

<b>ISU</b> CENTRAL TÉCNICO INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO		Versión 2.0 BAE: 01/04/2018 U.M.V: 15/07/2023
SUSTANTIVO FORMATO Código: FOR-DOSI-10	MACROPROCESO: 01 DOCENCIA PROCESO: 03 TITULACIÓN EL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN PERFIL Y ESTUDIO DE PERFIL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	Página 1 de 13



## **PERFIL DE PLAN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

Quito – Ecuador, junio del 2025

## PROPUESTA DEL PLAN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

### Tema de Proyecto de Investigación:

Análisis, control y optimización de parámetros del pavonado sobre acero A36 mediante métodos y modelos estadísticos

### Apellidos y nombres del/los estudiantes:

Suntaxi Paucar Alex Joel  
Asero Romero Steven Joel

### Carrera:

Mecánica Industrial

### Fecha de presentación:

Quito, 09 de junio del 2025

Firma del Director del Trabajo de Investigación

## 1.- Tema de Investigación

Análisis, control y optimización de parámetros del pavonado sobre acero A36 mediante métodos y modelos estadísticos

## 2.- Problema de Investigación

Con base a la visualización de la falta de prácticas en el laboratorio de tratamientos térmicos, por la carencia de insumos para realizar los ensayos de tratamientos superficiales en los diferentes aceros, se detecta la problemática de que los estudiantes salen con deficiencias en los conocimientos ya que no pueden adquirir los conocimientos necesarios y no logran desenvolverse de manera adecuada en el ámbito laboral.

La deficiencia que se genera en los estudiantes es en la parte práctica ya que estos no logran realizar ensayos de tratamientos superficiales en aceros y con ello no pueden adquirir la destreza y/o experiencia necesaria para el ámbito laboral. Mas bien los conocimientos que ellos llevan son teóricos los cuales les falta complementar con la practica en el laboratorio de tratamientos térmicos.

## 2.1.- Definición y diagnóstico del problema de investigación

El pavonado es un proceso de acabado negro o azulado, brillante o mate, para piezas de acero, de gran duración, efecto decorativo y resistencia a la corrosión. El pavonado atrae y retiene los aceites lubricantes el revestimiento aumentan y disminuyen las dimensiones de los materiales tratados, por lo que las tolerancias para el ajuste de piezas no se ven afectados a todo ello las superficies tratadas pueden ser soldadas, enceradas, barnizadas o pintadas. (Munillo Fernandez, 2020)

En vista de esta necesidad se genera un prototipo de máquina de tratamiento térmico superficial pavonado para así ayudar a complementar los conocimientos teóricos prácticos de los estudiantes, con la redacción de los diferentes parámetros a tomar en cuenta al momento de realizar el proceso del pavonado. El análisis de los diferentes factores que intervienen en los diferentes tipos de acero a pavonar y en base al estudio de todos ellos lograr generar una optimización del proceso de pavonado para mejorar la calidad del tratamiento aplicado en el acero A36

## 2.2.- Preguntas de Investigación

¿Qué se espera obtener con el análisis del proceso de pavonado industrial que es empleado en la industrial de tratamientos termquímicos?



¿Por qué es necesario establecer un proceso adecuado y técnico para la adecuada ejecución del proceso de tratamiento superficial pavonado?

¿Por qué es necesario instaurar los diferentes parámetros a tomar en cuenta al momento de realizar el proceso de pavonado?

¿Cómo podría ayudar el análisis del contenido de corrosión sobre el acero antes y después del tratamiento superficial?

### 3.-Objetivos de la investigación

#### 3.1.- Objetivo General

Analizar controlar y optimizar los parámetros de pavonado en acero A36 mediante métodos y modelos estadísticos para mejorar la resistencia a la corrosión del acero dulce.

#### 3.2.- Objetivos Específicos

- Analizar el proceso de pavonado industrial que es empleado en la industrial de tratamientos termoquímicos
- Establecer un proceso adecuado y técnico para la adecuada ejecución del proceso de tratamiento superficial pavonado.
- Establecer los diferentes parámetros a tomar en cuenta al momento de realizar el proceso de pavonado después de su análisis y optimización.
- Analizar el contenido de corrosión sobre el acero antes y después del tratamiento térmico superficial pavonado y observar su diferencia.

#### 4.- Justificación

El pavonado es un proceso que se aplica dentro de la industria mecánica a nivel mundial al contar con una implementación rápida y económica que ayuda a afrontar el proceso de deterioro del material, existe una gran cantidad de parámetros mediante los cuales pueden ser realizado el tratamiento térmico superficial de pavonado, este tipo de tratamiento superficial normalmente se encuentra centrado en grandes producciones empresariales mas no, en pequeñas piezas.

La presente investigación tiene como finalidad la optimización y adaptación de los parámetros empresariales a pequeños talleres, dentro de los cuales se emplea un proceso defectuoso en comparación al de las grandes industrias donde se centran en procesos mucho más técnicos y funcionales.

