



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Departamento de ciencias de la energía y mecánica
Carrera de ingeniería automotriz**

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del Título de Ingeniero Automotriz

Construcción del bastidor para un vehículo táctico para las Fuerzas Armadas

Autores:

Alvarez Laguaquiza, Héctor Alexander
Pozo Vinueza, George Orlando

Tutor:

Msc. Cevallos Carvajal, Alex Santiago

Latacunga, Febrero del 2023



CONTENIDO

1. Planteamiento del problema

2. Justificación e importancia

3. Objetivos

4. Hipótesis

5. Fundamentación teórica

6. Desarrollo

7. Análisis de resultados

8. Conclusiones y recomendaciones



Planteamiento Del Problema



JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El presente proyecto se enfocará en la construcción del bastidor de un vehículo táctico mediante la selección de materiales los cuales sean apropiados para las condiciones a las cuales se va a someter

El bastidor debe cumplir con algunos requisitos los cuales garantizarán que todos los elementos permanezcan en su lugar asignado, sin sufrir excesivas cargas que causen daños en ellos

Se aplicaran métodos de manufactura apropiados así como también se realizarán pruebas de soldadura para controlar que la construcción del bastidor no tenga fallas que a futuro causarán problemas.

Todo esto para garantizar un vehículo apropiado para su utilización dentro de las fuerzas armadas, este vehículo ayudará a las actividades de reconocimiento de campo y patrullaje dentro de la mencionada institución.



OBJETIVOS

Objetivo general

Construcción del Bastidor para un vehículo táctico de las Fuerzas Armadas.



OBJETIVOS

- Investigar sobre los diferentes tipos de materiales que pueden ser utilizados para la construcción del bastidor.
- Seleccionar el material apropiado que cuente con las propiedades necesarias para la construcción del bastidor
- Reconocer los diferentes métodos de manufactura para su posterior selección, e implementarlo para la construcción.
- Investigar los métodos o ensayos de prueba que se puedan realizar a la soldadura.
- Analizar los cordones de soldadura necesario con el fin de verificar el estado de la estructura o bastidor.



HIPÓTESIS

La construcción del bastidor del vehículo táctico para las fuerzas armadas permitirá obtener un soporte adecuado para adecuar los sistemas y componentes que conforman dicho vehículo en concordancia a lo establecido por la normativa Car Cross, para su uso en el reconocimiento de campo y patrullaje, cumpliendo con las necesidades que un vehículo táctico requiere.

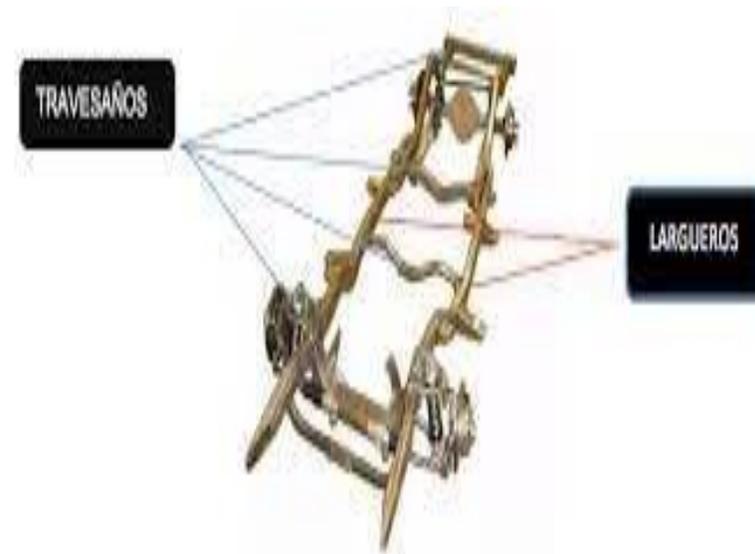


FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Bastidor

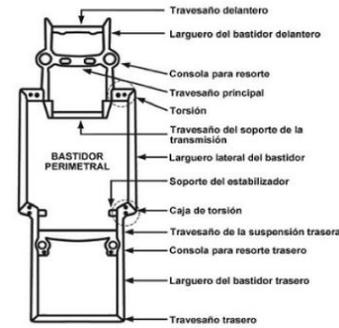
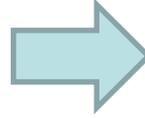
El bastidor en los automotores es la estructura rígida donde se sujeta la carrocería y los diferentes componentes de los sistemas auxiliares (transmisión, dirección, suspensión, etc.)

Está constituido por dos elementos rígidos longitudinales ubicados paralelamente a lo largo del eje longitudinal a los cuales se le llama largueros, estos van a estar unidos de forma transversal por travesaños

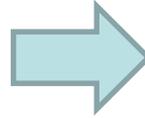


Tipos de bastidores

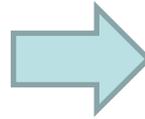
Bastidor Perimétrico



Bastidor Tubular



Bastidor Independiente



Materiales del bastidor

Los materiales utilizados para la construcción de bastidores de vehículos livianos o pesados por lo general es el acero estructural, ya que entre sus propiedades tiene un mayor límite elástico, es de bajo costo y se cuenta con la facilidad de encontrarlo en mercados industriales.

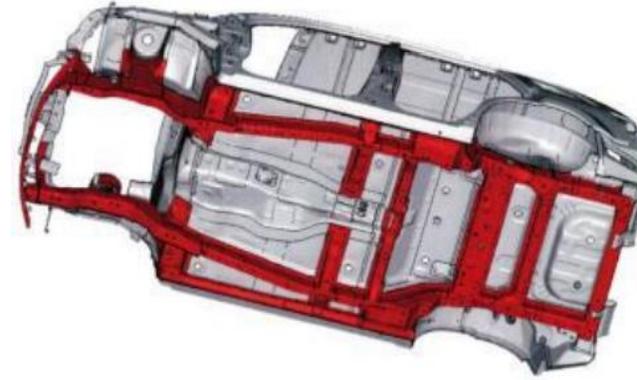
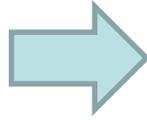
Las secciones estructurales huecas (HSS) o mejor llamadas tuberías estructurales, suelen ser de diferentes formas: redondas, cuadradas o rectangulares y por lo general están fabricadas de acero ASTM A501 (moldeado en caliente) o de acero A500 (moldeado en frío) en diferentes grados de resistencia.

