



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO MECATRÓNICO  
DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**TEMA:**

“Diseño y construcción de un sistema prototipo para transporte de carga pesada semiautomático, a través de un mecanismo eléctrico con orugas y el uso IoT para el registro de datos de las máquinas de mantenimiento correctivo y preventivo en la empresa GRUPOMEGA de la ciudad de Quito.”

”

**AUTORES:**

CHUQUITARCO GUAGCHINGA, CRSITIAN EDUARDO  
TOALASPIAZU, HASDRUWERS RAFAEL

**DIRECTOR:**

ING. CAIZALITÍN QUINALUISA, EDWIN ALEJANDRO

**LATACUNGA 2022**



# AGENDA

- Introducción
- Desarrollo e Implementación
- Resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Video



# AGENDA

- Introducción
- Desarrollo e Implementación
- Resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Video



# INTRODUCCIÓN

## ANTECEDENTES

Levantamiento de cargas



Carretillas manuales



Control y Registro



# INTRODUCCIÓN

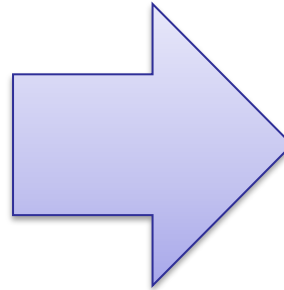
## RESUMEN

Recursos poco eficientes

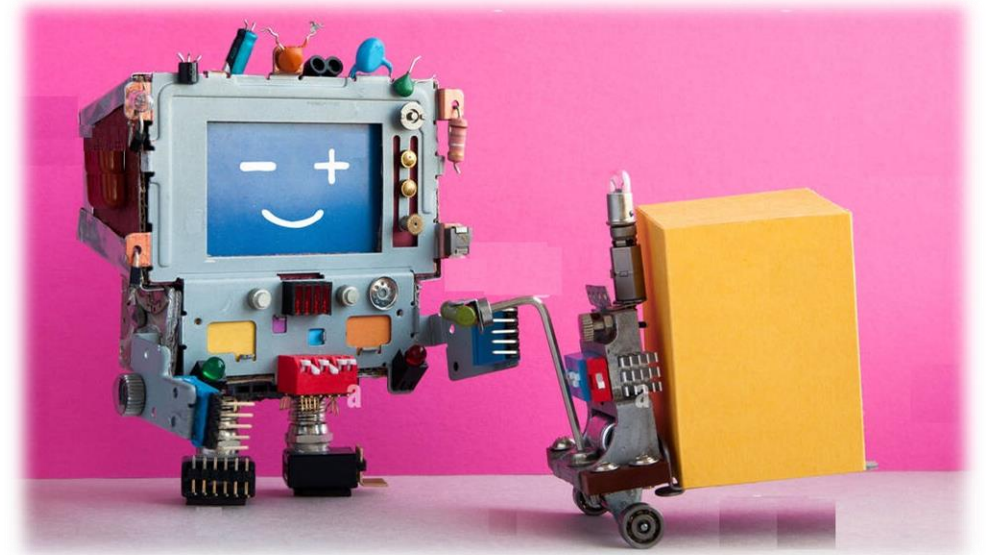
*dreamstime.*



Solución eficiente con poca inversión



Sistema semiautomático de transporte de cargas pesadas por escaleras



Varias etapas de diseño y construcción



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# INTRODUCCIÓN

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



Mantenimiento  
Preventivo y correctivo



Desperdicio de horas técnico  
Tiempo extenso en transporte de  
máquinas



Afectaciones al cuerpo  
humano por cargas  
pesadas



# INTRODUCCIÓN

## OBJETIVO GENERAL

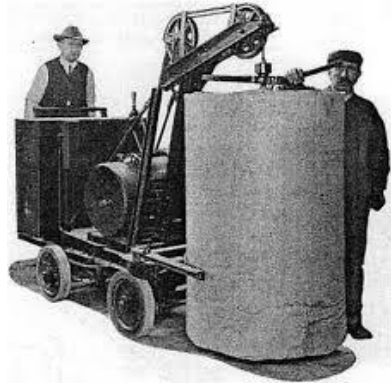
Diseñar y construir un sistema prototipo para transporte de carga pesada semiautomático, a través de un mecanismo eléctrico con orugas y el uso IoT para el registro de datos de las máquinas de mantenimiento correctivo y preventivo en la empresa GRUPOMEGA de la ciudad de Quito.



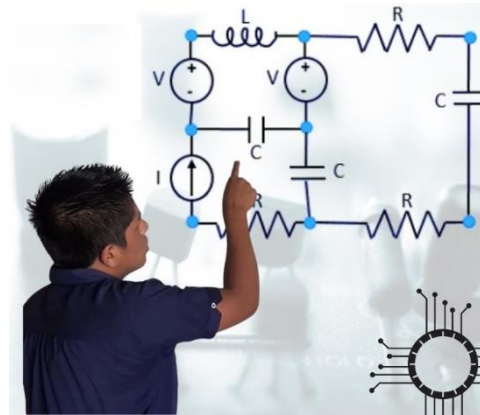
# INTRODUCCIÓN

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Investigar prototipos y sistemas



Diseño y análisis de circuitos



Interfaz de control y registro

MÁQUINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

Servicio de Mantenimiento Industrial, Proactiva y Predictiva.

