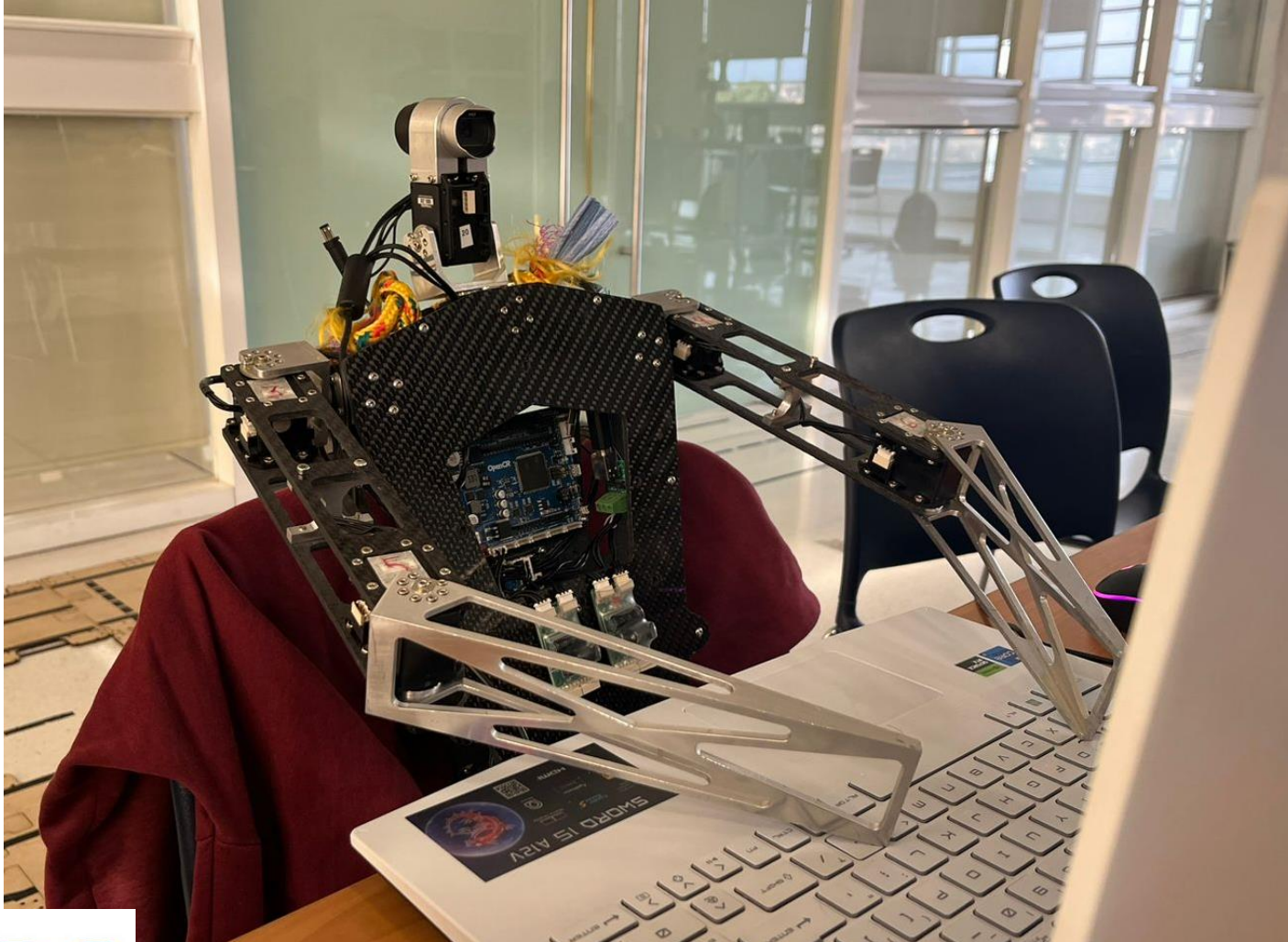
# Pruebas conjuntas futuras

Una prueba conjunta futura es poner a Bogobot 3 a caminar y grabar lo que el robot ve caminando para probar el algoritmo de detección en el video.





# Trabajo Futuro



- ➡ Mejorar la calibración de la caminata lateral y hacia atrás.
- ➡ Implementar algoritmos de control de lazo cerrado utilizando la IMU
- ➡ Generar secuencias de paro estático y de patear la pelota.
- ➡ Generar un manual de ensamblaje y un modelo CAD del humanoide
- ➡ Manufacturar las PCB con un profesional e incorporarlas a Bogo3.
- ➡ Mejorar detección de la pelota y detectar porterías y cancha.
- ➡ Integrar controles de alto y bajo nivel de Bogo3 usando ROS.

Muchas gracias por su atención, quedamos abiertos a  
contestar sus preguntas

# Robot Humanoide Bogobot 3

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Estado de México

**Proyecto Final de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Digitales y Robótica**

**Profesores:**

Dr. Alejandro Aceves López  
Dr. Miguel Ángel Gálvez Zúñiga

Dr. Francisco Ortiz Cerecedo  
Dr. Arturo Vargas Olivares

**Estudiantes:**

Alex Federico Núñez Escobar  
Ana Patricia Islas Mainou  
Rodrigo Mejía Jiménez