La optimización de este tratamiento superficial aportará de manera positiva al desarrollo tecnológico e innovador de la institución y por ende también a la mejor enseñanza por parte de los docentes hacia los estudiantes.

## 5.- Estado del Arte

El pavonado es la protección contra la corrosión de toda la superficie del metal, el color negro de la pieza no es más que la oxidación de la superficie de éste de manera controlada formándose así óxido férrico, que protege el hierro. Se forma una fina capa que recubre el metal y al mismo tiempo lo protege frente a los agentes externos. (Carbonell Domènech, 2015)

Según una investigación realizada por la Universidad Técnica de Valencia (2014-2015) se plantea un proceso para la optimización de pavonado contra la corrosión para aceros, hierro y fundición dentro del cual se aplica un proceso de pavonado en frío dividiendo el proceso en 7 fases, 4 que se basan en la preparación previa del material, 1 fase de pavonado y 2 fases finales dando un acabado en un baño con aceite hidrófobo lo cual aporta a que el proceso sea de calidad y se realice en un tiempo prudente. (Carbonell Domènech, 2015)

Desengrasado alcalino fuerte de las piezas metálicas. Es la fase en la cual se va a preparar, limpiar y desengrasar de la suciedad o taladrina las piezas metálicas mecanizadas previamente.

La aplicación en esta fase de agua en movimiento sirve para limpiar la pieza de los posibles restos que pueden quedar en las piezas de la fase previa.

Acondicionado. En esta fase lo que se trata es de asegurarse de que con un acondicionador, la superficie de las piezas queden lo más homogéneas posibles y listas, prácticamente, para pavonar.

Agua en movimiento. Aplicación de agua en movimiento para tratar de que las piezas se sumerjan en la siguiente fase limpias por completo.

Pavonado. Es la fase principal del proceso donde se crea el recubrimiento de la fina película negra de óxido ferroso-diférrico ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ).

. Agua en movimiento.

Fase en la que se baña las piezas en aceite hidrófugo para eliminar toda el agua que pueda quedar en la superficie de las piezas. A parte, proporciona una capa protectora de la corrosión sobre la capa ya pavonada. (Rojo García, 2019)

Es un proceso de recubrimiento donde tenemos una adición de material por encima de la superficie creando así una capa, por lo que a la superficie tratada se le denomina superficie del sustrato, y está completamente aislada del exterior. En los procedimientos de modificación de la superficie tenemos en cambio la modificación de las propiedades de la



superficie, pero los materiales base están siempre presente en la superficie. (Ortuño, 2009)

El acero ASTM A36 es un material que por sus características y propiedades se ha convertido en el más usado por la industria ecuatoriana; este material es el resultado de la composición de elementos químicos, siendo el más importante el hierro y el de menos presencia el carbón, el cual, no supera el 1,2% en peso de la composición, por lo general, alcanza porcentajes entre el 0,2% y el 0,3%, lo que facilita el proceso de moldeo de este acero. (Meléndez Villegas, 2009)

## 6.- Temario Tentativo

- Resumen
- Abstract
- Introducción
  1. Definición del pavonado
  2. Tipos de pavonados
- Métodos materiales
  1. Pavonado en caliente
  2. Cubas de pavonado
  3. Desengrasante
  4. Agua destilada
  5. Solución pavonadora
  6. Control de temperatura
  7. Aceite hidrófobo
- Metodología Taguchi
- Resultados
- Conclusiones
- Bibliografía

## 7.- Diseño de la investigación

### 7.1.- Tipo de investigación

EN FUNCION A SU PROPOSITO	
Teórica	<input type="checkbox"/>
Aplicada Tecnológica	<input checked="" type="checkbox"/>
Aplicada científica	<input type="checkbox"/>

NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICA	ORIENTACIÓN 1	ORIENTACIÓN 2	ORIENTACIÓN 3	ORIENTACIÓN 4
<input type="checkbox"/> TRL 1: Idea básica. Mínima disponibilidad.	Investigación	Entorno de laboratorio	Pruebas de laboratorio y simulación	Prueba de concepto
<input type="checkbox"/> TRL 2: Concepto o tecnología formulados.				
<input checked="" type="checkbox"/> TRL 3: Prueba de concepto.				
<input type="checkbox"/> TRL 4: Componentes validados en laboratorio.	Desarrollo	Entorno de simulación	Ingeniería a escala 1/10 < Escala < 1	Prototipo y demostración
<input type="checkbox"/> TRL 5: Componentes validados en entorno relevante.				
<input checked="" type="checkbox"/> TRL 6: Tecnología validada en entorno relevante.				
<input type="checkbox"/> TRL 7: Tecnología validada en entorno real	Innovación	Entorno real	Escala real = 1	Producto comercializable y certificado
<input type="checkbox"/> TRL 8: Tecnología validada y certificada en entorno real.				
<input type="checkbox"/> TRL 9: Tecnología disponible en entorno real. Máxima disponibilidad.				

