



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**TEMA:**

**Implementación de los sistemas de suspensión y frenado en el prototipo de moto3 para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz**

**Autor:**

**Secaira Barragan, Anthony Bryan**

**Tutor:**

**Ing. Jacome Guevara, Fausto Andrés**

**Latacunga**

**2021**



# Antecedentes

El desarrollo / investigación han logrado un gran éxito en el campo del estudio de las motocicletas desde sus inicios / Donde han evolucionado dependiendo a los requisitos del tipo de motocicletas.

Las motocicletas / necesitan implementar en su estructura anclajes / permitan estabilidad entre la estructura principal y el terreno / la implementación del sistema de suspensión y frenado / incorporados / piso por el cual transitan no es homogéneo / adherencia, control y confort.

La normativa para Moto3 / permitido S.S.D : horquilla convencional, horquilla invertida, telelever, duolever, basculante delantero / prohibición de tipo presurizado / S.S.T / libre elección / ajustes mecánicos e hidráulicos / regulación de precarga del muelle, compresión, extensión o rebote.

Utilización / freno delantero (bomba, latiguillos y pinza) / deberá disponer de frenos traseros como delanteros / libre elección / pastillas y disco de freno / sustitución de los latiguillos de freno / diferentes longitudes.



# Planteamiento del problema

El problema / no existir información / dentro del país / implementación de sistemas de suspensión - frenado / motocicletas.

Necesidad de desarrollar / prototipo de competición / necesidades / certamen internacional.

Investigación / desarrollo de nuevos prototipos / comienzo de una industria con manufactura - producción ecuatoriana.



# Justificación

La finalidad de este proyecto surge / necesidad de dotar los sistemas de suspensión y frenado / prototipo de Moto3 / aportando un conjunto adicional de beneficios al kit al mejorar la tracción y la estabilidad.

Enfocado a los estudiantes / guía de investigación / normativas MotoStundet y Moto3 / implementación sistema de suspensión – frenado / especificaciones existentes al requerimiento establecido.

Estudio al desarrollo / teórico – practico / plasmando el conocimiento / formación universitaria / construcción prototipo Moto3.

# Objetivo General

Implementar el sistema de suspensión y frenado que serán implementados en el prototipo de moto3.



# Objetivos Específicos

- Investigación / sistemas de suspensión y frenado / Moto3.
- Selección / sistema de suspensión y frenado / diseño bastidor y basculante.
- Implementación / sistemas de suspensión y frenado / Prototipo Moto3 / Pruebas de Rodaje.



# Alcance

Este proyecto / implementación del sistema de suspensión – frenado / prototipo de Moto 3 / Carrera de T.S.M.A. / implementación según las normativas / reglamento de moto3.

Sistema de suspensión / definir el tipo de suspensión que se implementará / dimensiones del diámetro con el casquillo de la suspensión y el diámetro del bastidor / anclaje correcto.

Finalmente / el anclaje del sistema de frenado / realizará la selección de los componentes adecuados / garantizar el frenado estipulado en moto3 / normativas donde estipulan que cualquier sistema se puede utilizar.