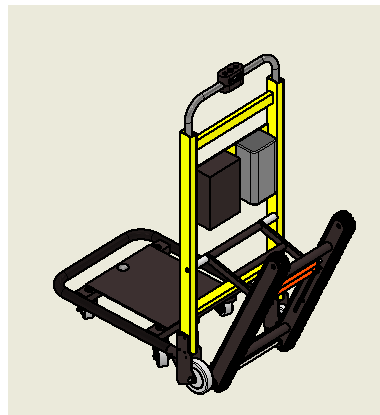
- Equipo fijo y caliente de la industria alimenticia
- Control de vibraciones y temperatura
- Sistemas de extracción
- Áreas acondicionadas
- Limpieza de ductos

Limpieza de ductos y sistemas de extracción industrial

GRUPO MESA ha ofrecido un servicio único en Ecuador en LIMPIEZA DE DUCTOS APLICANDO tecnología de última generación (FOK) para una limpieza y desinfección automatizada para solventar a los paros y correr la grasa dura y líquida a través de un robot de cc

REGISTRO DE MÁQUINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO		
Máquina	Peso	Fecha
Aspiradora Industrial	30	2022-08-11 02:23:56
Aspiradora Industrial	30	2022-08-11 03:36:20
Máquina de Ductos C	85	2022-08-11 03:25:05
Máquina de Ductos C	85	2022-08-11 03:24:02
Peso de prueba	2.8	2022-07-30 13:37:17
Peso de prueba	2.3	2022-08-04 14:45:05

Simulación CAD

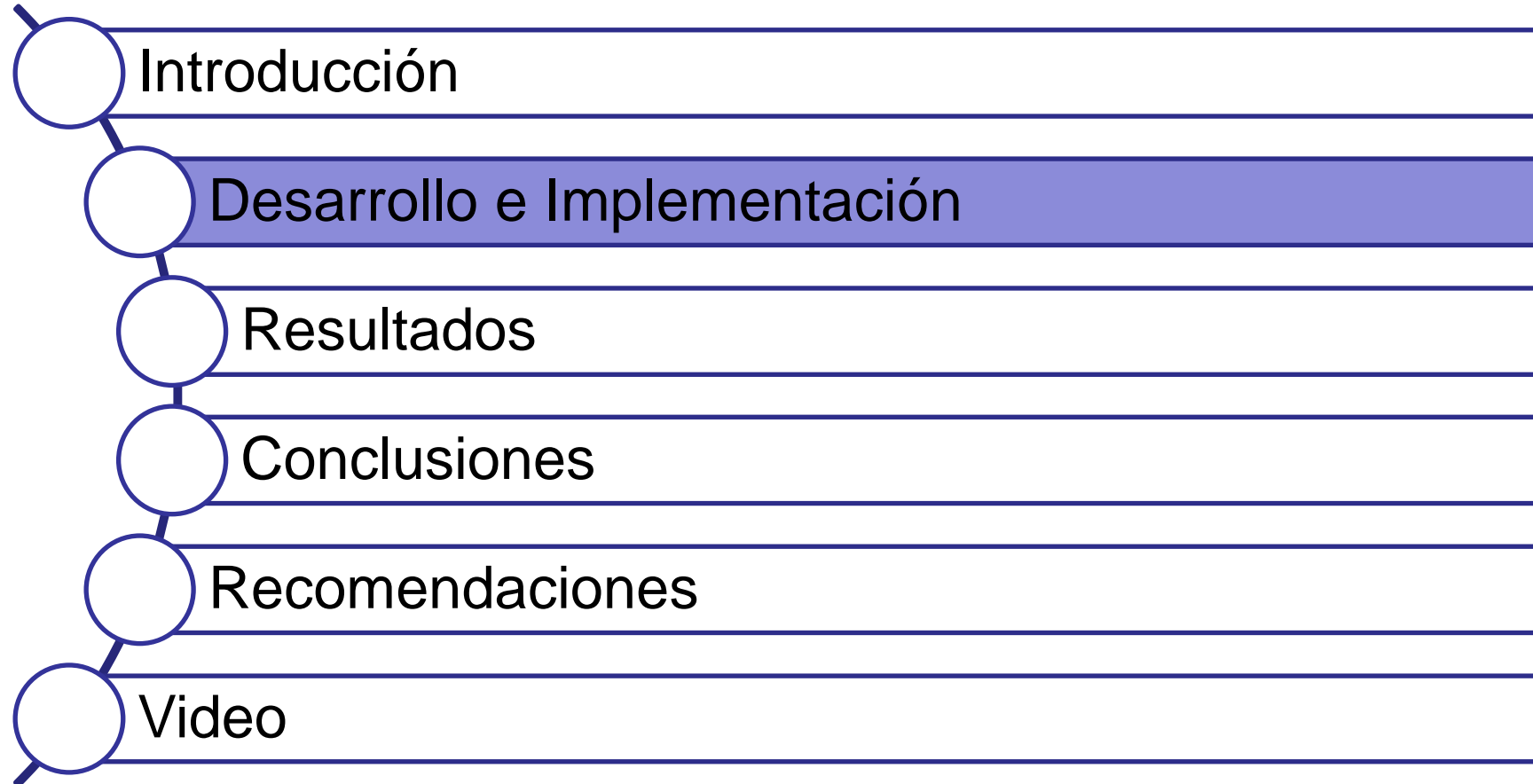


Resultados





# AGENDA



# DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

## DISEÑO DE LA ESTRUCTURA



Estructura

- Forma y tamaño
- Selección de materiales
- Acople de motor y sistema de pesado
- Tipo y forma de llantas oruga
- Ubicación de control, circuitos y fuente de alimentación