Los aceros estructurales suelen ser fabricados en diferentes formas como: planchas, tubería, barras y en perfiles de estructura como canales, ángulos y diferente variedad vigas. La ASTM (asigna un número a estos tipos de aceros, con los cuales se puede definir ciertas propiedades de los mismos

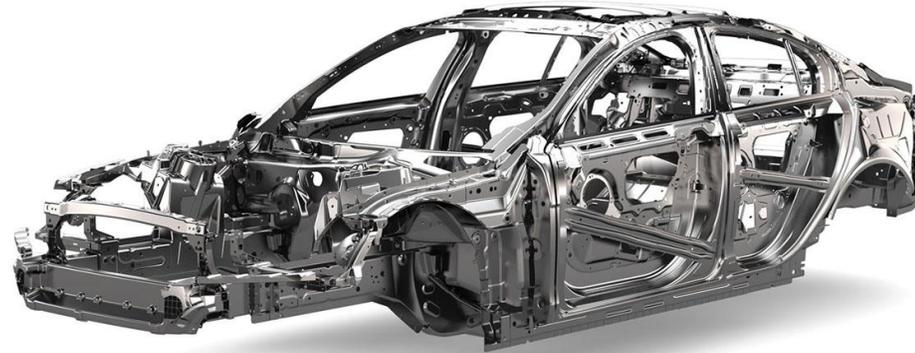
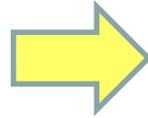


Tipos de carrocerías

Carrocería independiente



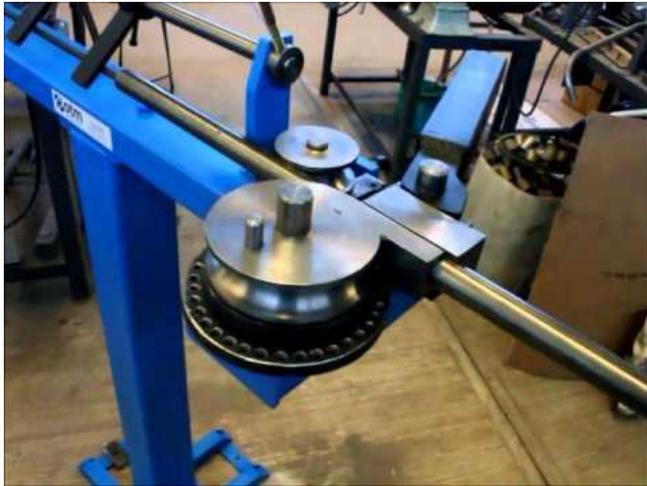
Carrocería autoportante



Procesos de manufactura

Curvado

Es también conocido como doblado, se basa en una técnica de conformado en frío la cual consiste en realizar una deformación plástica por lo general a tubos de sección circular, aunque también se puede realizar doblado a diferentes perfiles.



Corte

El corte de metal ya sea planchas o tubos se lo puede realizar con sierra de disco, ya que es la más utilizada para cortes de tubería de menor diámetro y grosor en lo que requiere un bajo margen de error.



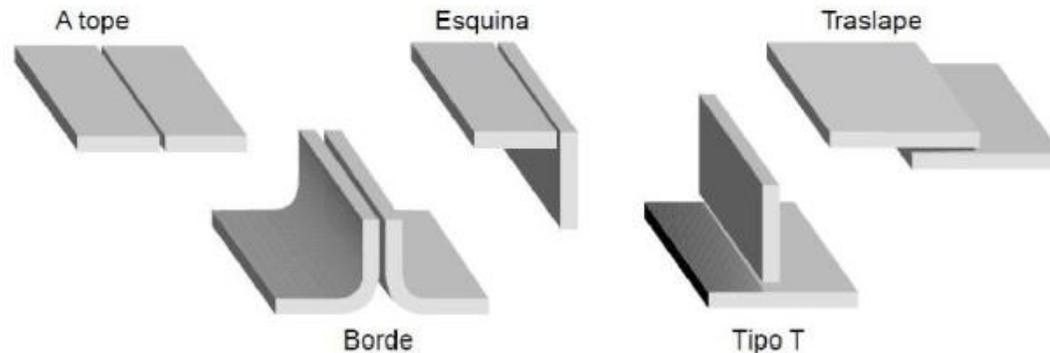
Soldadura

Soldadura MIG/MAG

El proceso de soldadura por arco metálico bajo gas protector con electrodo consumible consiste en que el arco origina entre el electrodo de hilo continuo y el elemento que se va a soldar, protegiéndose de los daños atmosféricos circundantes por un gas inerte en el caso del proceso bajo la soldadura MIG o por un gas activo bajo la soldadura MAG.

MIG: Metal Inert Gas, protección mediante un gas puro, inerte, como por ejemplo argón, helio, etc. Se la aplica en metal que no es ferroso.

MAG: Metal Active Gas, en donde se usa como gas protector el dióxido de carbono (CO_2). Se la aplica en metal ferroso.



Métodos de ensayos no destructivos

Para la detección de fallas en las juntas soldadas para la construcción de la carrocería, se tienen diferentes tipos de ensayos no destructivos, estos nos ayudarán a verificar que los cordones de suelda se encuentren en correcto estado para soportar los esfuerzos a los que será sometido el vehículo en relación a su estructura, evitando que dichas cargas provoquen fisuras o que se desuelden las juntas.



- Ensayo por inspección visual
- Ensayo por líquidos penetrantes
- Ensayo por partículas magnéticas
- Ensayo por radiografía
- Ensayo por ultrasonido



Ensayo por líquidos penetrantes

Este método de ensayo no destructivo es uno de los más utilizados para la verificación de existencia de discontinuidades o irregularidades superficiales en materiales, como, por ejemplo: metales, magnesio, cobre, latón y aleaciones de temperatura alta temperatura, generalmente en materiales que no son porosos. Por el contrario, en materiales que, si son porosos, no se podrá aplicar este ensayo.