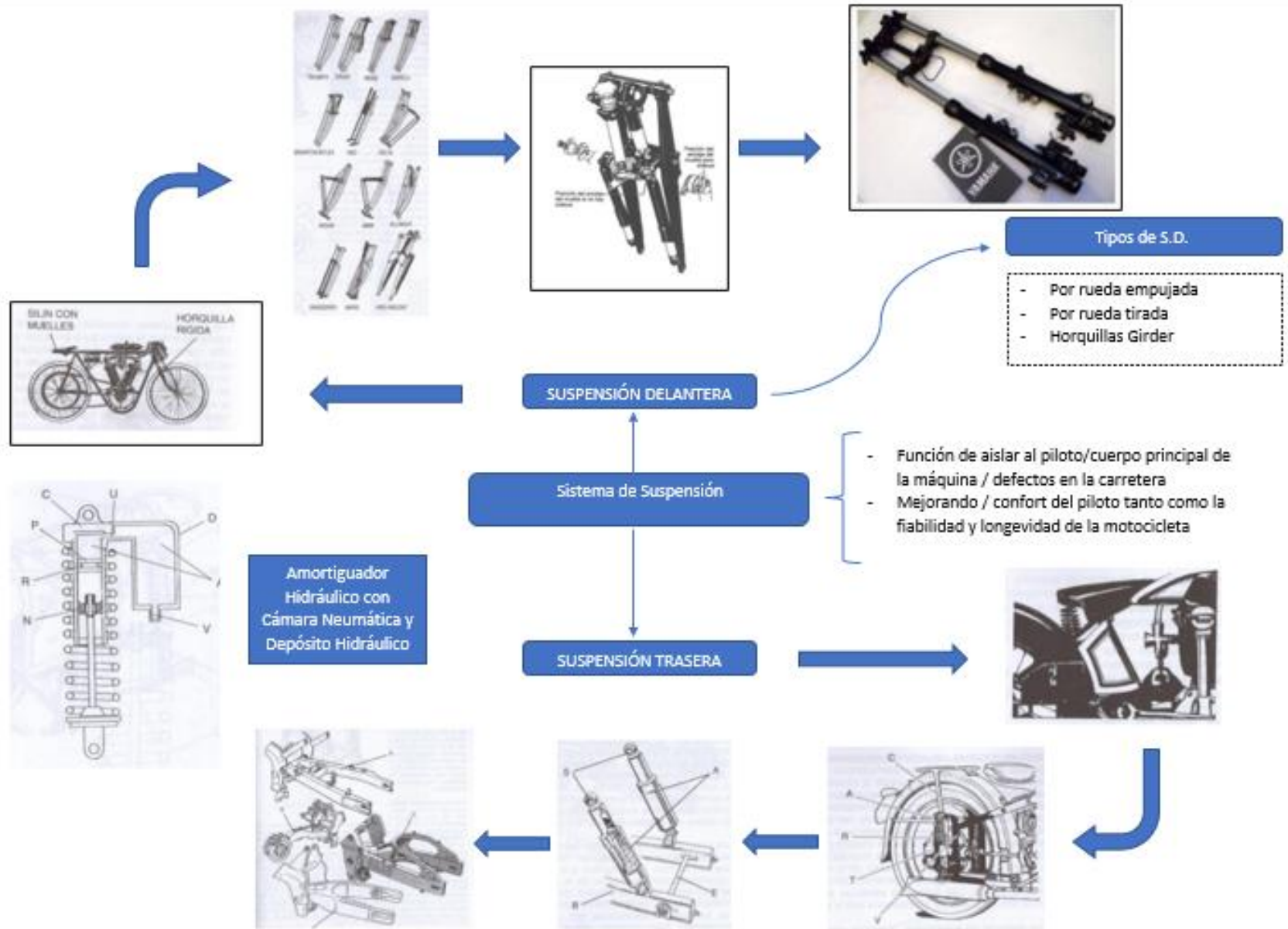
El presupuesto requerido / costo y marca del sistema de suspensión - frenado / modificación al eje dirección de la moto para el correcto anclaje en el bastidor.

