



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE
SEGURIDAD DE UN VEHÍCULO VOLKSWAGEN GOL 2000CC
PARA RALLY SEGÚN EL REGLAMENTO 2014 DE LA FEDAK
DELEGADA DE LA FIA EN EL ECUADOR.”

DIRECTOR: ING. MSC. SALAZAR FABIÁN
CODIRECTOR: ING. MANJARRES FÉLIX



RESUMEN

Este proyecto consiste en la preparación de un vehículo Volkswagen Gol estándar en un vehículo de competición, mediante el diseño y construcción de los ítems de seguridad según dicta el reglamento técnico de seguridad de la FEDAK (federación ecuatoriana de automovilismo y kartismo) por ser la entidad delegada de la FIA en todo el territorio ecuatoriano



Menú principal

Objetivos

Marco teórico

Metodología

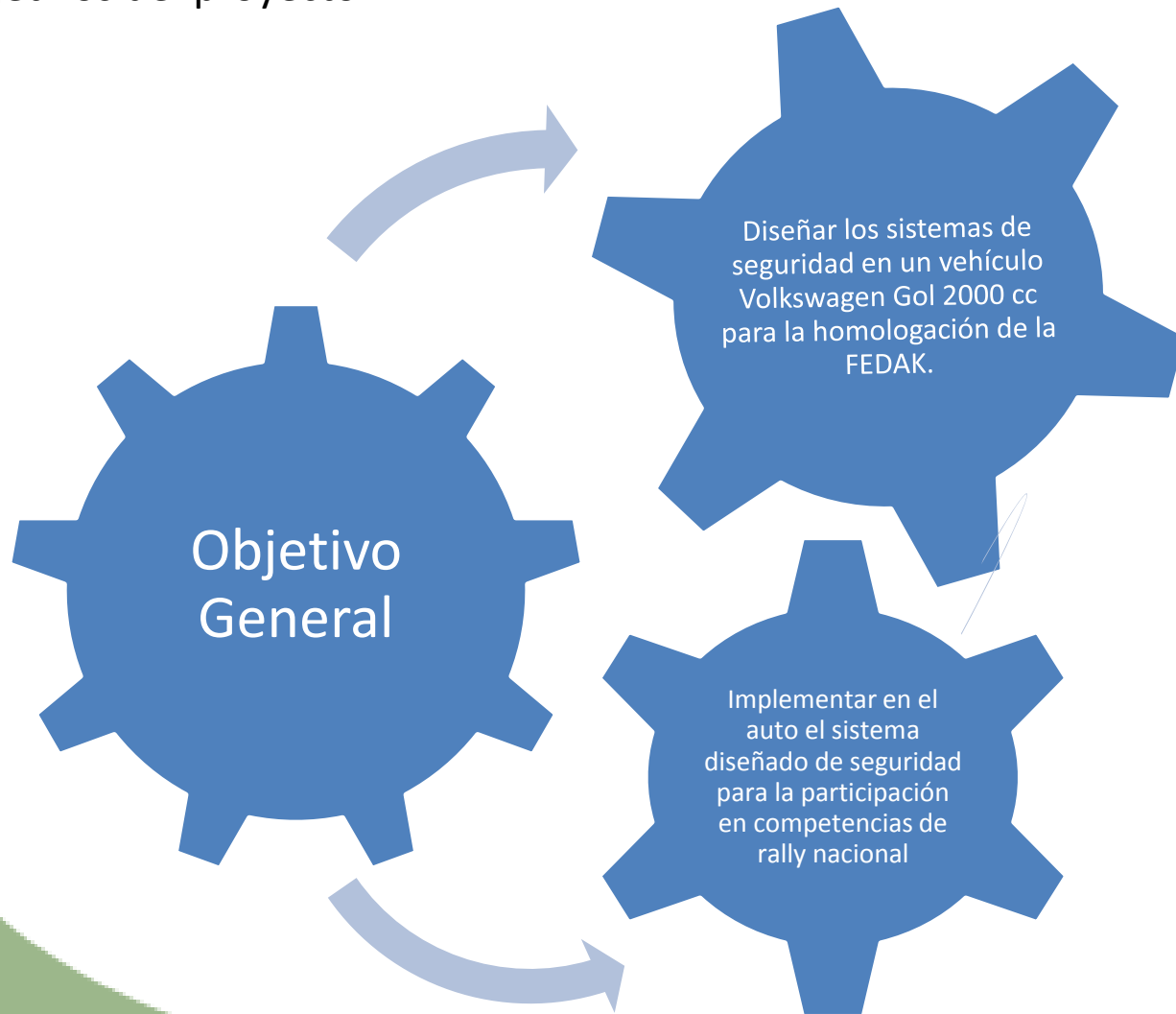
Diseño y construcción

Análisis y Pruebas

Conclusiones y recomendaciones



Objetivos del proyecto





OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Investigar la reglamentación vigente de la FEDAK que hace relación a la homologación del sistema de seguridad de los vehículos de rally

Diseñar una jaula de seguridad, sistema de líneas de extintor centralizado, con el dimensionamiento y material propuestos según el reglamento de la FEDAK.

Diseñar una torreta para elevar la palanca de las marchas, un sistema hidráulico de freno de mano y un ducto de ventilación para una mejor ergonomía del piloto.

Construir la jaula de seguridad, la torreta para elevar la palanca de marchas, el freno de mano hidráulico.

Instalar los sistemas de seguridad de corte de energía, comunicación, ganchos y seguros del vehículo según el reglamento de la FEDAK

Comprobación de los sistemas de seguridad en la participación en el campeonato nacional de rally.





GENERALIDADES



1



El Rally es una disciplina automovilística con una reglamentación propia y tiene cuatro grandes diferencias respecto a las carreras en circuitos

4

2



3





Organismos



- Fundada en 1904
- Administra las reglas y regulaciones para todo el deporte internacional
- Promover mejoras de seguridad

Jean Todt



- 11 de marzo 2010
- Delegada de la FIA
- Máxima autoridad del Automovilismo y el Kartismo deportivo, en todo el territorio ecuatoriano

Homero Cuenca



- El 22 de septiembre de 1995
- Forma parte de la FEDAK
- Encargada de organizar y controlar competencias en la provincia de Cotopaxi

Diego Bonilla



Vehículos de rally

Exterior del vehículo



Vehículo estándar



Vehículo de rally



Interior del vehículo



Interior Vehículo estándar



Interior Vehículo de rally



Homologación



Homologar un vehículo significa legalizarlo para su uso en competición, esta homologación la revisa la federación encargada de cada país





METODOLOGÍA:

MÉTODO DE ANÁLISIS

- Consiste en descomponer el problema hasta llegar a subdividirlo en partes, para estudiarlas en forma individual.

MÉTODO QFD

- Proceso que ayuda en la identificación de las demandas del cliente
- Permite captar demandas reales del mercado, plasmarlas como objetivos de diseño y conseguir que dichos objetivos permanezcan presentes a lo largo de todo el proyecto.

MÉTODO DE SOFTWARE

- INVENTOR 2014 VERSIÓN ESTUDIANTIL
- ANSYS R 15.0 VERSIÓN DEMO.