Pinturas

De forma general las pinturas utilizadas para aplicaciones automotrices, están conformadas por varios componentes líquidos con pigmentación, que una vez aplicadas sobre la superficie se solidifican en un tiempo determinado, estos componentes son principalmente: el pigmento, resinas (vehículo fijo), disolvente (vehículo volátil) y aditivos.

Las pinturas de acabado son las que dan el color definitivo y el aspecto estético (podemos diferenciar dos acabados mate o brillante) de la superficie. Dependiendo de las características de estas pinturas estas se pueden clasificar en: monocapa, bicapa, tricapa y cuatricapa



Tratamientos anticorrosivos

La pintura anti gravilla que en el Ecuador este producto es distribuido bajo el nombre de “bate piedra” por ciertos almacenes de pinturas, esta pintura que tiene la propiedad de elasticidad mayor al resto de pinturas lo que le otorga la capacidad de absorber impactos, evitando que los objetos que se chocan con la carrocería hagan desprender la capa de pintura, es por esto que la pintura anti gravilla está compuesta de resinas sintéticas, elastómeros o caucho como productos base



DESARROLLO

Para comenzar con la construcción o modificación del bastidor primeramente se considerará el tipo de vehículo que se quiere obtener al final del proyecto en este caso un vehículo táctico militar.

Necesidad	Importancia	Cumplimiento				Resultados			
		Perimétrico	Columna o "X"	Tubular	Independiente	Perimétrico	Columna o "X"	Tubular	Independiente
Peso	3	2	2	2	2	6	6	6	6
Espacio	2	3	1	2	3	6	2	4	6
Material	3	3	3	2	3	9	9	6	9
Montaje	2	2	2	2	3	4	4	4	6
Terreno	3	2	2	2	3	6	6	6	9
Resistencia	3	3	2	2	3	9	6	6	9
Total						40	33	32	45

El bastidor independiente es el más adecuado, tanto por la resistencia, el espacio y el terreno en que estos se destacan.

El vehículo más mocionado es el "Trooper 4WD 4x4" el cual nos proporciona las características necesarias, ya que es un todo terreno con la suficiente potencia para realizar el trabajo que se requiera.



Desmontaje de carrocería

Retirar los componentes que se encuentran al interior del habitáculo



Desmontar las sujeciones o bases que una la carrocería con el chasis

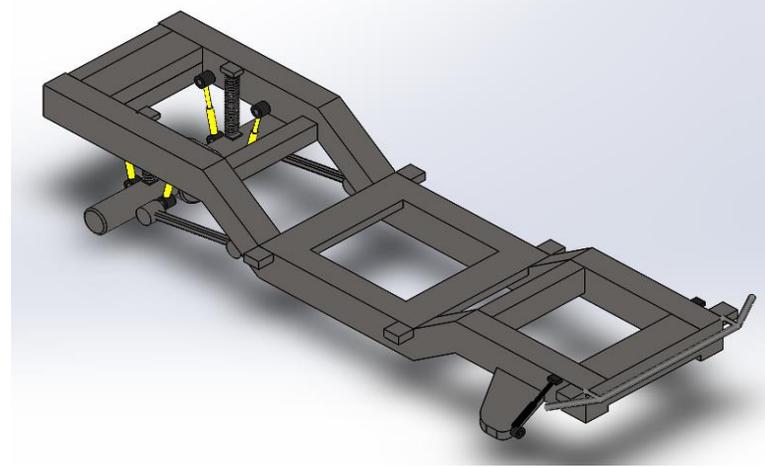


Levantada la carrocería se retira el chasis haciéndolo rodar

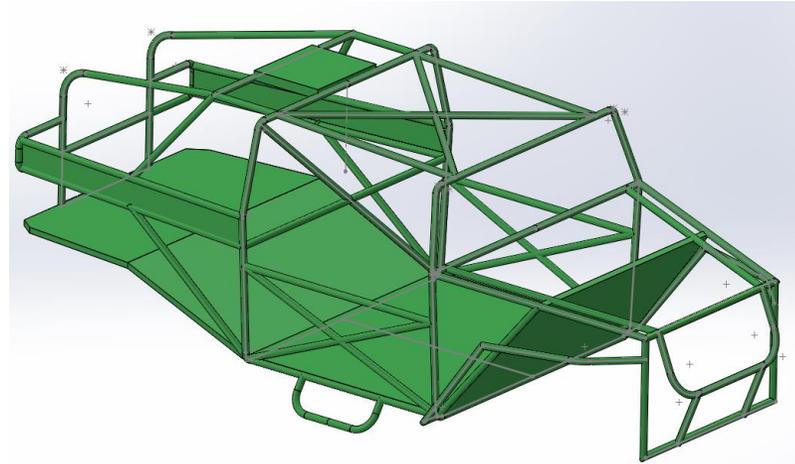


Construcción

Para construcción o modificación en el bastidor se tiene presente el boceto creado previamente en el software de diseño



Para la estructura se tiene el boceto



Selección del material para la construcción de la estructura

Necesidad	Importancia	Cumplimiento				Resultados			
		Fibra de carbono	Aluminio	Acero ASTM A36	Acero ASTM A500	Fibra de carbono	Aluminio	Acero ASTM A36	Acero ASTM A500
Peso	2	3	2	2	2	6	4	4	4
Resistencia	3	1	2	3	3	3	6	9	9
Costo	2	3	2	1	2	6	4	2	4
Disponibilidad	3	2	2	3	3	6	6	9	9
Total						21	20	24	26

En base a las normas que nos indica la RFEDA para la seguridad de los militares en prototipos de los todo-terreno

La selección de los materiales para su construcción estructural tubular debe ser de acero al carbono el cual es estirado en frío sin soldadura, y suele tener un espesor de 2mm y un diámetro de 40mm.



Material y propiedades

Por disponibilidad en el mercado la NTE INEN 2415 nos hace referencia a tubos de acero al carbono soldados para aplicaciones estructurales y usos generales, en el cual se encuentra el acero estructural ASTM A500.