# MARCO TEÓRICO

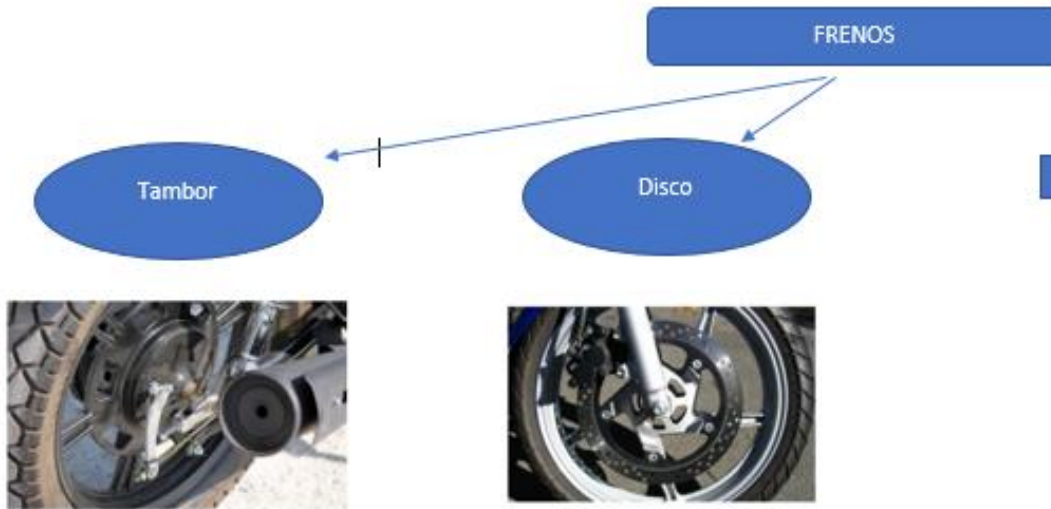




# Sistema de Suspensión

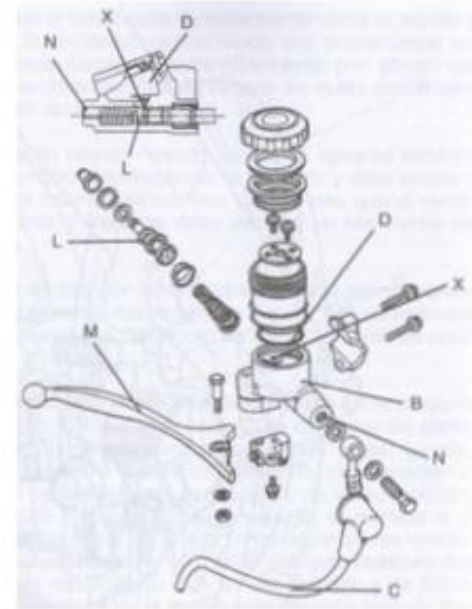


# Frenos



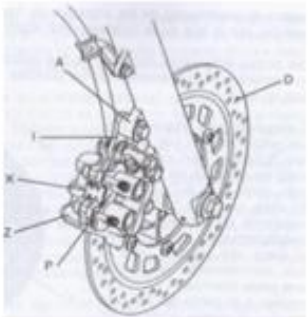
El sistema de frenos es el delegado a reducir la rapidez de la moto dependiendo del requerimiento del piloto.

## Sistema de Accionamiento Hidráulico de un Freno de Disco



### Tipos de Discos de Frenos

- Discos de anclaje flotante
- Discos de freno con doble pinza de dos pistones
- Discos de freno con doble pinza de dos pistones
- Freno de disco con seis pistones opuestos