Jaula de seguridad



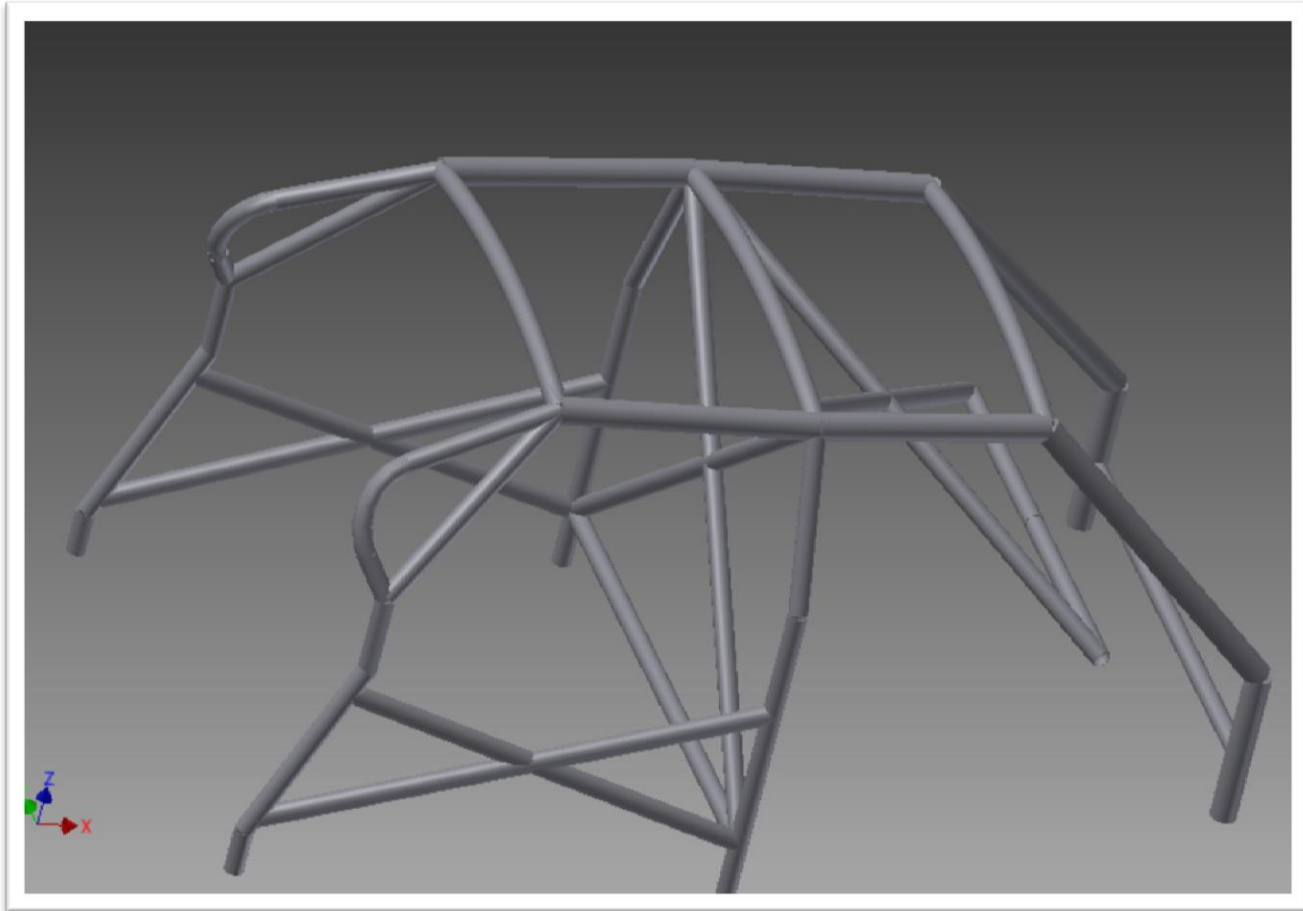


Elementos Básicos de Jaula de seguridad

1 arco principal	2 semiarcos laterales	1 miembro transversal	2 tirantes traseros	6 pies de anclaje
				



JAULA DE SEGURIDAD



Rollbar con tubo estructural del arco central no menor al diámetro de 1"7/8 de pulgada, tipo jaula de 6 puntos mínimo anclados al piso, con protección lateral en las puertas en forma de X



Casa de la calidad de la Jaula de seguridad

Fila N	Valor Máximo de la Relación en la Fila	Peso Relativo	Peso / Importancia	Calidad Exigida (a.k.a. "Requerimientos del Cliente" o "Qué")	Columna #							
					1	2	3	4	5	6	7	
Características de la Calidad (a.k.a. "Requerimientos Funcionales" o "Comos")					RESISTENCIA AL IMPACTO	RESISTENCIA FLUENCIA	TIPO Y TAMAÑO DE PERFILES	PESO	NORMAS DE LA FIA	ERGONOMÍA		
Dirección de Mejoramiento: Minimizar (▼), Maximizar (▲), u Objetivo (x)					▲	▼	▲	▲	▲	▲		
1	9	25,0	3,0	QUE SEA RESISTENTE	⊙	⊙	⊙	▲	▲	▲		
2	9	16,7	2,0	QUE SEA DE BAJO COSTO	▲	▲	⊙	⊙	⊙	▲		
3	9	16,7	2,0	QUE SEA LIVIANO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	▲		
4	9	25,0	3,0	QUE CUMPLA CON NORMAS	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	▲		
5	9	16,7	2,0	QUE SEA CÓMODO	▲	▲	▲	▲	⊙	⊙		
6												
7												

Legenda		
⊙	Relación Fuerte	9
○	Relación Moderada	3
▲	Relación Débil	1
++	Correlación positiva Fuerte	
+	Correlación Positiva	
-	Correlación Negativa	
▼	Correlación negativa Fuerte	
▼	Objetivo para minimizar	
▲	Objetivo para maximizar	
X	Objetivo para alcanzar meta	

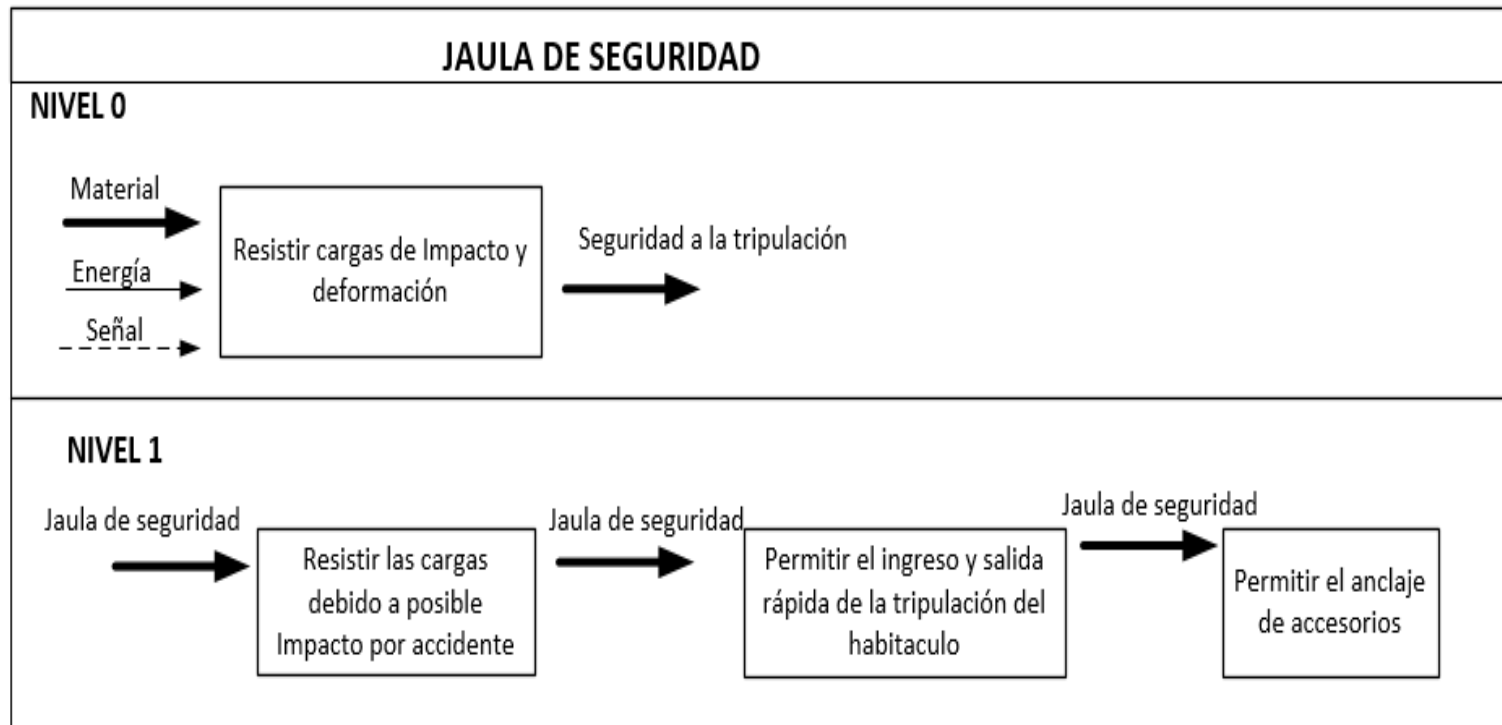


Orden de prioridades de la casa de calidad de la jaula de seguridad

PRIORIDAD	PARAMETRO
1	El tipo y tamaño del perfil
2	Cumplimiento de las normas de la FEDAK
3	Peso del sistema, es decir debe ser liviano
4	Resistencia al impacto y a fluencia
5	Ergonomía