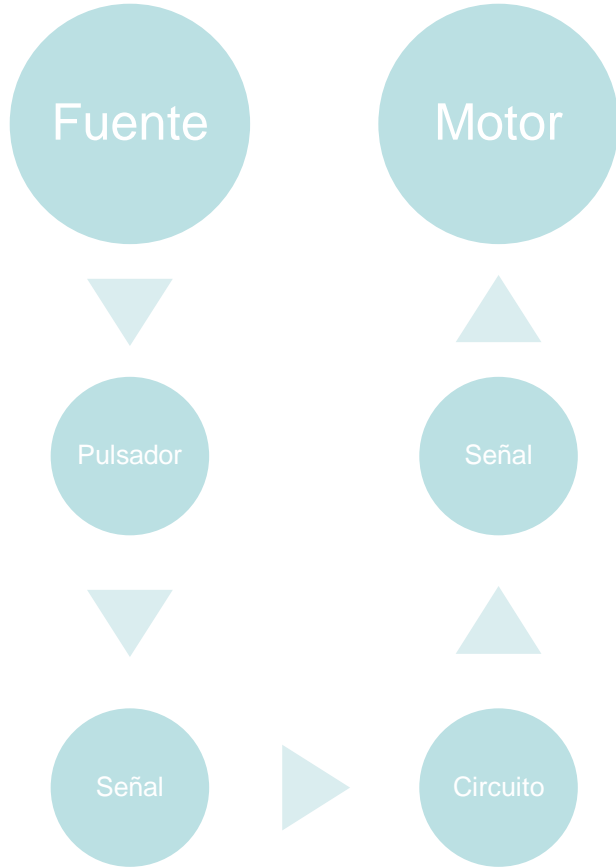
# Fuente de Alimentación



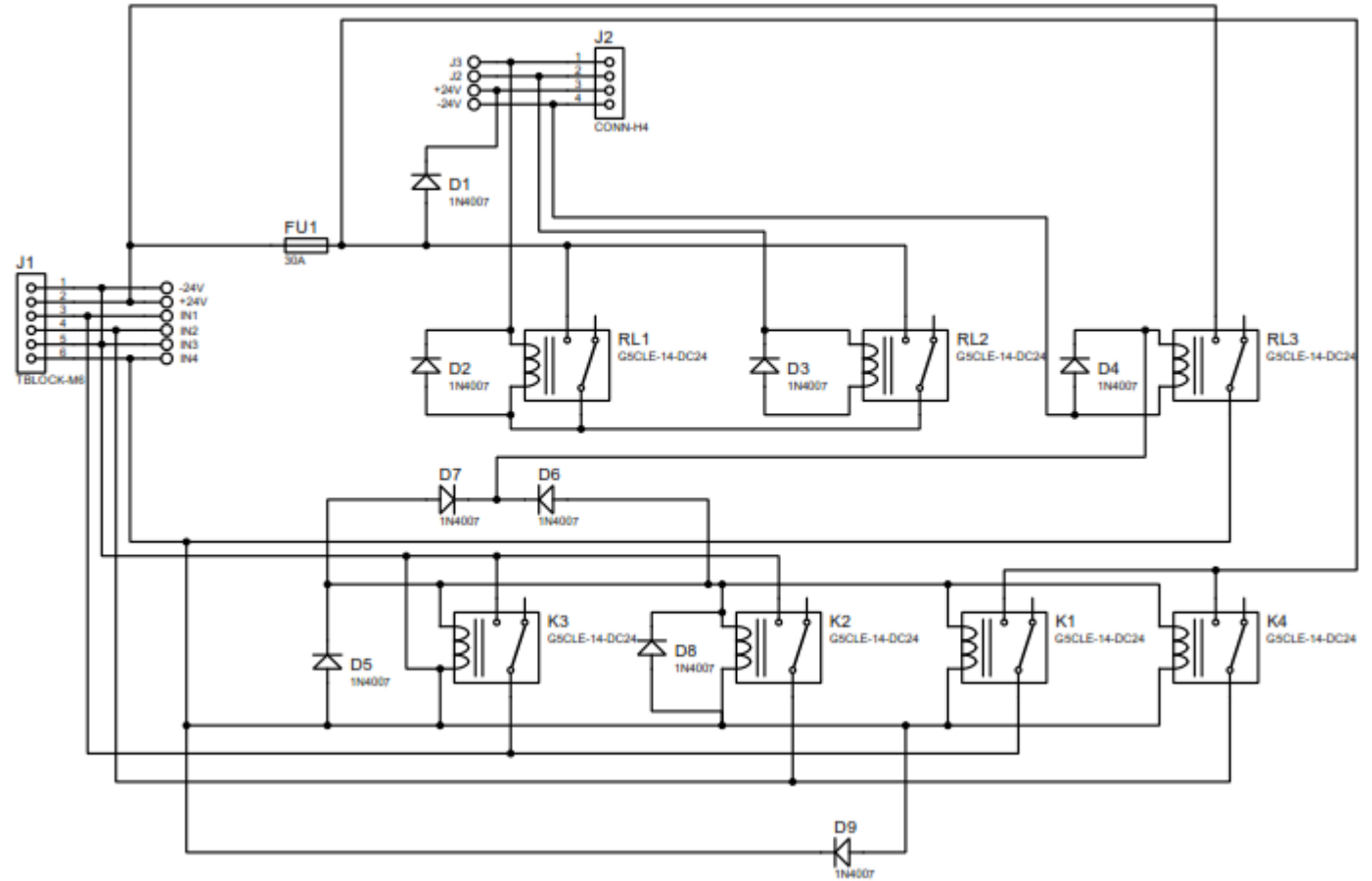
24 DC  
220W  
100 Ah



# Control ON/OFF



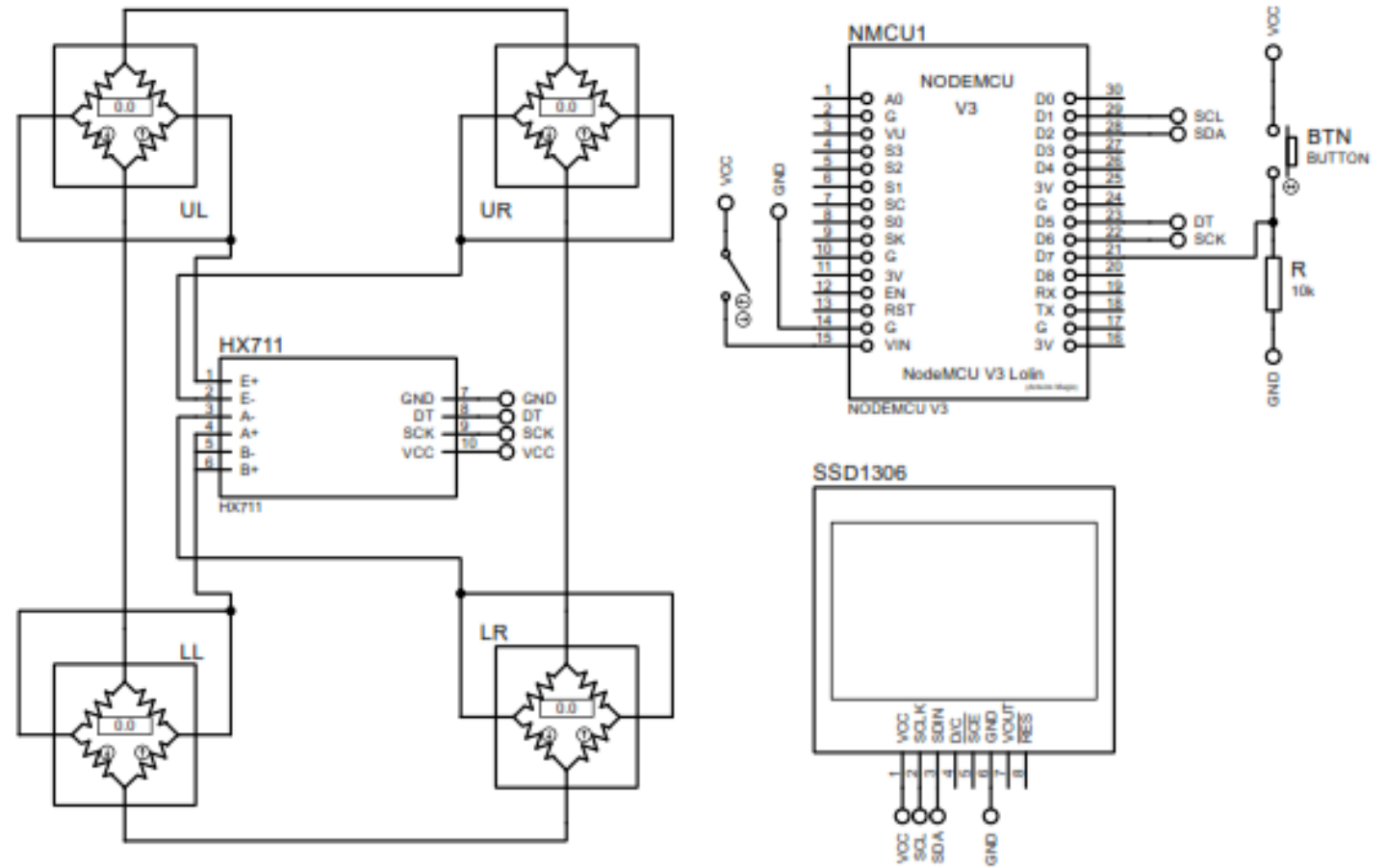