Activar V  
Ve a Config



# CRITERIOS DE SELECCIÓN



---

## Datos Técnicos de la Motocicleta

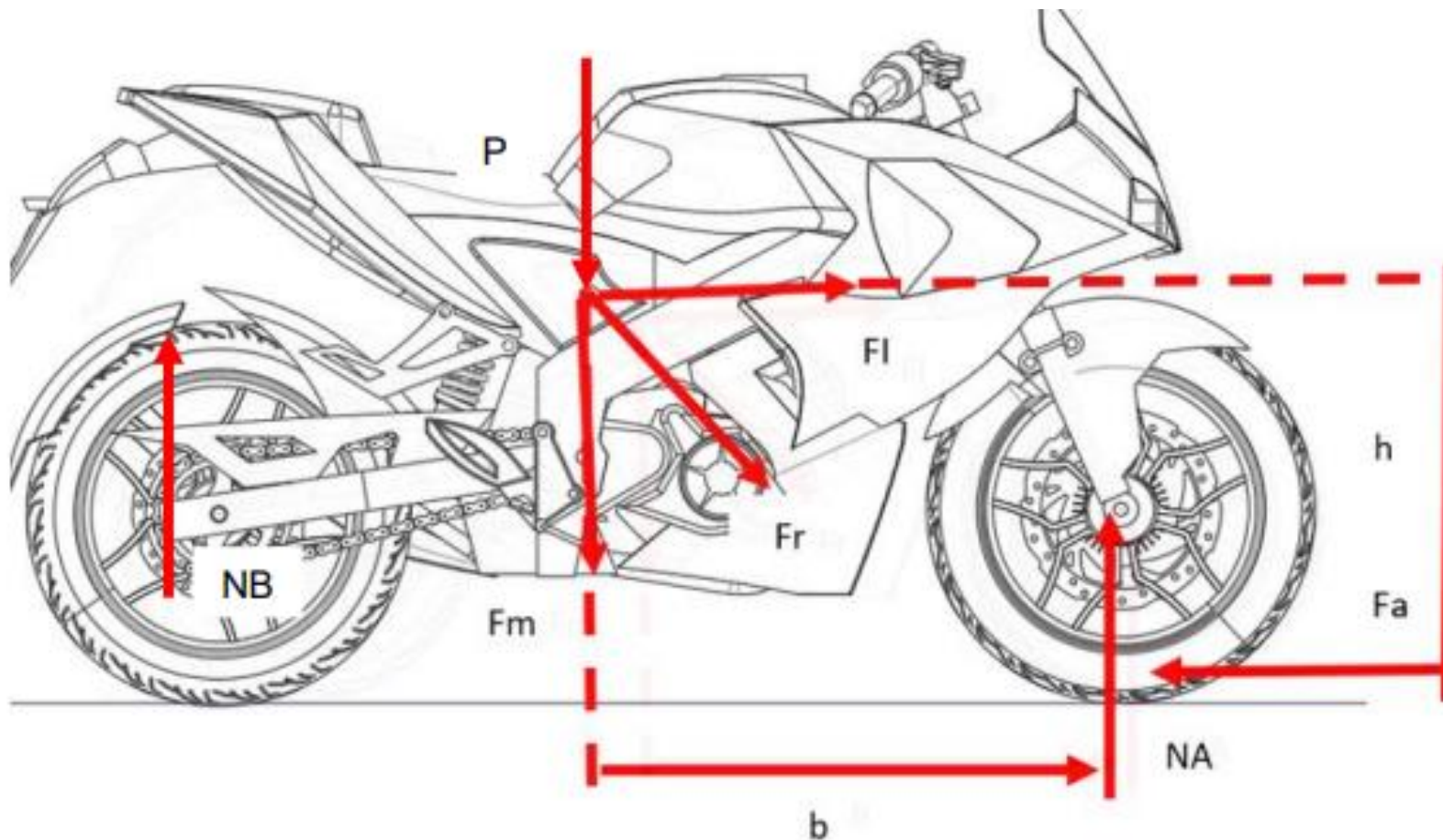
---

Masa total de la moto más el piloto	165 kg
Distancia entre ejes	1345 mm
Diámetro de disco de freno delantero	240 mm
Diámetro de disco de freno trasero	230 mm
Velocidad máxima permitida	120 km/h
Peso rueda delantera	53.945 kg
Peso de rueda trasera	64.934 kg
Rugosidad del piso	Asfalto
Coefficiente Dinámico Delantera	0.9
Coefficiente Dinámico Trasera	1.1

---



## Fuerzas Actuantes en la Motocicleta



## Cálculo de porcentaje de distribución de pesos:

En este caso vamos a analizar el porcentaje de la distribución de pesos en cada eje (delantero y trasero) para posteriormente calcular las fuerzas actuantes en la motocicleta.