Grado	Descripción	Límite de fluencia mínima (MPa)	Resistencia a la tracción mínima (MPa)	Elongación mínima en 50 mm ^A %
AC	Tubo para usos generales	--	290	≥ 35
A	Tubos estructurales sección circular	230	310	25 ^B
B		290	400	23 ^C
C		315	425	21 ^D
D		250	400	23 ^C
A	Tubos estructurales sección cuadrada, rectangular o especial	270	310	25 ^B
B		315	400	23 ^C
C		345	425	21 ^D
D		250	400	23 ^C

^T ASTM A500/A500M Table 2 Tensile requirements.

^A El mínimo valor de elongación especificado aplica únicamente a los ensayos realizados antes del envío del tubo.

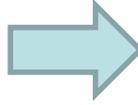
^B Se aplica a espesor de pared (e) igual o mayor a 3,05 mm. Para espesores menores del especificado, el valor mínimo de elongación en 50 mm debe ser calculado por la ecuación % = 2,2 e + 17,5 redondeado al espesor más cercano.

^C Se aplica a espesor de pared (e) igual o mayor a 4,57 mm. Para espesores más ligeros el mínimo valor de elongación en 50 mm debe ser calculado por la fórmula = 2,4 e + 12 redondeado al espesor más cercano.

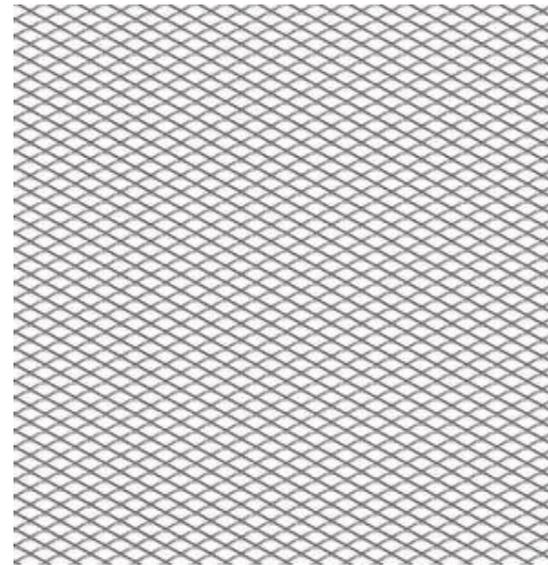
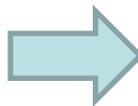
^D Se aplica a espesor de pared (e) igual o mayor a 3,05 mm. Para espesores más ligeros el mínimo valor de elongación en 50 mm, puede ser por acuerdo con el fabricante.



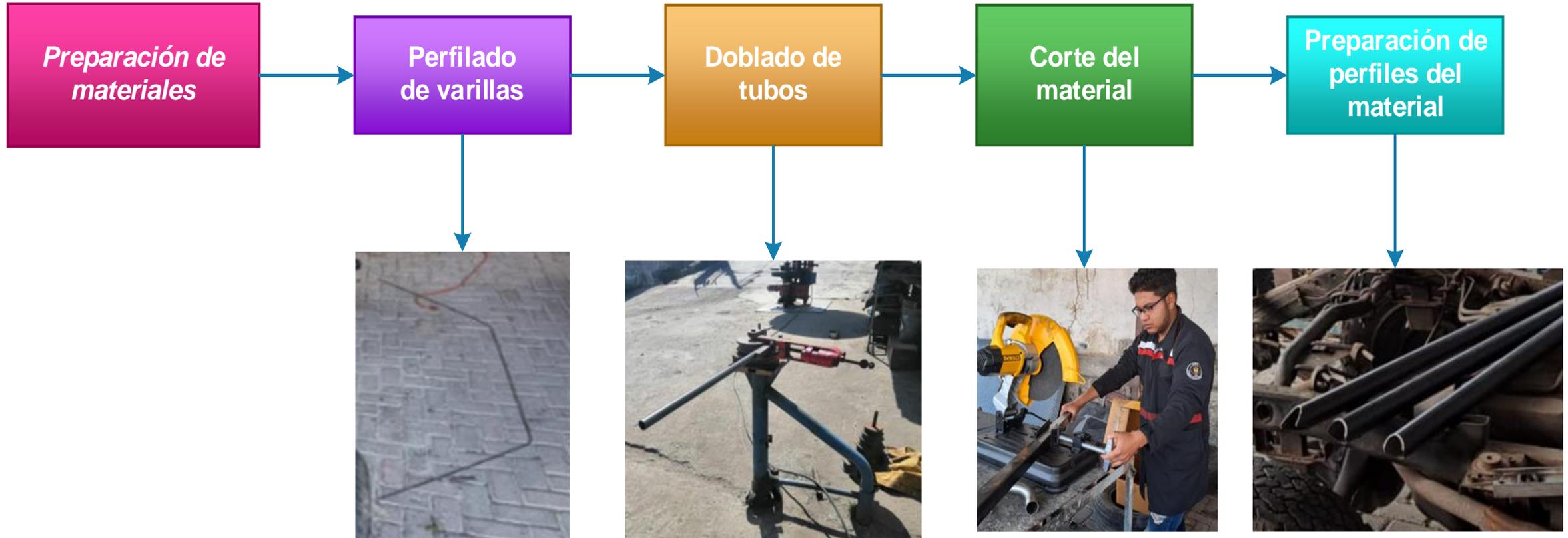
Para el piso, ya que es un conjunto de chapas que suelen ir unidas al bastidor por medio de soldadura se utilizó planchas de Tool de 3mm.



Una plancha extendida de acero inoxidable de patrón romboidal para zonas donde se desea proteger



Construcción de la estructura: Preparación del material



Procedimiento de soldadura

Especificaciones de la máquina usada: Soldadora Porten.