## Circuito de potencia



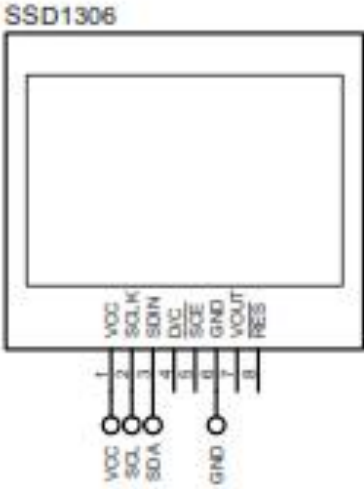
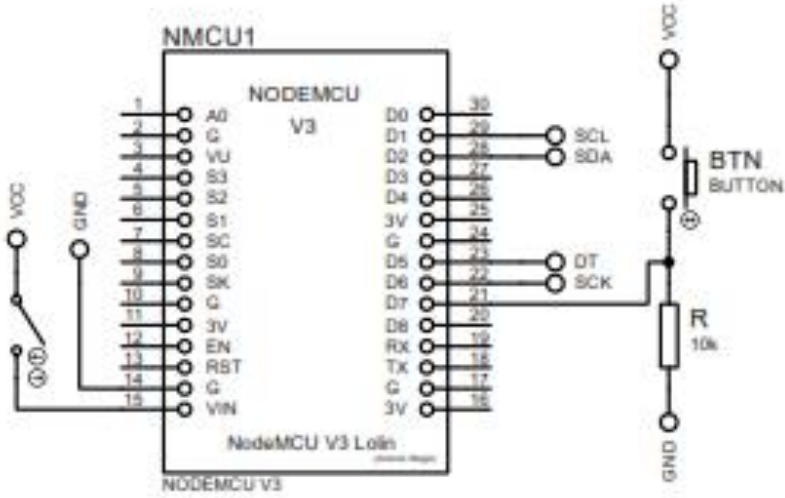
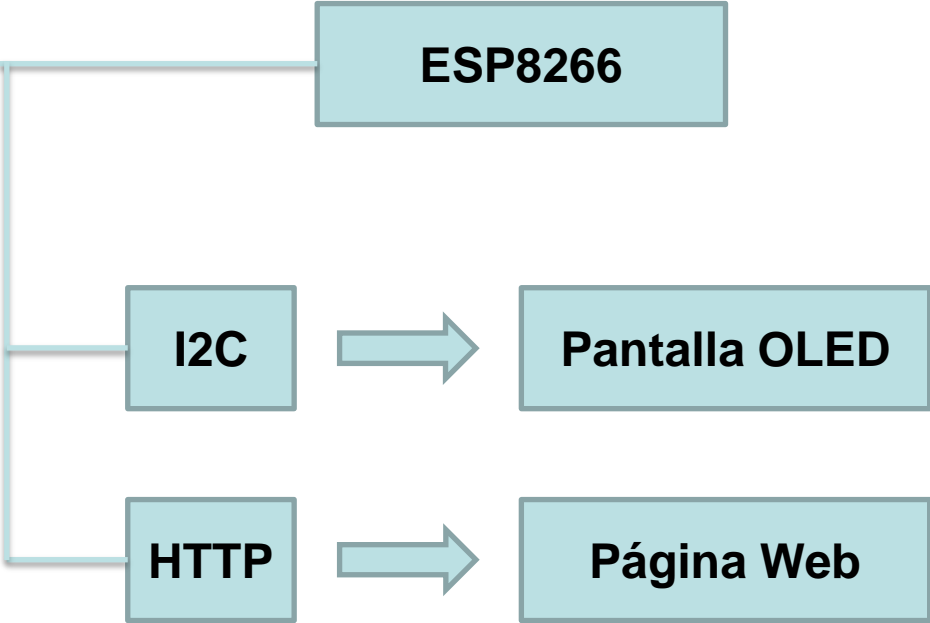
# Sistema de balanza