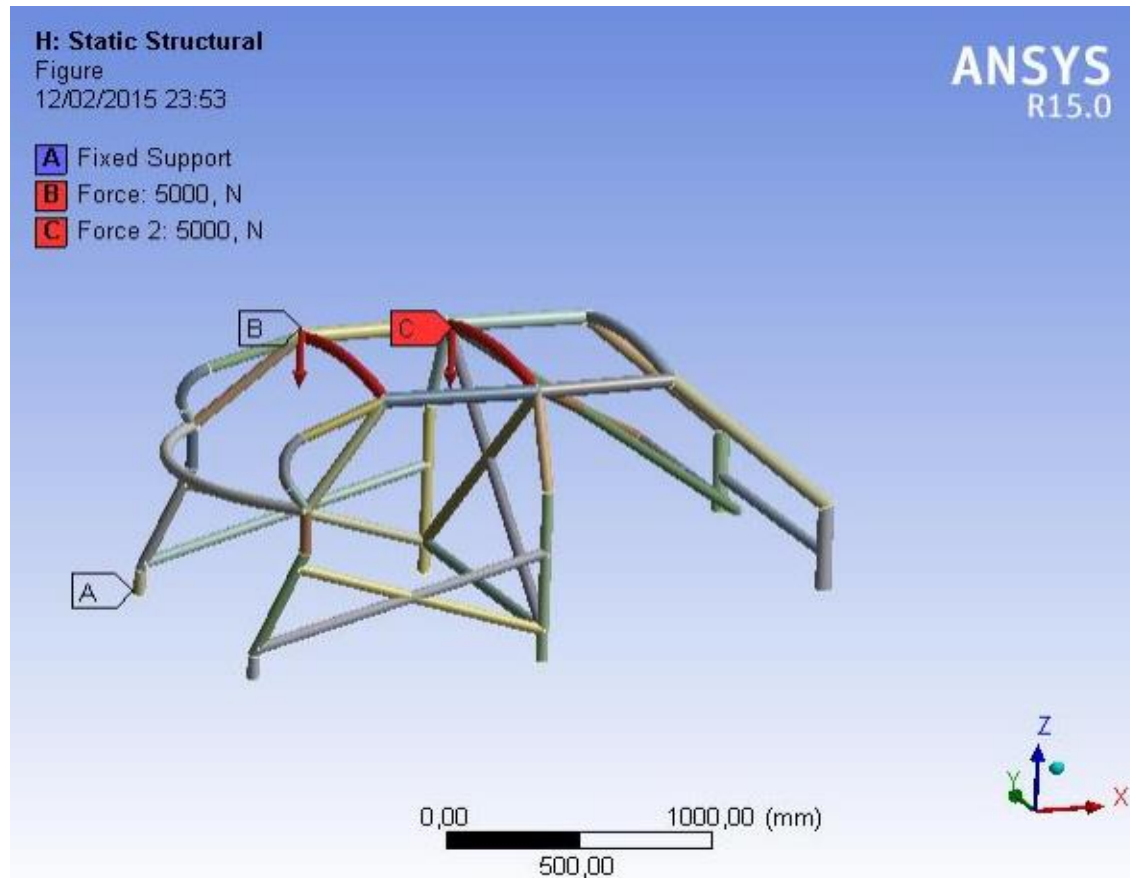


Diagrama Funcional de Jaula de seguridad



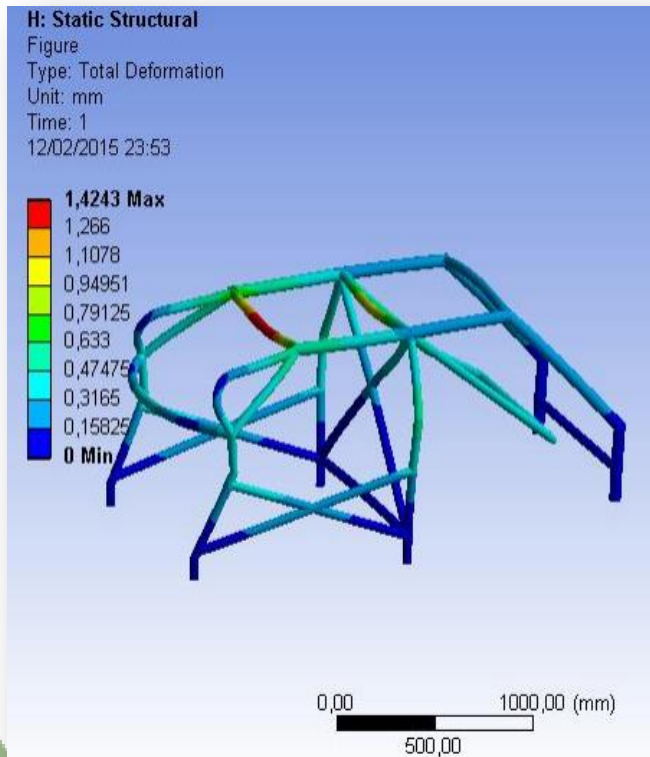


Aplicamos la carga sobre la jaula de seguridad

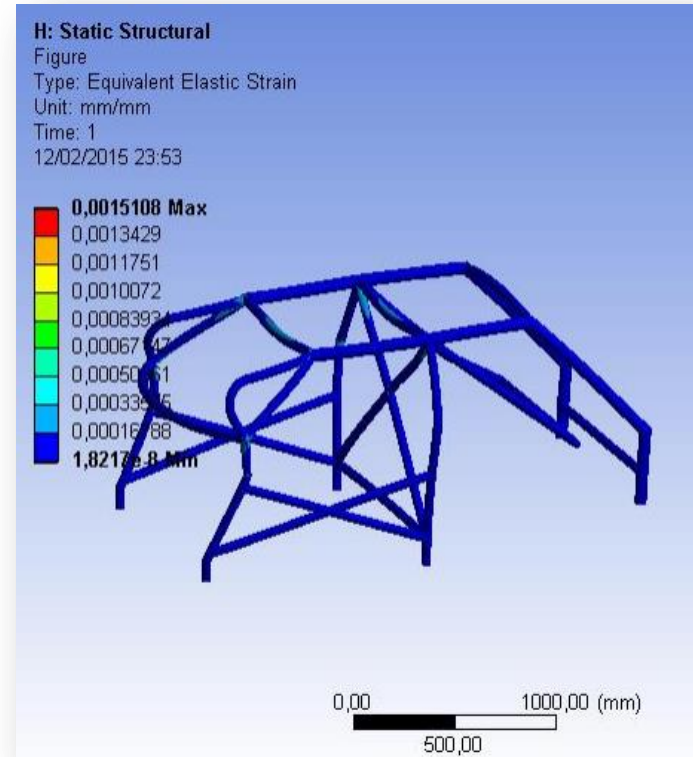




ESTUDIO ESTRUCTURAL DE LA JAULA DE SEGURIDAD



Deformación máxima de 1,424 mm



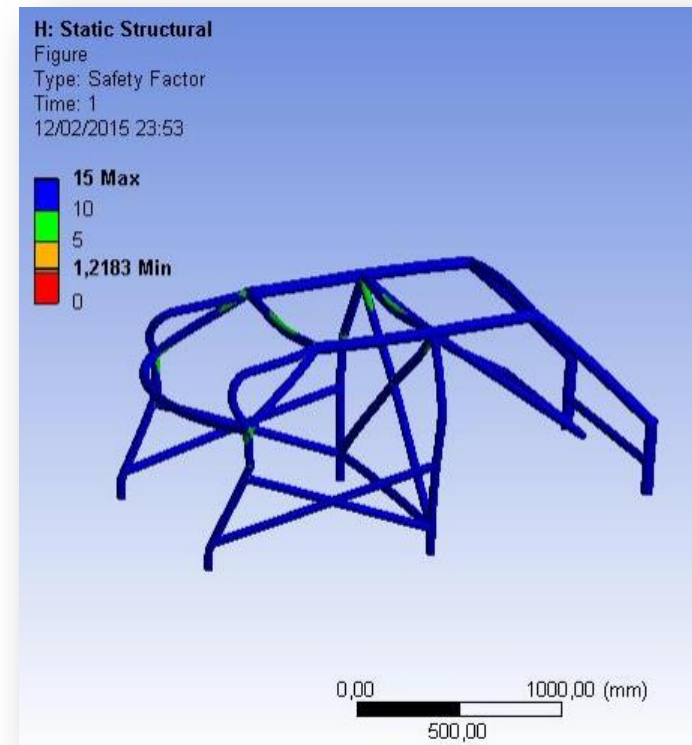
Deformación elástica máxima es de 1,5108e-003 y un valor mínimo de 1,821e-08



ESTUDIO ESTRUCTURAL DE LA JAULA DE SEGURIDAD



Presenta un valor máximo del esfuerzo equivalente de VonMises de 287,29 MPa y un esfuerzo mínimo de $7,20e-04$ MPa



Valor máximo corresponde a 1,22 valor que se lo considera adecuado para las condiciones del sistema



CONSTRUCCIÓN DE LA JAULA DE SEGURIDAD

A560



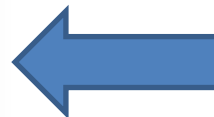
Material



Corte y doblado



SMAW



Terminado final

Soldadura



Torreta de cambios





Orden de prioridades de la casa de calidad de la torreta de cambios

PRIORIDAD	PARAMETRO
1	Peso del sistema
2	El tipo y tamaño de perfiles de la torreta
3	Ergonomía para el piloto
4	Resistencia Última
5	Resistencia a la fluencia
6	Cumplimiento de las normas de la FEDAK



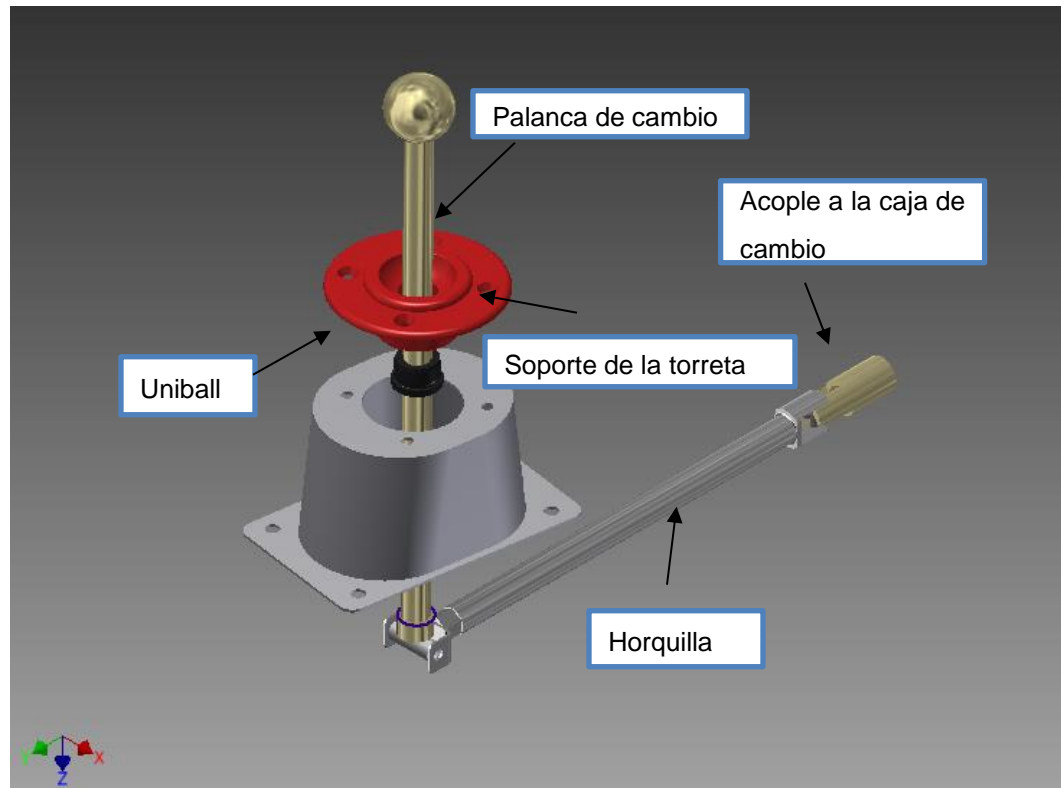
ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE LA TORRETA DE CAMBIOS