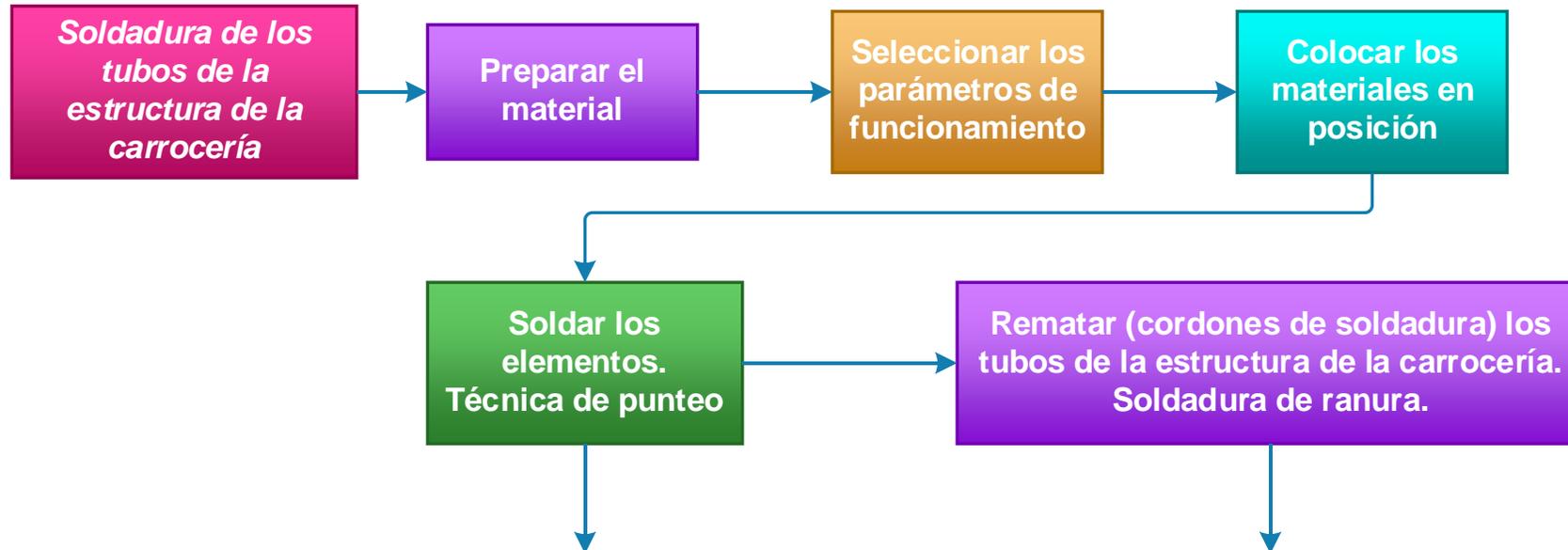
Parámetro	Valor
Voltaje de entrada	220 V Monofásico
Consumo máx. de corriente	25 A
Rango de trabajo	30 - 145 A
Diámetro de alambre	0.6 – 0.8 – 0.9 mm
Peso	28 kg
Dimensiones	54x40x44 cm

Parámetros de voltaje y amperaje del electrodo en función de su diámetro

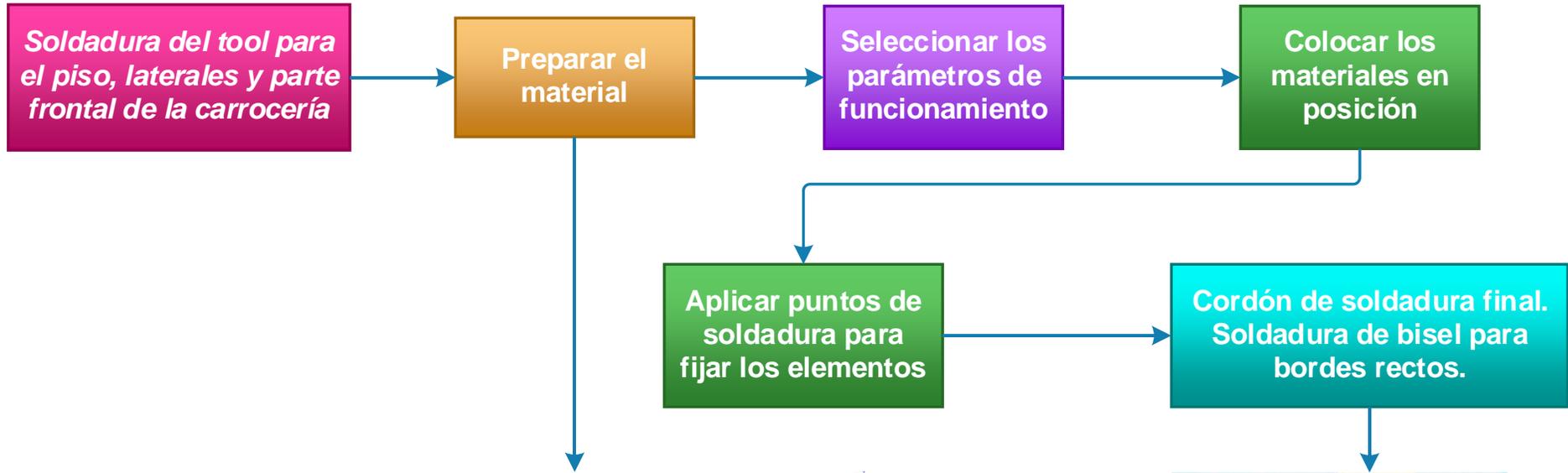
Diámetro de alambre	Amperaje	Voltaje
0.023" (0,6 mm)	40 - 90	14 - 16
0.030" (0,8 mm)	60 - 140	14 - 16
0.035" (0,9 mm)	70 - 1 80	15 - 21
0.045" (1,2 mm)	110 - 230	18 - 30