$$\% \text{ eje delantero} = \frac{\text{peso eje delantero}}{\text{peso eje delantero} + \text{peso eje trasero}} * 100$$

$$\% \text{ eje delantero} = 45,378$$

$$\% \text{ eje trasero} = \frac{\text{peso eje trasero}}{\text{peso eje delantero} + \text{peso eje trasero}} * 100$$

$$\% \text{ eje trasero} = 54.622$$



## Fuerza delantera Fr1

La fuerza de frenada (Fr1) está ubicada en la superficie de contacto entre el neumático delantero y el asfalto

$$Fr1 = \mu * Fi$$

$$Fr1 = 0.9 * 1618.65 \text{ N}$$

$$Fr1 = 1456.785 \text{ N}$$

## Fuerza trasera Fr2

Debido a que el peso es repartido al 50% entre ambos neumáticos, por lo visto que la frenada máxima del tren trasero está cargada con la mitad del peso.

$$Na = \frac{p}{2}$$

$$NA = NB = 809.325 \text{ N}$$

$$Fr2 = \mu * NB$$

$$Fr1 = 890.26 \text{ N}$$





A continuación, se calculan las fuerzas aplicadas en la motocicleta durante su recorrido en pista:

Se determina el valor de la aceleración para que la masa pueda levantar la motocicleta de la parte trasera

$$F_I = m t \times a$$

$$a = \frac{F t}{m t} = \frac{1836.174}{165 \text{ kg}}$$

$$a = 11.128 \text{ m/s}^2$$

$$\sum F_y = 0$$

$$N_A = F_m$$

$$F_m = m x g = 1618.65 \text{ N}$$

$$\sum M a = 0$$

$$N_B = 0$$

$$F_m \times b = F_I \times h$$

$$F_I = \frac{F_m \times b}{h} = \frac{1618.65 \times 0.6103}{0.538}$$

$$F_I = 1836.174 \text{ N}$$





## Fuerza resultante

Para calcular la fuerza resultante se deben sumar todas las fuerzas que, actúan sobre el cuerpo, donde se representa en la siguiente ecuación:

$$FR = \sqrt{Fm^2 + FI^2}$$

$$FR = 2447.77 \text{ N}$$

## Tiempo de frenado

Para proceder a este cálculo es necesario conocer la velocidad máxima de la motocicleta y el peso total de esta misma, donde se representará en la siguiente ecuación

$$E = \frac{1}{2} mv^2$$

$$E = \frac{1}{2} 165 \text{ kgr} \left(33.33 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

$$E = 9.164810^4 \text{ Joule}$$



## Distancia de frenado

Para calcular esta distancia se asume la velocidad máxima de la moto que oscila entre 33.33 m/s (120km/h), el cual será comparado previamente en la prueba de frenado. A continuación, se expresa en la siguiente ecuación:

$$d = \frac{v^2}{2a}$$

$$d = \frac{(33.33 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}$$

$$d = 56.62 \text{ m}$$

## Fuerza de frenado

Finalmente, llegado a este punto se calcula la fuerza de frenado de la motocicleta, teniendo en cuenta el valor de la fuerza de inercia de esta misma

$$F_f = \frac{1836.17}{2}$$

$$F_f = 918.085 \text{ N}$$



# Selección del Sistema de Suspensión

## Sistema Tradicional

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Sistema Sencillo	Poca Estabilidad
Bajo Coste	Pocas Opciones de Regulación
Bajo Mantenimiento	Poca Adaptabilidad a la Superficie

## Suspensión con Barras Invertidas

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Rigidez	Mantenimiento Profesional
Estabilidad	Fugas de aceite
Peso Suspendido Reducido	Alto coste
Niveles de Fricción de Puntuales Reducidos	



# NORMATIVA FIM 2021

# SISTEMAS DE SUSPENSIÓN DELANTERA

- La suspensión delantera consiste en una horquilla invertida la cual la organización no la proporciona, pero nos ofrece la posibilidad de una libre elección de la misma sin infringir las siguientes pautas.
- Está permitida la libre elección de los sistemas de suspensión delantera de cualquier tipo: horquilla convencional, horquilla invertida, telelever, duolever, basculante delantero, etc.
- Los amortiguadores del sistema de suspensión delantera no dispondrán de botellas o depósitos exteriores, ya sean anexos al cuerpo principal o comunicados mediante latiguillos.
- Los amortiguadores de suspensión delantera de tipo “presurizado” están totalmente prohibidos, con cartuchos de precarga de aire/gas.
- Por último, se podrá disponer de sistemas de ajuste mecánicos o hidráulicos, tales como regulación de precarga del muelle, regulación de compresión, extensión o rebote.