## Circuito de balanza



# Sistema de Registro



# Registro IoT



Pulsador para registro de máquinas transportadas.

Máquina	Peso	Fecha
Aspiradora Industrial	30	2022-08-11 02:23:56
Aspiradora Industrial	30	2022-08-11 03:16:35
Máquina de Ductos G	85	2022-08-11 02:39:05
Máquina de Ductos G	85	2022-08-11 03:24:52
Peso de prueba	2.8	2022-07-30 11:37:17
Peso de prueba	2.1	2022-08-04 14:45:25

Colocación  
de la carga

Identificación  
y registro

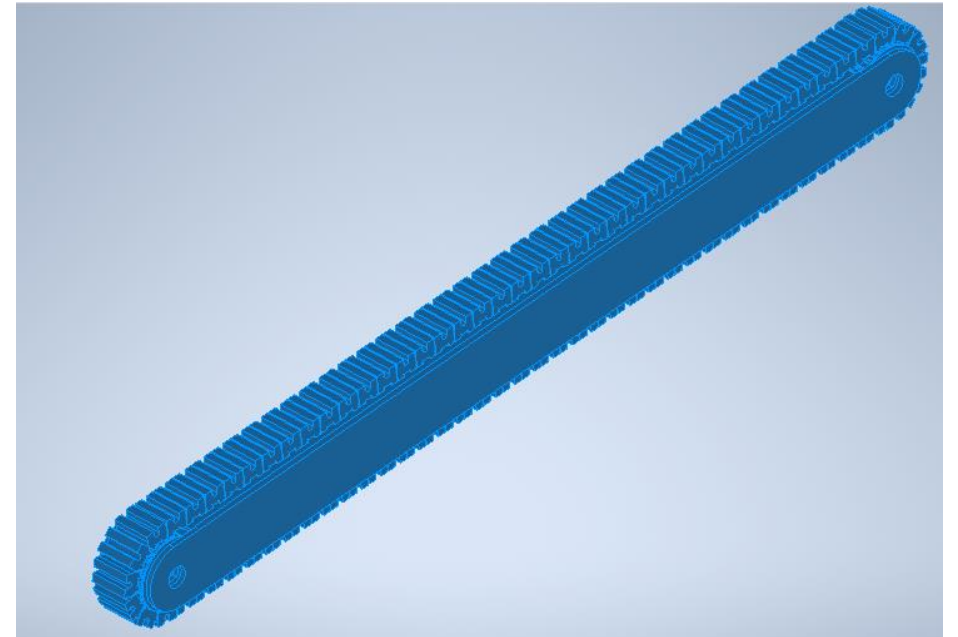
Verificación  
en la web



## Llantas tipo oruga



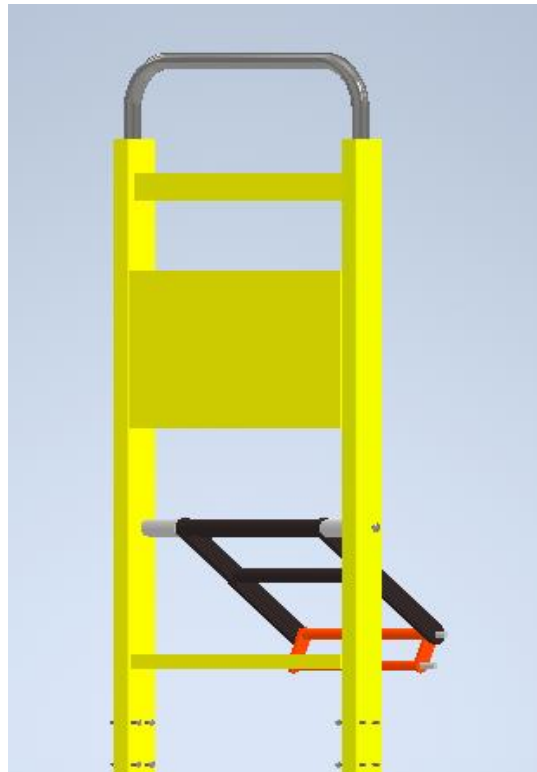
Por su forma brinda el anclaje en las escaleras.