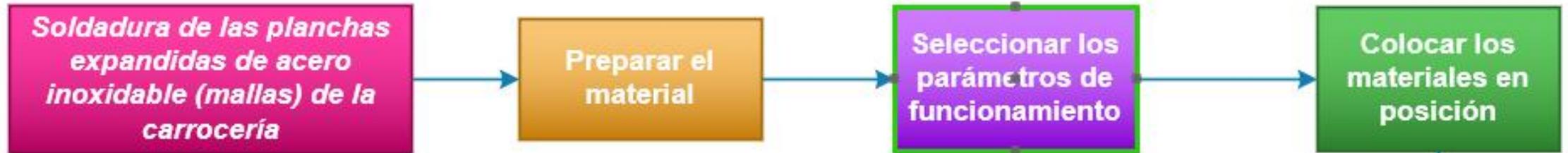
Procedimiento de soldadura



Procedimiento de soldadura



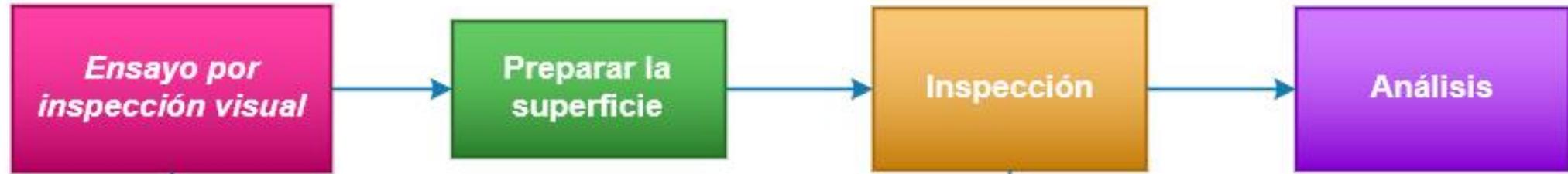
Procedimiento de soldadura



Aplicar puntos de soldadura para a lo largo del perímetro



Procedimiento de ensayo por inspección visual



Procedimiento de ensayo por líquidos penetrantes

Selección del kit para el ensayo de líquidos penetrantes

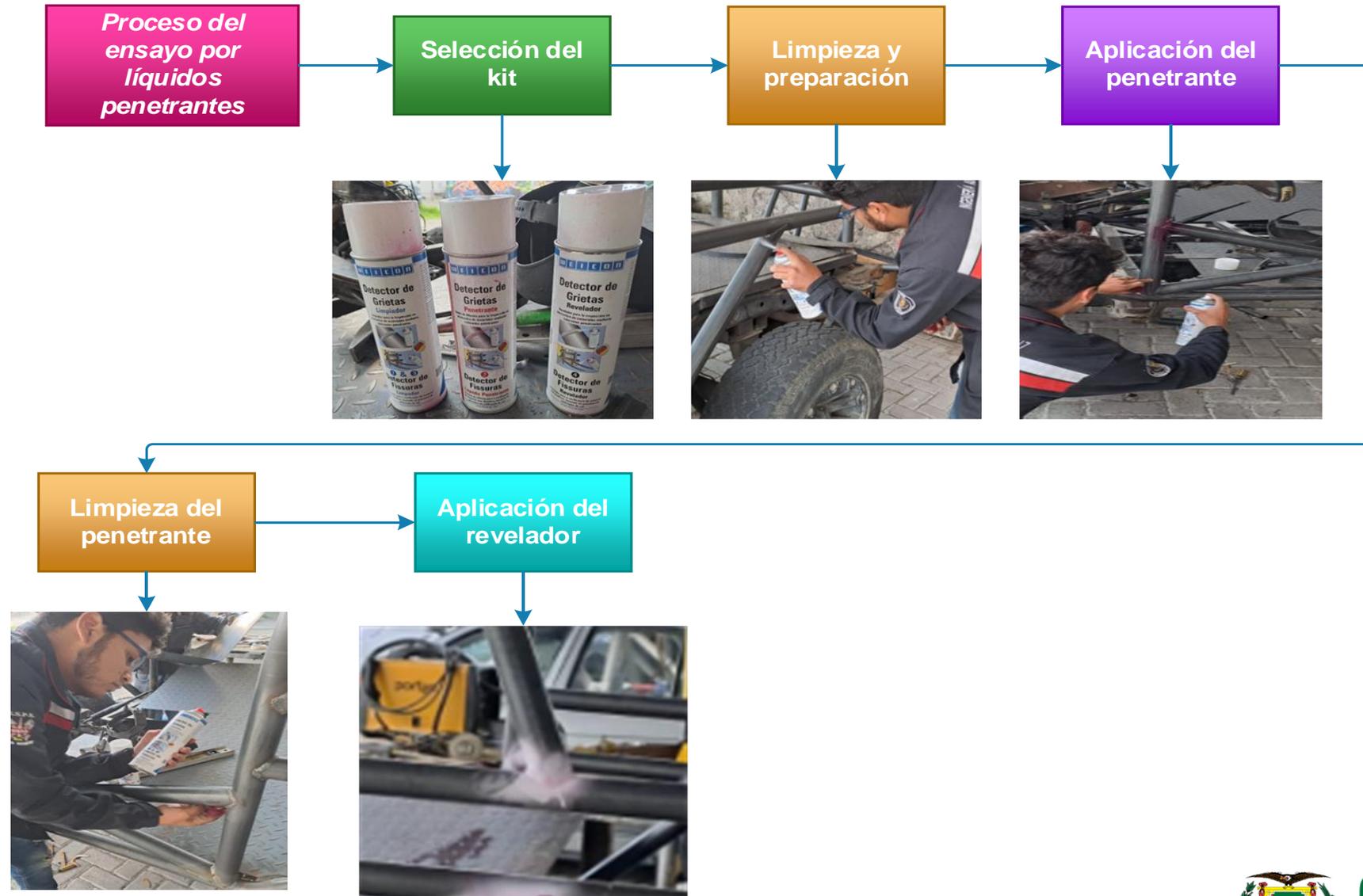


Características de los líquidos penetrantes usados en el END

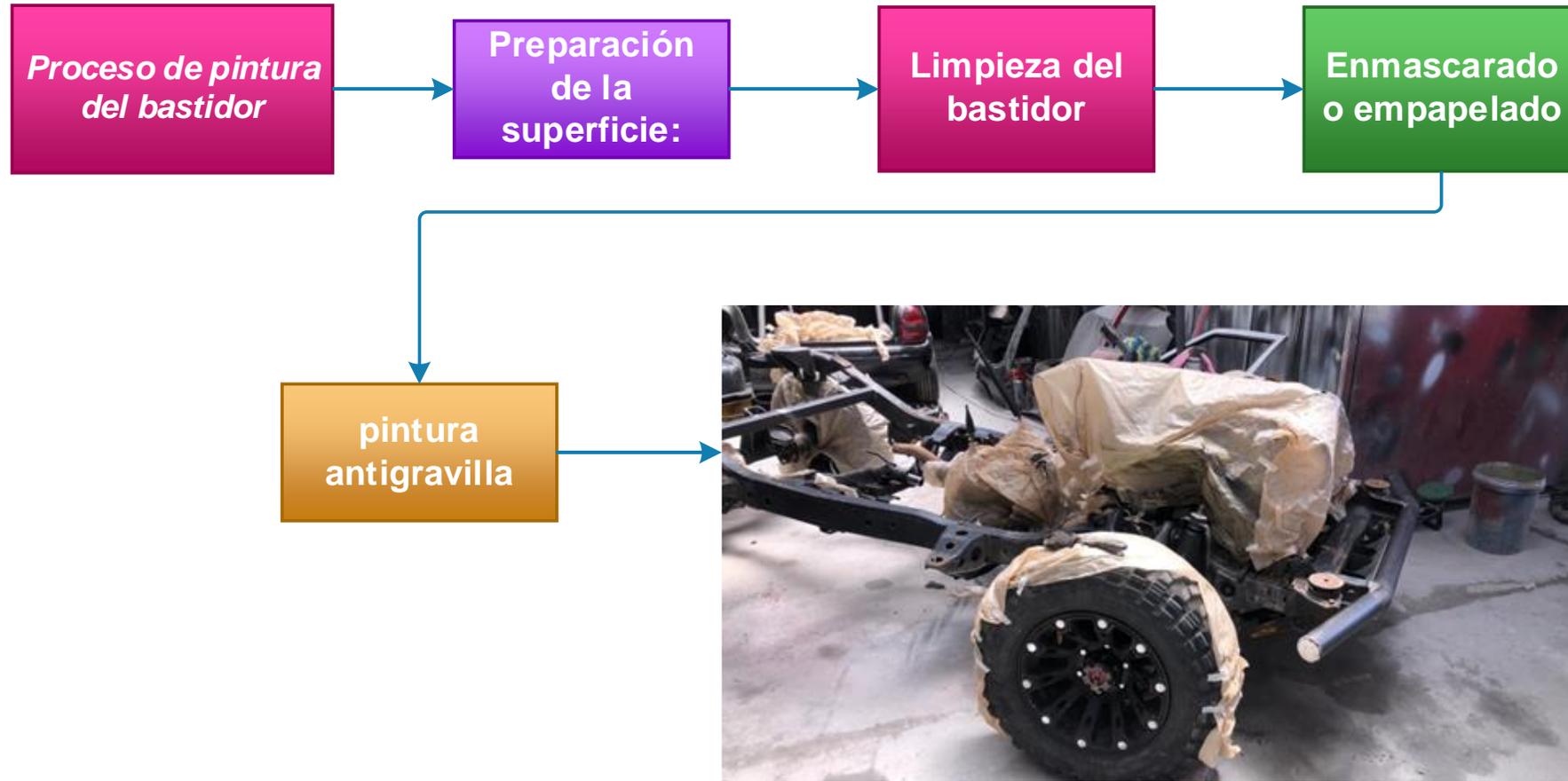
Líquido	Descripción	Normas y prescripciones