Tipos de torreta	OPCIÓN 1 Cables	OPCIÓN 2 Hibrido	OPCIÓN 3 TUBULAR
Característica			
Rigidez	Media	Media	Alta
Resistencia	Elevada	Elevada	Elevada
Peso	Alto	Alto	Medio
Costo de material	Elevado	Elevado	Bajo
Mantenimiento	Elevado	Elevado	Bajo



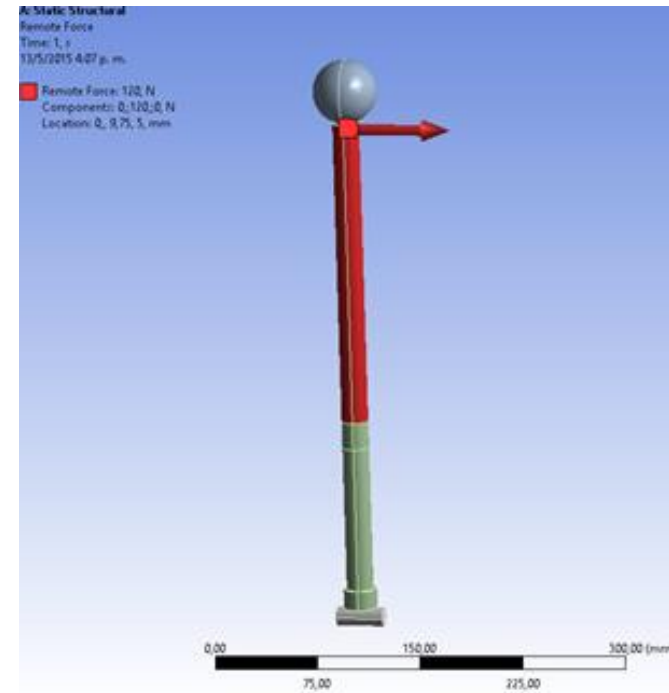


Diseño de la torreta de marchas





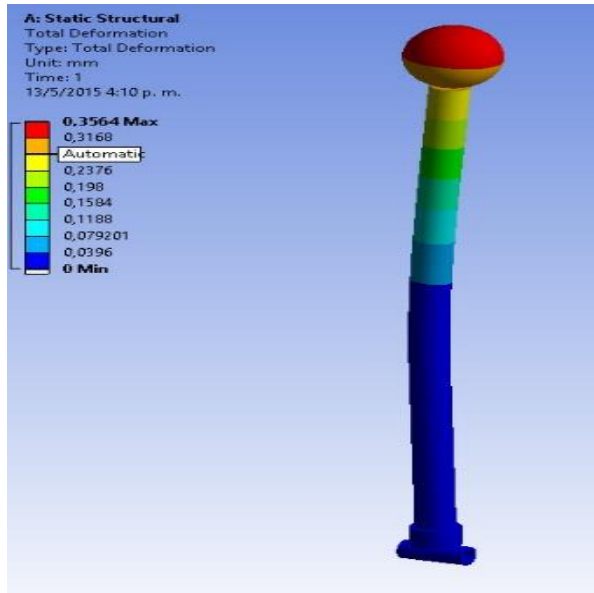
Estudio de la palanca de cambios



Aplicación de la carga de 120 N en la parte superior de la palanca

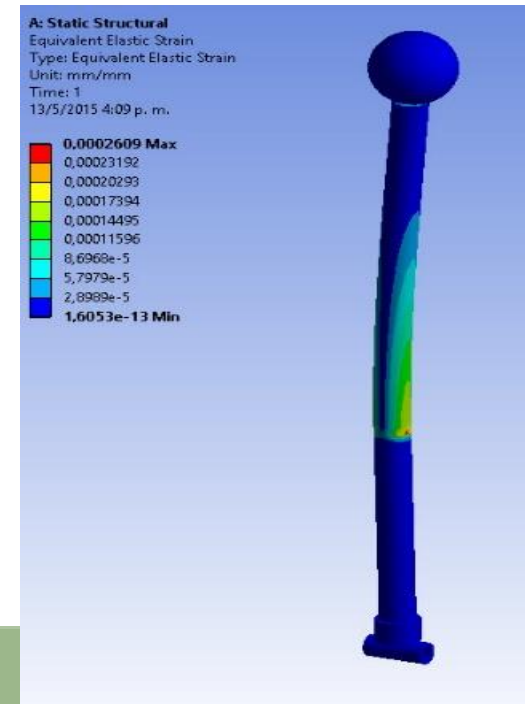


Estudio de la palanca de cambios



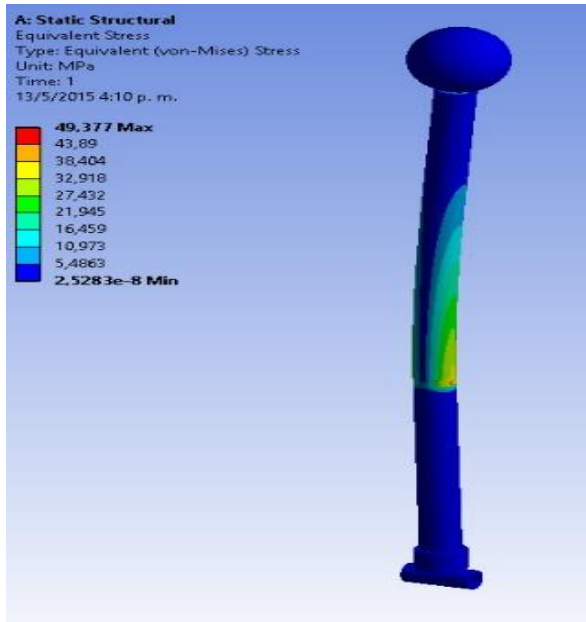
← Deformación máxima que se produce en la palanca es de 0.356 mm con respecto al punto de apoyo ubicado en la junta de uniball

Valor máximo de deformación elástica es de $2.6e-4$ y un mínimo de $1,60e-13$ →



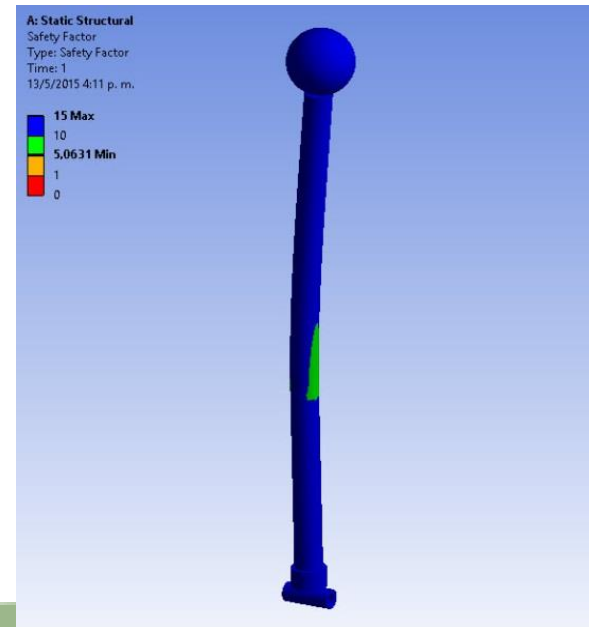


Estudio de la palanca de cambios



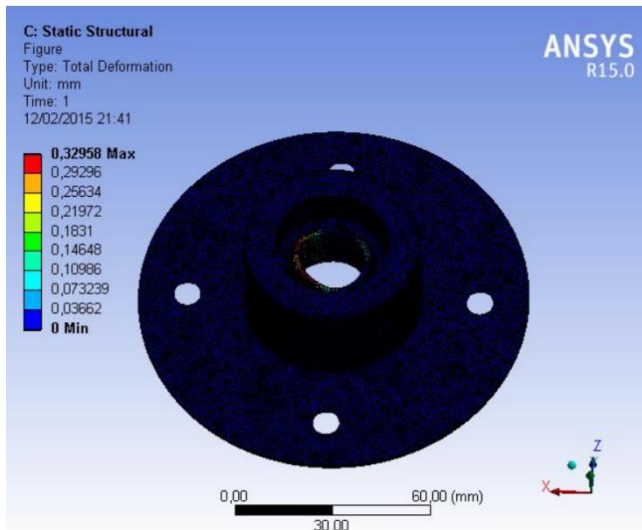
El máximo valor del esfuerzo equivalente de von Misses fue de 49,37 MPa, y el mínimo valor es de 2,52e-8 MPa

Valor máximo corresponde a 5,06 valor que se lo considera óptimo para las condiciones de funcionamiento del sistema