# SISTEMAS DE SUSPENSIÓN TRASERA

En el caso de la suspensión trasera está permitido la elección de cualquier tipo, podrá disponer de sistemas de ajuste mecánicos o hidráulicos, tales como regulación de precarga del muelle, regulación de compresión, extensión o rebote. (Lopez Carpes, 2020)



# SISTEMAS DE FRENOS

- La motocicleta deberá disponer / freno delantero – trasero
- Deberá utilizarse el conjunto de freno delantero (bomba, latiguillos y pinza) proporcionado por la organización. Se permite la elección del tipo de pastillas y disco de freno y se permite la sustitución de los latiguillos de freno por otros de diferente longitud
- No se permiten los sistemas de frenos antibloqueo (ABS).
- Se permiten controles hidráulicos convencionales de mano / pie, como cilindro maestro / esclavo para los sistemas de frenado, pero no se permite ningún aumento o control de la presión de los frenos mediante sistemas electrónicos o mecánicos aparte de las entradas manuales directas del conductor permitido.



## Implementación del Sistema de Suspensión







## Implementación del Sistema de Frenado





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

# Pruebas



## Distancia de frenado



## Penalizaciones

Velocidad (km/h)	Penalización
79	+ 4 m
78	+ 6 m
77	+ 8 m
76	+ 10 m
75	+ 12 m
70-74	+ 20 m
<70	Medición Nula

## Zona de Simulación





## Datos Obtenidos

Distancia de Frenado (m)	Speed (km/h)
54.4m	120km/h

Según los datos obtenidos durante la simulación de la prueba de rodaje podemos observar que el rango de distancia de frenado dio como resultado los 54.4m a una velocidad máxima de 120km/h (33.33 m/s).

$$d = \frac{v^2}{2a}$$

$$d = \frac{(33.33 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}$$

$$d = 56.62 \text{ m}$$



# CONCLUSIONES

- En la investigación realizada se pudo determinar que para la elección del sistema de suspensión es primordial elegir barras invertidas ya que cuentan con mayores ventajas de funcionamiento, de igual manera, se incorporó un sistema de frenado que encajaba perfectamente con las necesidades de adherencia en pista de la motocicleta.
- Se seleccionó el sistema de suspensión de barras invertidas por lo que era un sistema accesible dentro del país, además, de que este sistema cumple satisfactoriamente con las exigencias estipuladas por la normativa FIM de moto3.
- Los mecanismos seleccionados del sistema de frenado, fueron altamente eficaces para asegurar una conducción firme, donde efectivamente cumplía con las necesidades mencionadas en el reglamento técnico.
- Al momento de seleccionar el sistema de suspensión y freno se tuvo en cuenta el acople del bastidor y el basculante ya que encajaba perfectamente con el diseño propuesto.
- Según los cálculos realizados partiendo de los datos técnicos del prototipo se logró determinar la fuerza y la distancia de frenado que actuarían en la motocicleta durante su recorrido en pista.

# RECOMENDACIONES

- Es fundamental hacer una proyección previa de costos del plan para poder elegir sabiamente en cuanto a la selección de componentes, materiales y procesos de elaboración.
- Necesariamente se debe realizar una búsqueda exhaustiva previa del sistema de suspensión ya que para la realización de este proyecto hay que cumplir con altos estándares de exigencia.
- Para el estudio investigativo es necesario aplicar las normativas que estipulan en cualquier desarrollo.



**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**



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