Limpiador	Limpiador neutro utilizado para la inspección a base de colorantes penetrantes.	Aprobados según DIN EN ISO 3452-2. Contenido bajo en azufre y halógeno según DIN EN ISO 3452-2 y Código ASME, sección V, Artículo 6.
Penetrante	Revelador hecho mediante un disolvente y fijo al color, usado para la inspección a base de colorante penetrante.	
Revelador	Es un colorante penetrante rojo una capacidad de fluencia alta para los ensayos no destructivos de materiales – lavable con disolventes.	



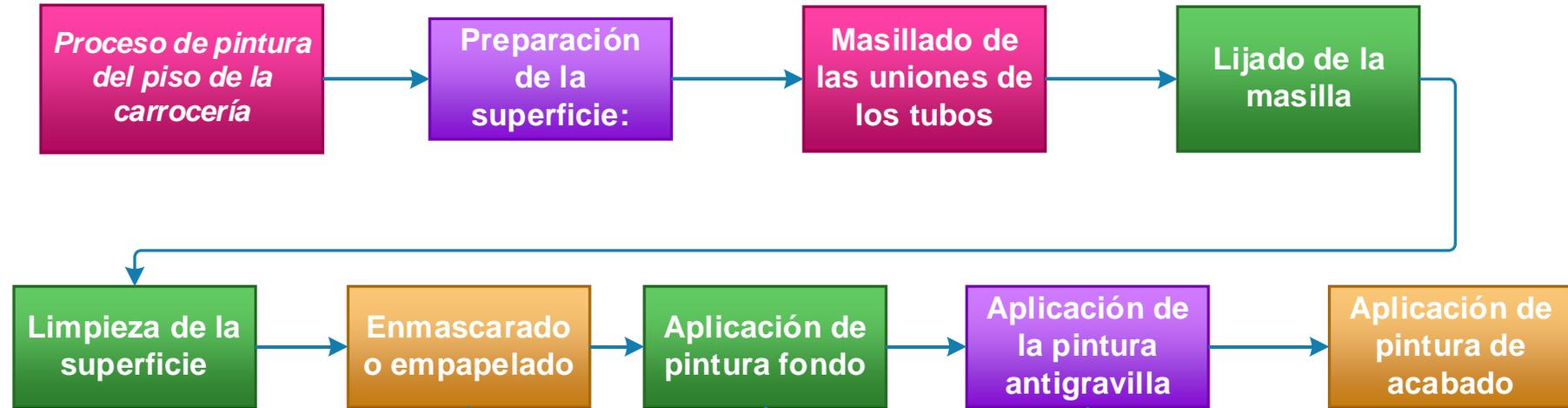
Procedimiento de ensayo por líquidos penetrantes