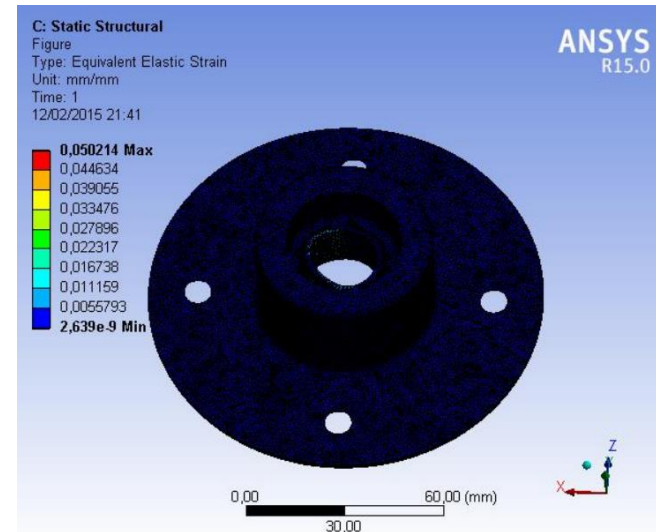




Estudio de la base de la torreta de cambios



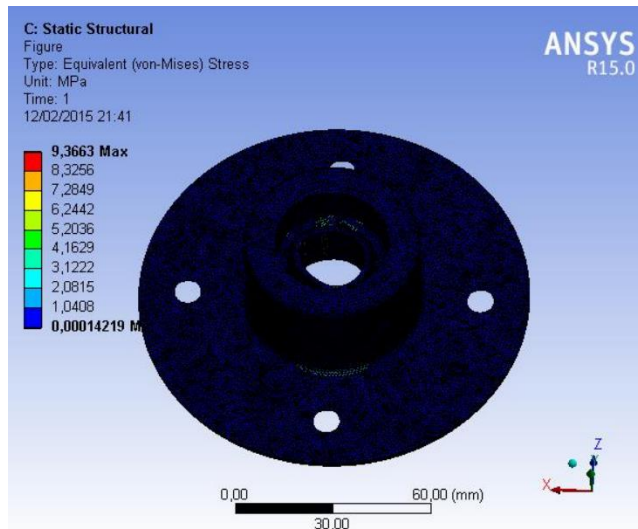
El valor máximo de deformación es de 0.329 mm



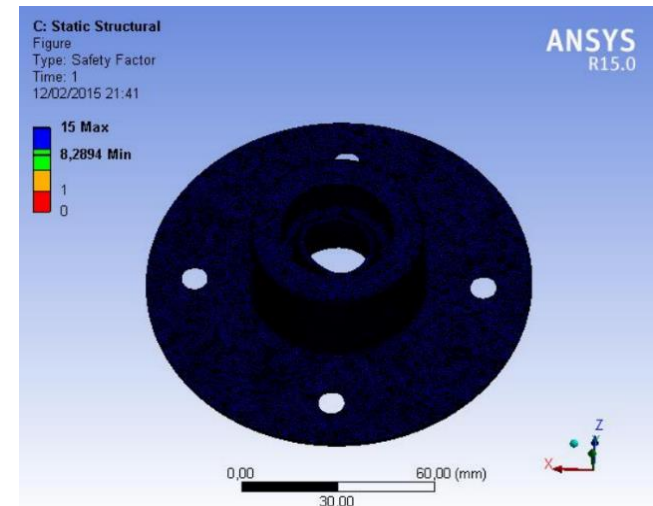
Valor máximo de deformación elástica es de 0.050 y un mínimo de $2.639e-9$



Estudio de la base de la torreta de cambios



El valor máximo del esfuerzo equivalente de von Mises es de 9,36 MPa y que el valor mínimo es de $1,42e-04$ MPa



El factor de seguridad máximo corresponde a 8,29 valor que se lo considera óptimo para las condiciones de funcionamiento del sistema

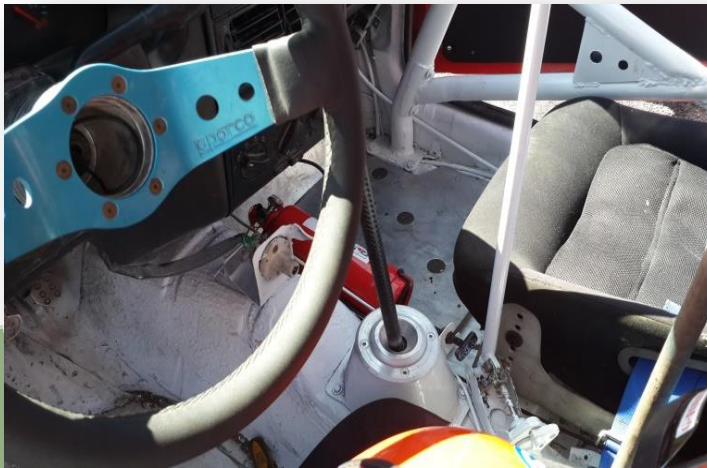


CONSTRUCCIÓN DE LA TORRETA DE CAMBIOS

Sistema convencional
del vehículo estándar
de marchas



ACERO A 36



Sistema de marchas
del vehículo de
competición



SISTEMA DE EXTINTOR CENTRALIZADO

Extintor:

Mínimo de dos kilogramos de peso

Repartidores hacia el motor y hacia el piloto en el habitáculo del vehículo

Activarse por el piloto sentado en el asiento con los cinturones de seguridad puestos y ajustados

Señalado con una letra E de color rojo sobre un círculo blanco

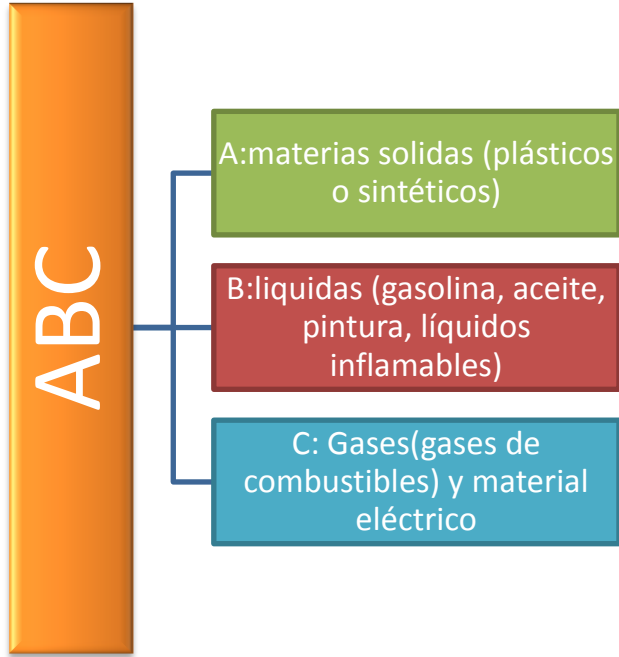




TIPO DE EXTINTOR UTILIZADO

El tipo de extintor utilizado en el sistema es para fuegos ABC

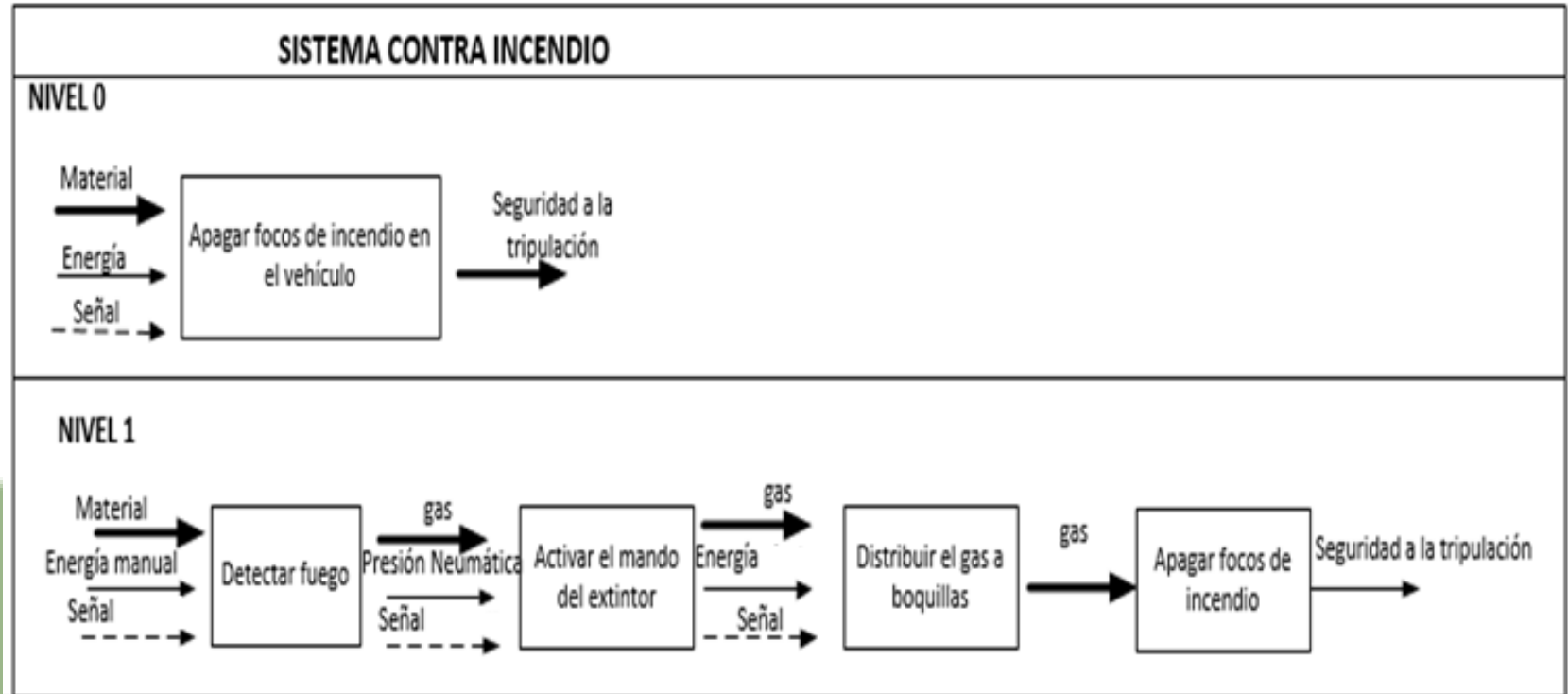
Sistema de Identificación de Riesgo Químico NFPA 704