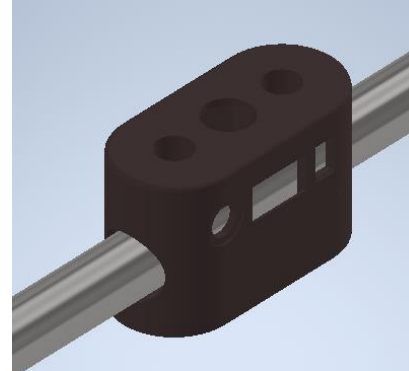


# Prototipo para transporte de carga pesada

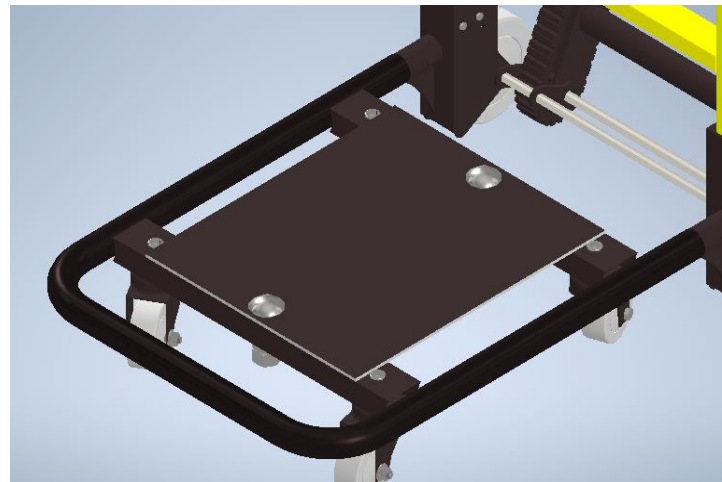
Estructura superior



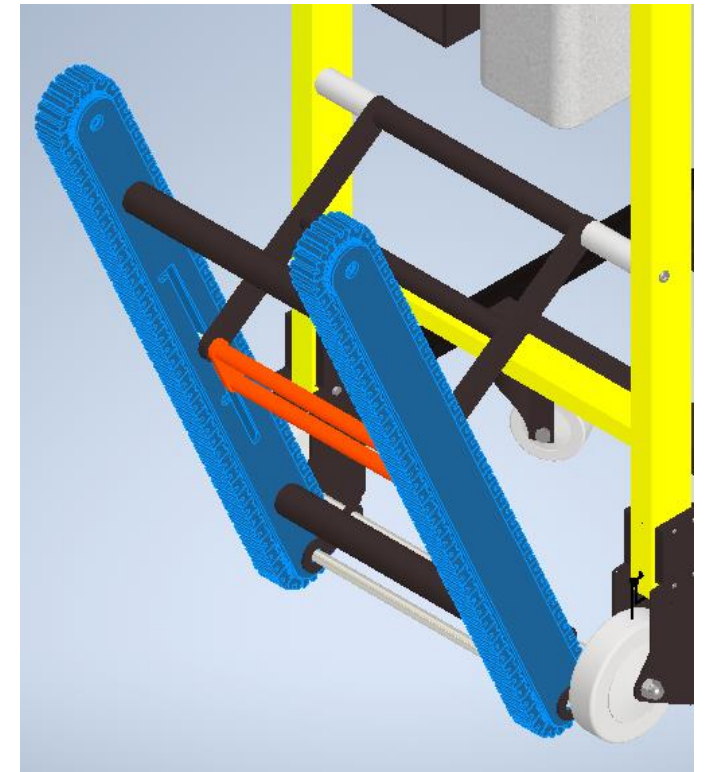
Contenedor de control



Base

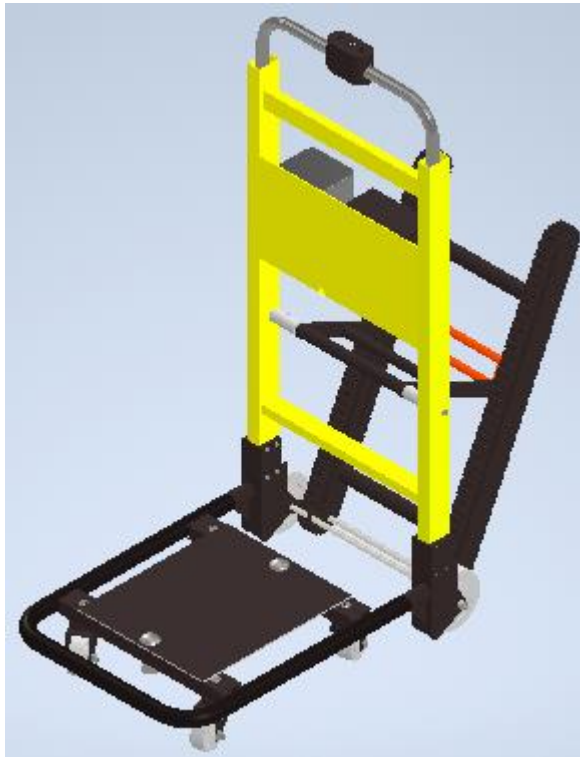


Sistema de llantas tipo orugas



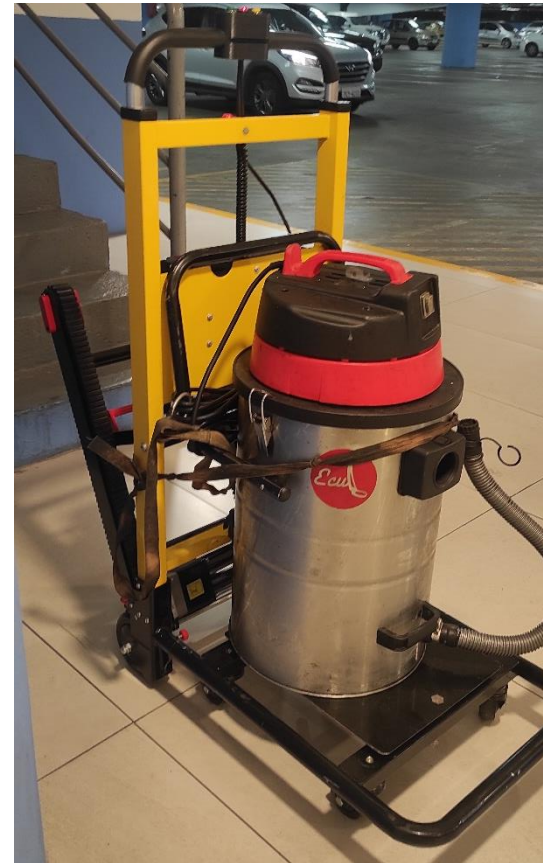
# PROTOTIPO FINAL

## Ensamblaje Final



CAD

## Prototipo Construido



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# INTERFAZ HMI

La interfaz HMI se diseña con arduino de forma simple que indica información puntual y un botón exclusivo para cada acción.