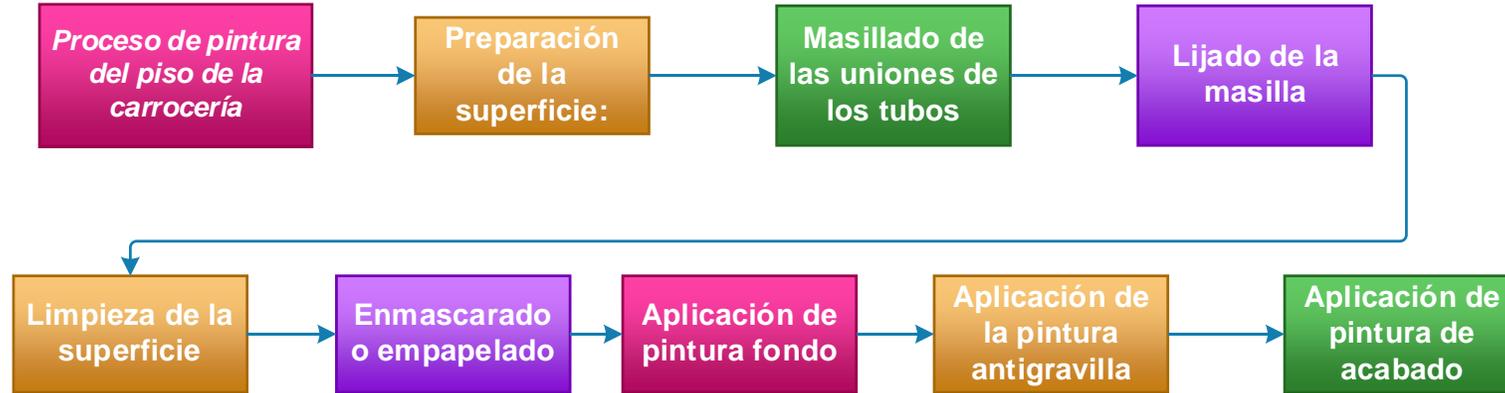
Proceso de pintura



Proceso de pintura



Proceso de pintura



Análisis de resultados

DEFECTOS DE LA SOLDADURA

Fisuras



Porosidad



Análisis de resultados

Análisis de la vista lateral izquierda



Nº Unión Soldada	Estado	Observación
1	Buena	
2	Buena	
3	Regular	Falta de fusión y poros
4	Regular	Poros
5	Regular	Falta de fusión
6	Buena	
7	Buena	
8	Buena	
9	Regular	Poros



Análisis de resultados

Análisis de la vista lateral derecha



N° Unión Soldada	Estado	Observación
1	Regular	Poros
2	Buena	
3	Regular	Poros
4	Regular	Poros
5	Buena	
6	Regular	Falta de fusión y poros
7	Regular	Fisura
8	Buena	
9	Regular	Poros



Análisis de resultados

Análisis de la vista frontal



Nº Unión Soldada	Estado	Observación
1	Buena	
2	Buena	
3	Regular	Poros
4	Regular	Poros
5	Buena	
6	Buena	
7	Buena	
8	Buena	

Análisis de resultados

Análisis de la vista posterior



Nº Unión Soldada	Estado	Observación
1	Regular	Poros
2	Regular	Poros y falta de fusión
3	Regular	Poros
4	Buena	
5	Buena	
6	Regular	Falta de fusión
7	Buena	
8	Buena	



Análisis de resultados

Reparaciones

ANTES



DESPUÉS



COMPROBACIÓN



Análisis de resultados

Reparaciones

ANTES



DESPUÉS



COMPROBACIÓN



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Conclusiones

- Con la recopilación de información se obtuvo los datos necesarios para la construcción o modificación del bastidor, debido a las características que el vehículo debe poseer se determinó que el bastidor más adecuado para el proyecto es el independiente.
- Con la realización de tablas de importancia para la selección del material principal, se determina que el Acero ASTM A500 es el más indicado para la construcción de la estructura debido a sus propiedades mecánicas, bajo costo y disponibilidad en el mercado industrial.
- Ya seleccionado el material adecuado se realizó diferentes procesos de conformado como el curvado de tubos el cual debe realizarse con las medidas estipuladas en el diseño con el fin de tener la estructura idónea para soldar.
- El proceso de soldadura seleccionado, en este caso la soldadura MIG, cumple con los requerimientos necesarios para obtener un acabado de gran calidad al momento de acoplar y unir los diferentes elementos que conforman la carrocería del vehículo militar, ya que la soldadura MIG no generó una gran cantidad de residuos o escoria, tuvo una baja generación de humos lo cual no interrumpe ni dificulta el proceso de soldadura. Además de ser de fácil control para el operador y de generar una mínima salpicadura.



Conclusiones

- Mediante el ensayo no destructivo por inspección visual se observaron ciertas anomalías existentes en los cordones de soldadura como: fisuras, poros, falta de fusión o penetración, esto con el fin de tenerlas en cuenta y corroborarlas al momento de aplicar el ensayo por líquidos penetrantes para su posterior corrección.
- Al aplicar el ensayo no destructivo por líquidos penetrantes se corroboraron las anomalías determinadas en el ensayo por inspección visual, además se observó el grado de error que tenían los cordones de soldadura, sin embargo, la gran mayoría de cordones de suelda se encontraban en correcto estado, dando a conocer que el proceso de soldadura fue el apropiado.
- La corrección de las pocas fallas encontradas en ciertos cordones de soldadura fue un éxito, ya que se siguió el proceso adecuado de corrección y se volvieron a realizar las pruebas de ensayos no destructivos dando como resultado la desaparición de las anomalías detectadas anteriormente.
- Los procesos de pintura anti gravilla y pintura final aplicados ayudaron a proteger la estructura del vehículo de posibles daños como la oxidación, además de dar un acabado estético acorde a las características de un vehículo militar.



Recomendaciones

- Tener en cuenta al seleccionar los materiales a utilizar en la construcción que su disponibilidad en el mercado sea alta, ya que si toca importarlos se puede tener una demora imprevista.
- Para el proceso de soldadura es indispensable que se elija de manera adecuada los valores a los cuales la soldadora no tendrá falla.
- Se debe aplicar al menos 2 métodos de ensayos no destructivos a la carrocería del vehículo militar, esto con el fin de comprobar su fiabilidad verificando cada punto de unión.
- Cuando se aplique el método de ensayo no destructivo por líquidos penetrantes es recomendable verificar visualmente que el líquido penetrante se haya secado, ya que, en ciertos casos por factores climáticos, el líquido penetrante tarde más en secar.
- Al momento de realizar las respectivas correcciones en los puntos de soldadura con anomalías hay que volver a aplicar los métodos de ensayos no destructivos para verificar que la falla si se corrigió.
- Al momento de realizar cada uno de los procesos de construcción y ensayos de la estructura del vehículo militar, es importante utilizar los equipos de seguridad respectivos para evitar accidentes o daños durante el proceso.