POR SU NIVEL DE PROFUNDIDAD	POR LOS MEDIOS PARA OBTENER LOS DATOS	
Exploratoria	<input type="checkbox"/> Documental	<input type="checkbox"/>
Descriptiva	<input checked="" type="checkbox"/> De campo	<input checked="" type="checkbox"/>
Explicativa	<input type="checkbox"/> Laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Correlacional	<input type="checkbox"/>	
POR LA NATURALEZA DE LOS DATOS		SEGÚN EL TIPO DE INFERENCIA
Cualitativa	<input checked="" type="checkbox"/> Deductivo	<input checked="" type="checkbox"/>
Cuantitativa	<input checked="" type="checkbox"/> Hipotético	<input type="checkbox"/>
POR EL GRADO DE MANIPULACION DE VARIABLES		
Experimental	<input checked="" type="checkbox"/> Analítico	<input checked="" type="checkbox"/>
Cuasiexperimental	<input type="checkbox"/> Sintético	<input type="checkbox"/>
No experimental	<input type="checkbox"/> Estadístico	<input type="checkbox"/>





## 8.2.- Recursos

### 8.2.1.-Talento humano

Tabla 1.  
Participantes en el proyecto de investigación

Ne	Participantes	Rol a desempeñar en el proyecto	Carrera
1	Suntaxi Paucar Alex Joel	Análisis del proceso de pavonado en Acero A36.	Mecánica Industrial
2	Asero Romero Steven Joel	Optimización del proceso de pavonado en Acero A36	Mecánica Industrial
3	Ing. José Ávila	Revisión del avance de la investigación y tutoría en procesos a investigar	Mecánica Industrial

Fuente: Propia.

### 8.2.2.- Materiales y Costos

Tabla 2.

Recursos materiales requeridos para el desarrollo del proyecto de investigación.

Item	Recursos Materiales requeridos	Costos
1	1 cuba de acero inox 430	150\$
2	1 caneca de 20 kg de Pavon Black	100\$
3	Probetas para ensayos	20\$
4	4 cubas plásticas	10\$
5	1 termómetro digital	30\$
6	Acetle hidrófobo	30\$
7	Desengrasante Industrial	25\$
8	Otros	15\$

Fuente: Propia.

### 8.3.- Fuentes de Información

#### BIBLIOGRAFÍA.

- Font Perez, R. J. (1991). Pavonado: evaluación del proceso y resistencia a la corrosión (Bachelor's thesis).
- Carbonell Doménech, L. (2015). *Proceso de pavonado contra la corrosión para aceros: optimización de los parámetros para mejorar dicho proceso* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Carrasco López, S. (2020). Proceso de pavonado sobre acero AISI 1018 utilizando ácidos grasos de origen animal (Bachelor's thesis).
- Gonzalez Bareño, J. J. (2016). Diseño de un horno industrial para el mejoramiento de un proceso de pavonado térmico.
- Prudencio Baldeón, G. Diseño de un proceso de pavonado por inmersión alcalino para elementos de ajuste y sujeción fabricados de acero AISI 4140.
- Padilla Mosquera, R. A., & Sánchez Sánchez, X. R. Estudio de la resistencia a la corrosión dada por las diferentes técnicas de aplicación del tratamiento superficial pavonado.

ESTUDIO DE PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO		
CARRERA:		
Mecánica Industrial		
FECHA DE PRESENTACIÓN:		
09-06/2015		
APELLIDOS Y NOMBRES DEL / LOS EGRESADOS:		
Sotomayor Ponce Alex Joel Acevedo Rincón Steven Joel		
TÍTULO DEL PROYECTO: Análisis, control y optimización del proceso de		
paseado en acero A36 mediante métodos y modelos estadísticos		
ÁREA DE INVESTIGACIÓN:	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:		
• OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE
• ANÁLISIS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• DELIMITACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:		
GENERALES:		
REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DEL PROYECTO		
	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
ESPECÍFICOS:		
GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO		
	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>



MARCO TEÓRICO:		SI CUMPLE	NO NO CUMPLE
TEMA DE INVESTIGACIÓN.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JUSTIFICACIÓN.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESTADO DEL ARTE.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TEMARIO TENTATIVO.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MARCO ADMINISTRATIVO.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN PLANTEADA</b>			
OBSERVACIONES: ..... ..... .....			
<b>MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN UTILIZADOS:</b>			
OBSERVACIONES: ..... ..... .....			
<b>CRONOGRAMA:</b>			
OBSERVACIONES: ..... ..... .....			
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN:</b> ..... ..... .....			
<b>RECURSOS:</b>		<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
HUMANOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ECONÓMICOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
MATERIALES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>			
Aceptado <input checked="" type="checkbox"/>			

Negado ☐

el diseño de investigación por las siguientes razones:

- a) .....
- b) .....
- c) .....

ESTUDIO REALIZADO POR EL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR:



DÍA MES AÑO  
FECHA DE ENTREGA DE ANTEPROYECTO