GRUPOMEGA

INICIO >> REGISTRO DE DATOS  GRUPOMEGA HOME 

## MÁQUINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO



### Servicio de Mantenimiento Industrial Preventivo y Correctivo

- Equipos fríos y calientes de la industria alimenticia
- Cuartos de refrigeración y congelación
- Sistemas de extracción
- Aires acondicionados
- Limpieza de ductos

### Limpieza de ductos y sistemas de extracción industrial

GRUPO MEGA te ofrece su servicio único en Ecuador en LIMPIEZA DE GRASA ACUMULADA de ductos, campanas, extractores y sistemas de extracción de humos con tecnología de última generación (EON) para una limpieza y desinfección automatizada de grasas solidas y líquidas. Nuestro sistema genera espuma química suficiente para adherirse a las paredes y corroer la grasa dura y líquida a través de un robot de cepillado y con la fuerza de los motores eléctricos más potentes del mercado.

Somos líderes en el cuidado y mantenimiento de equipos industriales y tenemos el personal capacitado para resolver cualquier emergencia.



GRUPOMEGA  
SOLUCIONES INTEGRADAS PARA SU INDUSTRIA



## LIMPIEZA DE DUCTOS

Powered by 



# Registro de Datos

 INICIO >> REGISTRO DE DATOS  GRUPOMEGA HOME 

## REGISTRO DE MÁQUINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

Show  entries Search:

Máquina	Peso	Fecha
Aspiradora Industrial	30	2022-08-11 02:23:56
Aspiradora Industrial	30	2022-08-11 03:16:35
Máquina de Ductos G	85	2022-08-11 02:35:05
Máquina de ductos G	85	2022-08-11 03:24:52
Peso de prueba	2.8	2022-07-30 11:37:17
Peso de prueba	2.1	2022-08-04 14:45:25

Showing 1 to 6 of 6 entries Previous 1 Next



# Base de Datos

6468

tas Ir a Ayuda

Host: 127.0.0.1 Base de datos: registro\_de\_datos Tabla: [Untitled] fg.sql

Básico Opciones Índices (1) Llaves foráneas (1) Comprobar restricción (0) Particiones Código CREATE

Nombre de la llave	Columnas	Tabla de refere...	Columnas ...
FK_maq_state	Nombre	maq_state	Nombre

Columnas: + Agregar - Borrar ▲ Subir ▼ Bajar

#	Nombre	Tipo de datos	Longitud/Co...	Sin signo	Permitir...	Relle...	Predeterminado	Comentario	Collation
1	Nombre	VARCHAR	50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sin valor predeter...		
2	Peso	VARCHAR	50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sin valor predeter...		
3	Fecha	DATETIME		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sin valor predeter...		

SERVIDOR XAMPP  
Servidor web apache  
MySQL , PHP  
SOFTWARE HEIDI SQL  
Interfaz gráfica SQL



# AGENDA

- Introducción
- Desarrollo e Implementación
- Resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Video



# RESULTADOS

## Pruebas de campo





# RESULTADOS

## Registro de pruebas de campo

### REGISTRO DE MÁQUINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

Show  entries Search:

Máquina	Peso	Fecha
Aspiradora Industrial	30	2022-08-11 02:23:56
Aspiradora Industrial	30	2022-08-11 03:16:35
Máquina de Ductos G	85	2022-08-11 02:35:05
Máquina de ductos G	85	2022-08-11 03:24:52
Peso de prueba	2.8	2022-07-30 11:37:17
Peso de prueba	2.1	2022-08-04 14:45:25



# Validación de Hipótesis

## Pruebas y resultados

### Aspiradora industrial 32 Kg

Escenario	Con el prototipo			Sin el prototipo		
	Tiempo (minutos)	Número de técnicos	Seguridad	Tiempo (minutos)	Número de técnico	Seguridad
Transporte por superficies planas (50 m)	5	1	ALTA	5	1	MEDIA
Elevacion en escaleras rectas (10 escalones)	2	1	ALTA	15	3	BAJA
Descenso en escaleras rectas (10 escalones)	2	1	ALTA	20	3	BAJA
Registro de uso	<1	1	ALTA	5	1	BAJA
<b>TOTAL</b>	10	1	ALTA	45	8	BAJA



# Validación de Hipótesis

## Pruebas y resultados

### Máquina de ductos G 85 Kg

Escenario	Con el prototipo			Sin el prototipo		
	Tiempo (minutos)	Número de técnicos	Seguridad	Tiempo (minutos)	Número de técnico	Seguridad
Transporte por superficies planas (50 m)	7	1	ALTA	5	2	MEDIA
Elevacion en escaleras rectas (10 escalones)	5	1	ALTA	20	4	BAJA
Descenso en escaleras rectas (10 escalones)	5	1	ALTA	20	4	BAJA
Registro de uso	<1	1	ALTA	5	1	BAJA
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>ALTA</b>	<b>50</b>	<b>11</b>	<b>BAJA</b>



## Cálculo de la prueba t-student

Se acepta la hipótesis alternativa ya que el valor de  $t$  que se calculó está fuera de la zona de aceptación por ende se rechaza la hipótesis nula. Una vez analizado los datos y la información obtenida de todos los ensayos realizados, se puede afirmar que el prototipo de transporte puede ser empleado para realizar los mantenimientos preventivos y correctivos.