Siendo este el apropiado para este tipo de uso en un vehículo de competencias



DIAGRAMA FUNCIONAL EXTINTOR CENTRALIZADO





CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE EXTINTOR CENTRALIZADO



← Cortar las mangueras para colocarlas en sus respectivas posiciones según el diseño planteado

Fijar el extintor en habitáculo del vehículo detrás del asiento del piloto



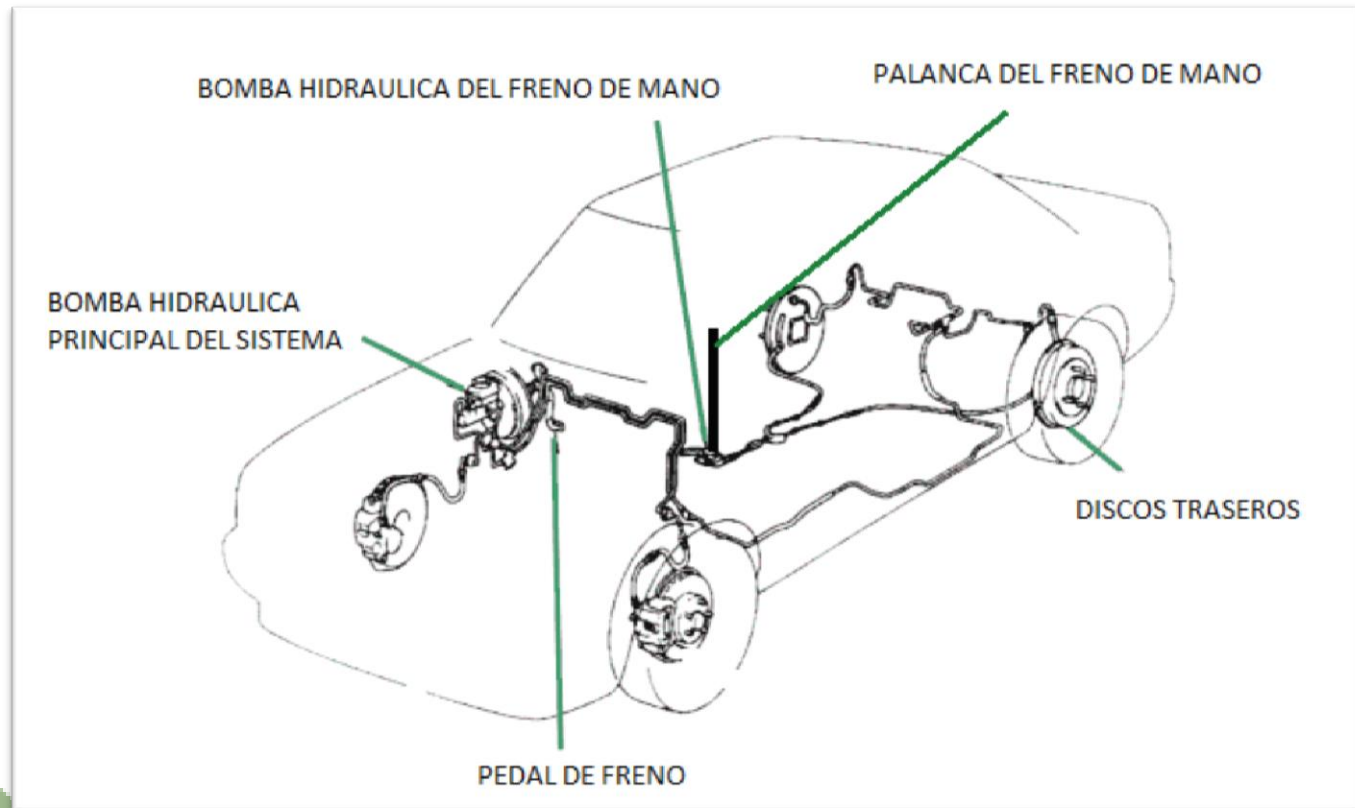


FRENO DE MANO HIDRÁULICO



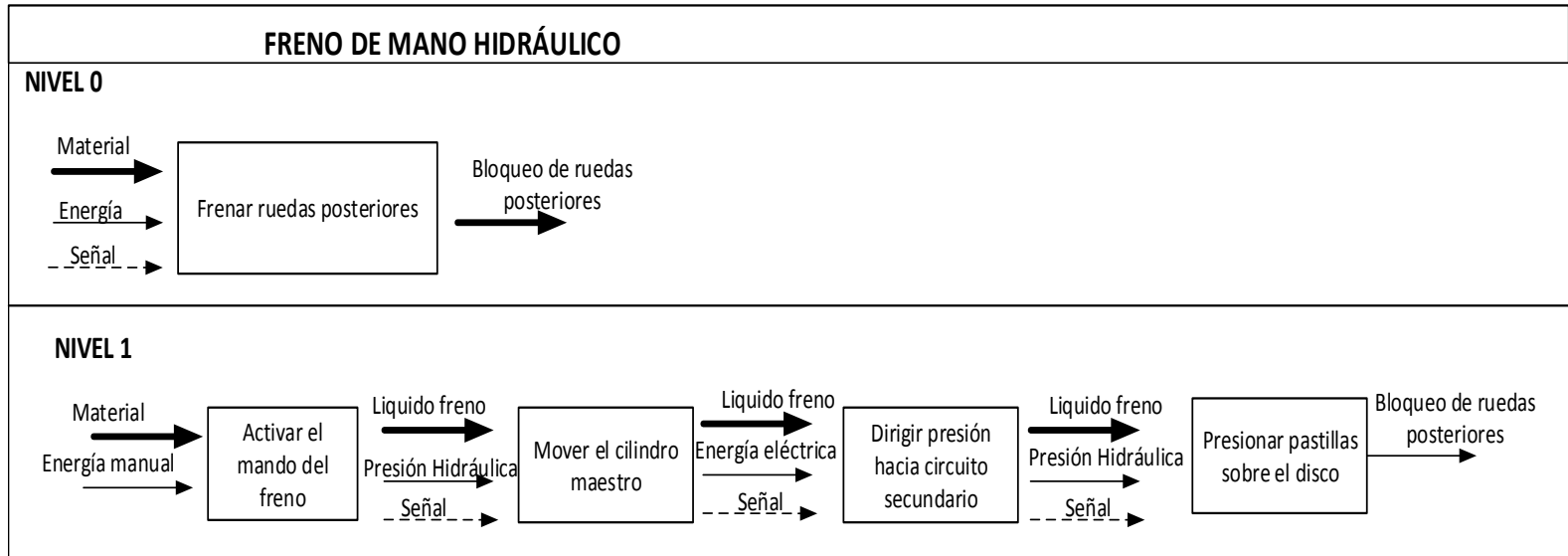


PARTES DEL SISTEMA DE FRENO DE MANO HIDRÁULICO



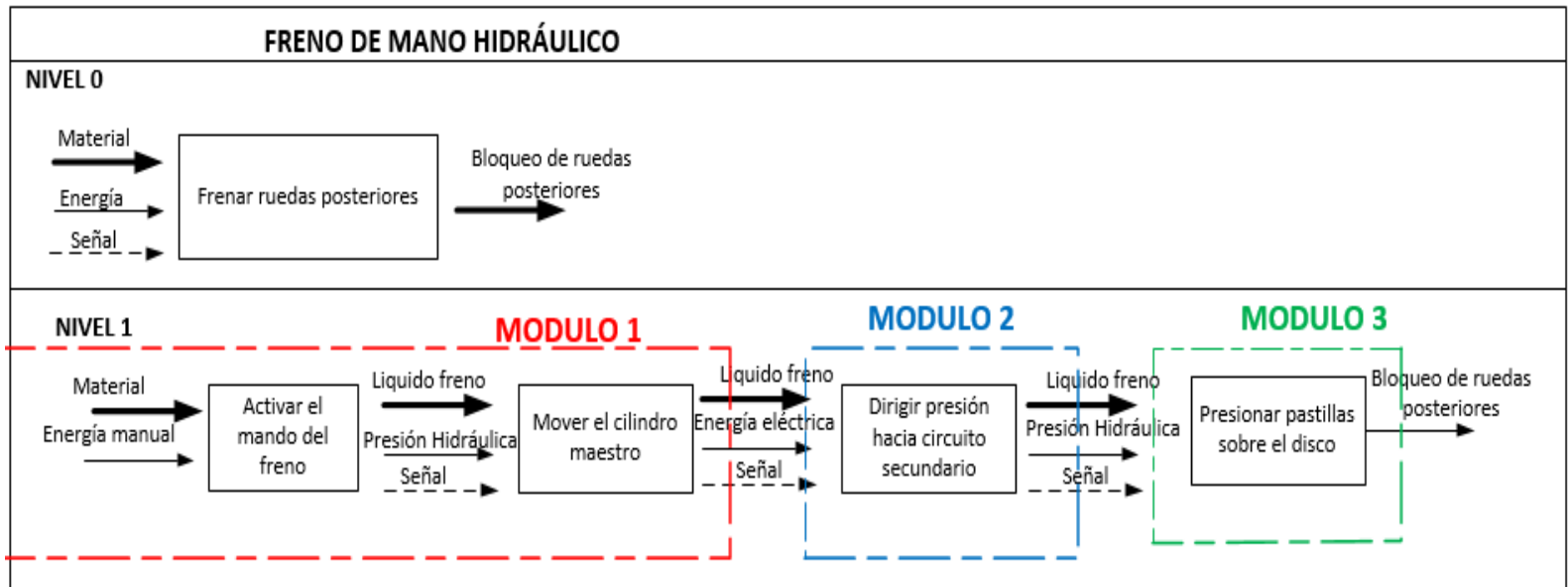


MODULOS DEL SISTEMA DE FRENO DE MANO HIDRÁULICO



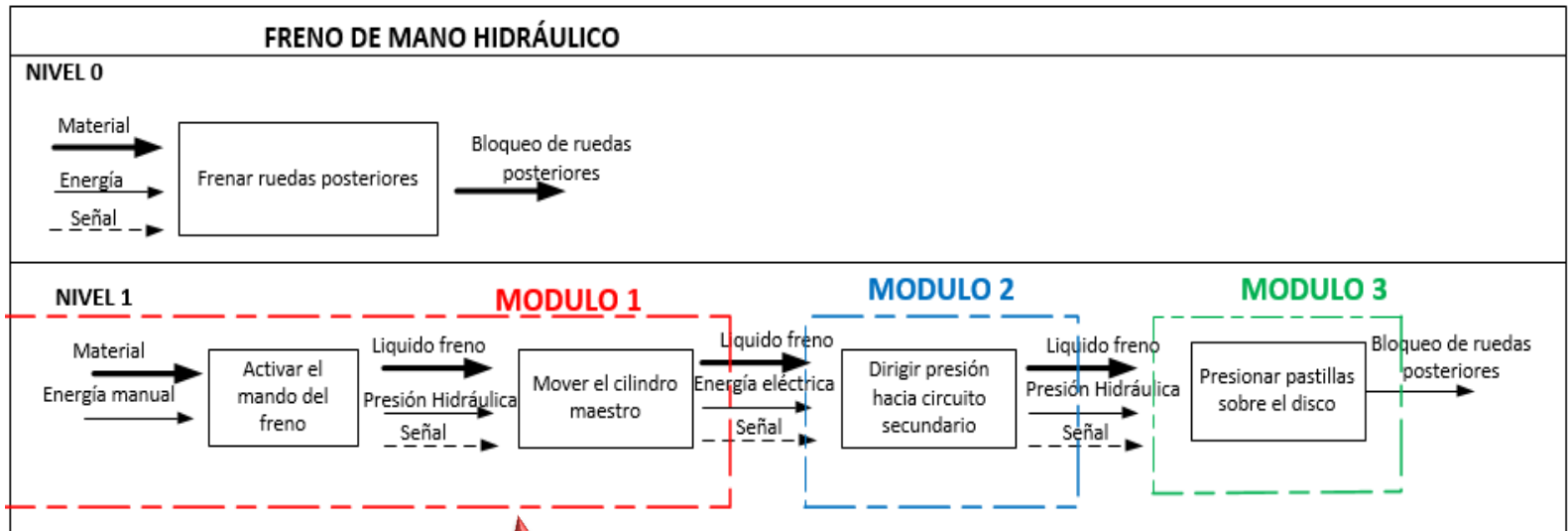