### PRUEBA DE HIPÓTESIS

#### t de Student

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

$$S_c^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Estadístico de prueba

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_c^2}{n_1} + \frac{S_c^2}{n_2}}}$$

$$\bar{X}_1 = 3,50$$

$$\bar{X}_2 = 11,88$$

$$t = -3,012296$$

$$n_1 = 8 \quad S_1^2 = 5,14$$

$$n_2 = 8 \quad S_2^2 = 56,70$$

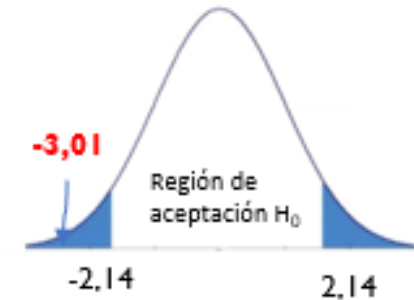
$$S_c^2 = 46,61$$

Valor crítico:

$$gl = (n_1 + n_2 - 2) = 14$$

$$\alpha = 0,05$$

5%



$$t_{(1-\frac{\alpha}{2}), (n_1+n_2-2)} = 2,144787 = \text{INV.T.2C}(J14;J13)$$

$$p\text{-valor} = 0,009322 = \text{DISTR.T.2C}(-J10;J13)$$



# AGENDA

- Introducción
- Desarrollo e Implementación
- Resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Video



# CONCLUSIONES

- Se diseñó y construyó de un sistema prototipo para transporte de carga pesada semiautomático, a través de un mecanismo eléctrico con orugas y el uso IoT para el registro de datos de las máquinas de mantenimiento correctivo y preventivo en la empresa GRUPOMEGA de la ciudad de Quito.
- Se optimizó el tiempo invertido para el transporte de las máquinas ya que por lo general el equipo de técnicos tardaría en levantar sus equipos del puesto de trabajo hacia el vehículo de retorno alrededor de 60 a 80 minutos y con la implementación del prototipo el tiempo se redujo en un 40% siendo necesario 35mins pudiendo este ser invertido en la intervención de más equipos que requieran los mantenimientos.
- Se logró la disminución del personal técnico requerido para el transporte de las máquinas, previo a la implementación del prototipo se debía contar con un equipo de mínimo 3 técnicos para lograr el transportar los equipos de mantenimiento, con la implementación del prototipo esta cantidad disminuyo a tan solo 1 técnico.
- Se logró registrar las 4 pruebas de campo las cuales quedaron evidenciadas en la base de datos de la conexión IoT estableciendo ya las bases de un registro con historial de uso y transporte de las máquinas de mantenimiento preventivo y correctivo.



# CONCLUSIONES

- Se diseñó una estructura sencilla y robusta la cual según los análisis por medio de software y pruebas de campo indican que el sistema posee un buen desempeño en cuanto al acople de la estructura con las máquinas a transportar , de igual manera el material implementado en la construcción resulto de alta confiabilidad para soportar los pesos y esfuerzos al que estará sometido durante la utilización del prototipo.
- Se logró facilidad al interactuar con el prototipo debido a que el personal técnico no tuvo mayor dificultad con el sensado de las máquinas, el registro de transporte y el verificar en la web que la información registrada es verídica en cuanto al trabajo realizado, de igual forma el accionar los modos de elevación y descenso del prototipo fue de gran comodidad por la ubicación del control.
- La logro eficiencia con la batería ya que posee una autonomía de 3 horas de uso continuo en condiciones muy exigentes para el equipo, tiempo suficiente para realizar el transporte de los equipos de mantenimiento en varios turnos del día de trabajo garantizando que el prototipo no dará inconvenientes por tema de fuente de alimentación.



# AGENDA

- Introducción
- Desarrollo e Implementación
- Resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Video





# RECOMENDACIONES

- Como principal recomendación verificar que el prototipo se encuentre con la suficiente carga eléctrica en el momento de la utilización, ya que esto podría desencadenar en un accidente y en situaciones de alto riesgo tanto para el operario como para la máquina que se este transportando.
- Es recomendable verificar que en la zona de uso del prototipo debemos contar con una conexión WIFI para que el equipo pueda establecer con la conexión necesaria y de esta forma realizar el registro IoT, mediante los dispositivos telefónicos actuales podemos establecer una red WIFI temporal con el fin de que siempre el equipo pueda establecer esta conexión y no exista inconvenientes con el registro.
- Previo a movilizar las máquinas estas deberán estar aseguradas con las cintas provistas en el prototipo, muchas superficies por las cuales se transita tienden a ser irregulares por lo que estas pueden ocasionar movimientos bruscos y desencadenar en la caída de la máquina, el sistema esta diseñado de tal forma que se de confianza y seguridad en el transporte factor que también depende por parte del operador al asegurar la carga.



# RECOMENDACIONES

- Las dimensiones del prototipo están orientadas al transporte único de las máquinas de mantenimiento correctivo y preventivo de GRUPOMEGA, se recomienda que el sistema sea utilizado exclusivamente con estos equipos ya que no existe base datos para el registro de máquinas ajenas a las ya registradas.
- Para precautelar la vida útil de la batería es recomendable la utilización exclusiva del cargador propio del equipo que posee las condiciones necesarias para cargar la batería y cuidar la composición de la misma.
- Para el diseño de las fuentes del circuito de control y del circuito de potencia se decidió por implementar fuentes separadas ya que las corrientes que maneja el motor en carga máxima pueden afectar gravemente en el sistema de registro IoT y dejarla sin funcionar adecuadamente o a su vez dañarla en su totalidad.
- Para futuras referencias se debe reconsiderar el tipo de llantas adecuadas para el prototipo ya que con la mejora de estas partes podemos disminuir las vibraciones a las que se ve sujeta en prototipo al momento de transitar por superficies planas muy irregulares.



# AGENDA

- Introducción
- Desarrollo e Implementación
- Resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Video





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**GRACIAS**