MODULOS DEL SISTEMA DE FRENO DE MANO HIDRÁULICO





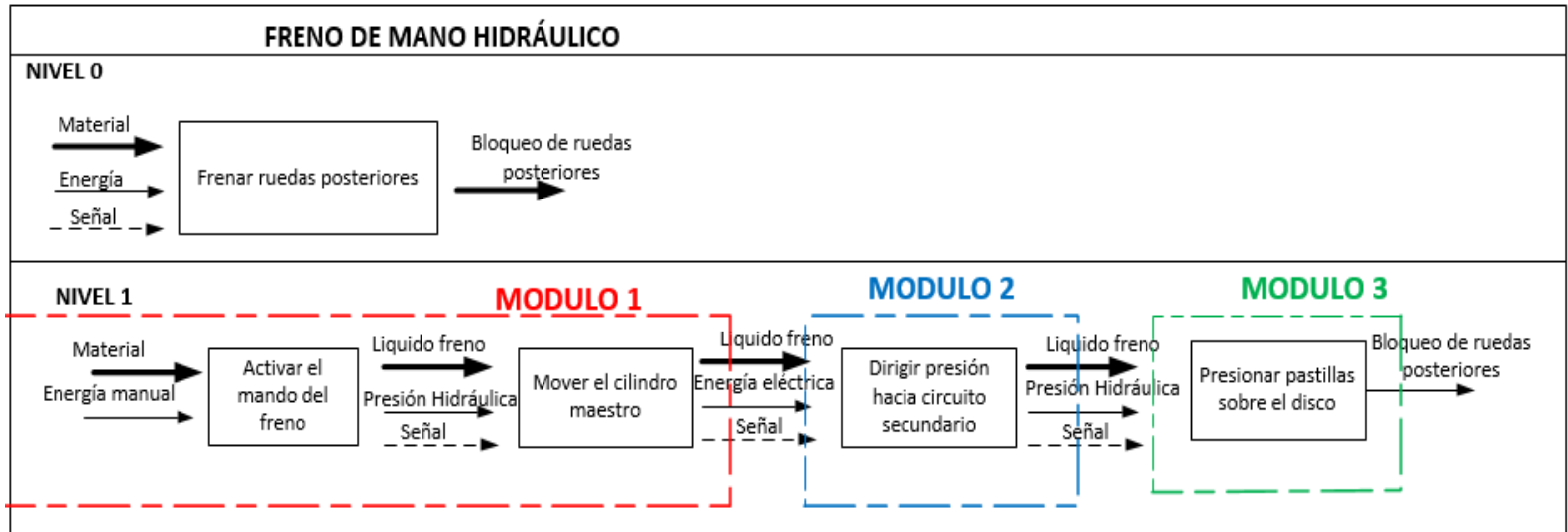
MODULOS DEL SISTEMA DE FRENO DE MANO HIDRÁULICO



Se considera que en el mismo se activará de forma manual, para el efecto se utilizará una palanca muy parecida al sistema de la torreta de cambios.



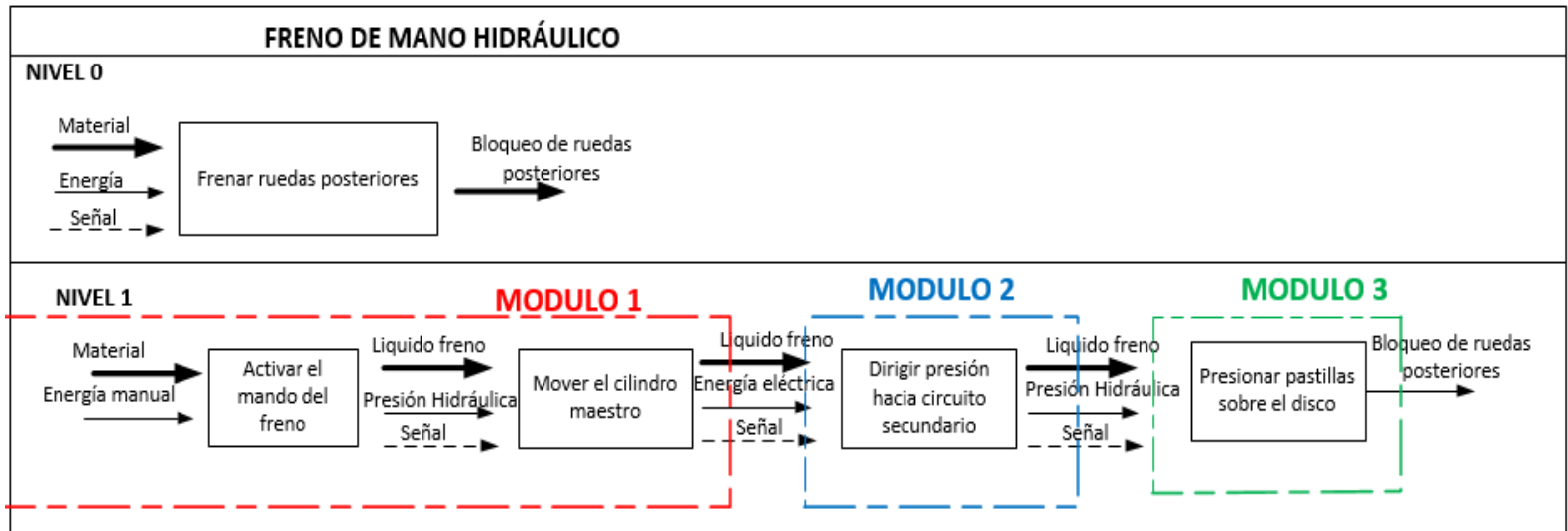
MODULOS DEL SISTEMA DE FRENO DE MANO HIDRÁULICO



Dirigir o conducir la presión hacia el circuito secundario



MODULOS DEL SISTEMA DE FRENO DE MANO HIDRÁULICO



Genera presión en el sistema hidráulico secundario por efecto de una bomba secundaria, para activar el frenado de la parte posterior de vehículo



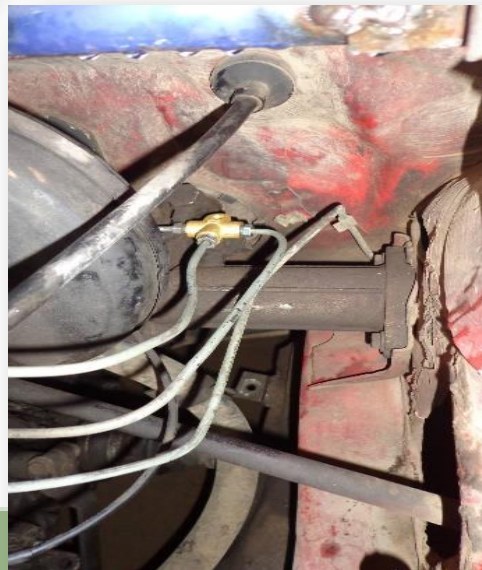
DIAGRAMA DEL SISTEMA DE FRENO DE MANO HIDRÁULICO



DOT 3 PUNTO DE EBULLICION 250 °C



CONSTRUCCIÓN DEL FRENO DE MANO HIDRÁULICO





ANÁLISIS Y PRUEBAS



Análisis de resultados Jaula de seguridad – Torreta de cambios

Sistema	Reglamento de la FEDAK	Parametros actuales	observaciones
Jaula de seguridad	Arco Central minimo 1"7/8	Arco Central 2"	Razones comerciales
	Tubo Negro esfuerzo maximo a la traccion 310 Mpa	Acero A560 esfuerzo maximo a la traccion 350 Mpa	Diferencia de esfuerzo maximo a la traccion 40 Mpa
	6 puntos de anclaje	8 puntos de anclaje	2 se encuentran en las bases de los amortiguadores posteriores
	Proteccion X laterales	Proteccion X laterales	OK
	Planchas de 3mm de espesor minimo	Planchas 5mm de espesor	2 mm de diferencia
Torreta de marchas	Mantener la carcasa original	Cumple con el reglamento	OK
	No debe ser secuencial	Cumple con el reglamento	OK



Análisis de resultados Extintor Centralizado – Freno de mano hidráulico

Extintor Centralizado	Minimo 2 kg	Cumple con el reglamento	OK
	2 lineas repartidoras del extintor en el vehiculo	5 lineas repartidoras del extintor en el vehiculo	2 Líneas motores 1 al piloto 1 al copiloto 1 al tanque de combustible.
	Accionado por el piloto con su respectivo cinturon de seguridad	Cumple con el reglamento	OK
	Senalizacion con letra E	Cumple con el reglamento	OK
Freno de mano hidráulico	Permanecer en el tunel central	Cumple con el reglamento	OK
	Puede ser hidraulico	Es hidraulico	Cumple
	Se puede utilizar discos	Tiene Discos	Cumple



HOJA DE REVISIÓN MECÁNICA, avalada por la FEDAK-CAC año 2015

RALLY:		COMISARIO TÉCNICO:		AutoRacing	
FECHA:		MARCA:		Nº VEHÍCULO:	
25/10/2014		WOLFRUMBERG		214	
				2000	
				CATEGORÍA	
12º CAPEONATO PROVINCIAL DE RALLY					
Nº	DESCRIPCION	CONFORME		OBSERVACIONES	
		SI	NO		
1	SISTEMA DE ESCAPE	/			
2	NEUMATICOS + REPUESTO	/			
3	TANQUE DE GASOLINA (desfogue)	/			
4	PROTECCION DE TANQUE DE GASOLINA	/			
5	SWITCH MASTER (debe apagar el motor y ser accesible)	/			
6	ARCO DE SEGURIDAD - ROLL BAR	/			
7	CINTURONES TIPO ARNES (4 pto a chasis)	/			
8	ASIENTO LIBRE CON APOYACABEZAS (fijado al chasis)	/			
9	BLOQUEO AL VOLANTE O ANTIRROBO PROHIBIDOS	/			
10	EXTINTOR CARGADO Y FIJADO (con número del auto)	/			
11	BOTIQUIN (con numero del auto)	/			
12	BANDERA AMARILLA Y BLANCA	/			
13	CASCO Y OVEROL	/			
14	SEGUROS DEL CAPOT	/			
15	LIMPIA Y LAVAPARABRISAS	/			
16	GUARDABARROS (4)	/			
17	ESPEJOS RETROVISORES	/			
18	ALUMBRADO Y SEÑALIZACION (luces stop)	/			
19	CARROCERIA Y VIDRIOS ORIGINALES	/			
20	NUMERO SEGÚN EL REGLAMENTO	/			
21	RECUPERADOR DE ACEITE	/			
22	SEGURIDAD DE BATERIA	/			
23	LLAVE DE RUEDAS FIJADA AL PISO	/			
24	PROPAGANDA OFICIAL	/			
ES CONFORME CON LA VERIFICACIÓN REALIZADA		SI	NO		



Pruebas dinámicas en ruta:

San Martín - La Cocha





CONCLUSIONES

- Se a determinado mediante el presente estudio que en nuestro país no se cuenta con un material que permita alternabilidad de selección en el diseño.
- Se diseñó los sistemas de seguridad como son la jaula antivuelco, torreta de marchas , sistema de extintor centralizado y sistema de freno de mano hidráulico según el reglamento de la FEDAK
- Se obtuvo un valor de factor de seguridad de 1,22 que se lo considera adecuado para las condiciones del sistema, validándose de esta manera el diseño de la jaula de seguridad.
- Se obtuvo un valor de factor de seguridad de 5,06 que se considera óptimo para el diseño, validando el diseño de la palanca de cambio de marchas.
- Se utilizó un material de aluminio aleado 6063, en el estudio de la base de la torreta, el resultado obtenido de factor de seguridad es de 8,29, valor que se considera óptimo para validar este diseño



- Se utilizó un extintor de 2 kilogramos para fuegos tipo ABC ,siendo éste el apropiado para este tipo de uso en un vehículo de competencias concluyendo que este sistema es seguro.
- Se diseñó y construyó sistema de freno de mano hidráulico para mejorar la conducción y ergonomía del piloto. Este sistema responde inmediatamente a su activación, mejorando el manejo y acortando el tiempo de activación comparado con el sistema original.
- Se implementó un ducto de ventilación para el habitáculo del vehículo con la finalidad de equilibrar la temperatura de los ocupantes del vehículo, el mismo que está ubicado en el techo del vehículo.
- Con todas estas implementaciones, se procedió a la participación en una competencia de rally y a su vez a la homologación directa del vehículo para participar en cualquier competencia de rally en el Ecuador sin tener ningún problema.



RECOMENDACIONES

- Especificar una carga puntual en el reglamento de la FEDAK para futuros estudios de simulación de cargas en la jaula de seguridad.
- Incorporar más lugares de descarga en el sistema de extintor centralizado.
- En el sistema de extintor centralizado se recomienda otra palanca de accionamiento que puede estar afuera del vehículo en caso de que los ocupantes del mismo no puedan activar el sistema por algún accidente grave.
- Para la elaboración de este tipo de proyectos se pueden usar software similares como AUTO CAD, SOLID WORKS.
- Diseñar el sistema de la torreta de cambio de marchas por cable.
- Realizar este proyecto en otra marca de vehículo con diferente geometría del habitáculo.



Soy un joven que sacrificó mucho de su propia existencia por las carreras. Pienso en esta profesión desde que era un niño; di todo de mí y creo que la amo más que cualquier otro. Por eso hasta cuando esté corriendo lo haré solamente para vencer. Sólo pararé en el día en que perciba que estoy andando un décimo más lento de lo que podría.

Ayrton Senna

Ayrton Senna (São Paulo, 1960 - San Marino, 1994)



Gracias por su atención



Tabla de ponderación de la torreta de marchas

MATRIZ DE PONDERACIÓN

Características	TIPO	Cable		Hibrido		Tubular	
	Ponderación	Valoración	Calificación	Valoración	Calificación	Valoración	Calificación
Aplicación	0,05	6	0,3	6	0,3	6	0,3
Rigidez	0,1	7	0,7	7	0,7	8	0,8
Resistencia	0,3	8	2,4	8	2,4	9	2,7
Peso (más liviano)	0,3	8	2,4	7	2,1	9	2,7
Costo del sistema	0,2	7	1,4	8	1,6	7	1,4
Costo Mantenimiento	0,05	4	0,2	8	0,4	7	0,35
	TOTAL		7,4		7,5		8,25





SOLDADURA SMAW

- La longitud del arco debe ser siempre lo más constante posible (entre 2 y 4 mm de longitud, dependiendo del espesor del electrodo)
- El avance del electrodo siempre debe ser uniforme, ya que de esto depende el buen aspecto y la calidad de la soldadura, así como la distribución uniforme del calor.
- Para trazar el *cordón de soldadura*, dirigimos el electrodo al punto de inicio de la soldadura, tratando de que la distancia entre el electrodo y la pieza sea constante y de aproximadamente el diámetro del electrodo





Propiedades

Como la mayoría de los aceros, el A36, tiene una densidad de 7850 kg/m^3 (0.28 lb/in^3). El acero A36 en barras, planchas y perfiles estructurales con espesores menores de 8 pulg (203,2 mm) tiene un límite de fluencia mínimo de 250 MPa (36 ksi), y un límite de rotura mínimo de 410 MPa (58 ksi). Las planchas con espesores mayores de 8 plg (203,2 mm) tienen un límite de fluencia mínimo de 220 MPa (32 ksi), y el mismo límite de rotura.

Propiedades Mecánicas

Límite de fluencia mínimo		Resistencia a la Tracción			
Mpa	Psi	Psi		Mpa	
		Min	Máx	Min	Máx
250	36000	58000	80000	400	550

https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CEYQFjAH&url=http%3A%2F%2Fdspace.ups.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F757%2F4%2FCAPITULO2.pdf&ei=EDhbVaehLoeNNtb4gNAP&usg=AFQjCNEaif5z9952VFzcCzi_sX14DYY7g





TUBO DE ACERO A560

	A440-280H	A560-350H
Resistencia a la tracción F_u MPa	280 min.	350 min.
Tensión de fluencia F_y MPa	440 min.	560 min.
Relación F_u / F_y min.	1,25	1,25
Alargamiento % probeta $L_0 = 200$ mm	16	$\frac{7700}{F_u} - K$

<http://es.slideshare.net/quequma/normas-de-acero>

