



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE PINTURA  
DE UNA PLANTA METALMECÁNICA**

---

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**Autor(a)**

Baño Guzmán María Eugenia

**Tutor(a)**

MSc. Espejo Viñán Hernán

QUITO-ECUADOR

2023

## **AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, María Eugenia Baño Guzmán, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE PINTURA DE UNA PLANTA METALMECÁNICA”, como requisito para optar al grado de Ingeniería Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 23 días del mes de enero del 2023 firmo conforme:

Autor: María Eugenia Baño Guzmán

Firma: .....  .....

Número de Cédula: 1720970670

Dirección: Rumiñahui, Sangolquí, Albornoz.

Correo Electrónico: mariaeugeniabaguz@gmail.com

Teléfono: 0987756848

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE PINTURA DE UNA PLANTA METALMECÁNICA.” presentado por María Eugenia Baño Guzmán, para optar por el Título de Ingeniería Industrial.

### CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

**HERNAN  
FABRICIO  
ESPEJO  
VINAN**

Firmado digitalmente por HERNAN  
FABRICIO ESPEJO VINAN  
DN: CN=HERNAN FABRICIO  
ESPEJO VINAN, SERIALNUMBER  
=020921063708, OU=ENTIDAD  
DE CERTIFICACION DE  
INFORMACION, O=SECURITY  
DATA S.A. 2, C=EC  
Razón: Tutor del Trabajo de  
Titulación.  
Ubicación: Trabajo Titulación Sra:  
María Eugenia Baño  
Fecha: 2023.01.24 15:14:43-05'00'

Quito, 23 de enero de 2023.

M.Sc.Espejo Viñán Hernán

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniería Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 23 de enero de 2023

### **EL AUTOR**



.....  
Baño Guzmán María Eugenia

CI:172097067-0

## **APROBACIÓN TRIBUNAL**

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE PINTURA DE UNA PLANTA METALMECÁNICA, previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 23 de enero de 2023

**BLANCA  
LILIANA  
TOPON  
VISARREA**

Firmado digitalmente por BLANCA  
LILIANA TOPON VISARREA  
DN: CN=BLANCA LILIANA TOPON  
VISARREA, SERIALNUMBER=  
050922094919, OU=ENTIDAD DE  
CERTIFICACION DE INFORMACION,  
O=SECURITY DATA S.A. Z, C=EC  
Razón: Soy el autor de este documento  
Ubicación: Revisión de tesis Srta Baño  
Fecha: 2023.01.24 14:42:04-05'00'

MSc. Topón Visarrea Blanca Liliana Ing.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**JUAN JOEL  
SEGURA D  
ROUVILLE**

Firmado digitalmente  
por JUAN JOEL  
SEGURA D ROUVILLE  
Fecha: 2023.01.24  
14:02:28 -05'00'

MSc. Segura D'Rouville Juan Joel Ing.

**VOCAL**

Msc. Álvarez Sánchez Ana Ing.

**VOCAL**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo principalmente a  
Dios, ser quien guía mis pasos,  
a mi familia que siempre me han  
brindado su apoyo, a mi esposo Alexander  
mi compañero de vida y  
a mi gran amigo Santi un  
abrazo al cielo mi amigo, quienes son  
mi fuerza e inspiración.*

*María Eugenia Baño*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios la oportunidad de cumplir mis metas, a mi tutor el Ing. Hernán Espejo por su apoyo y paciencia, a mis compañeros de estudio por estos maravillosos años que compartimos juntos y la Universidad Tecnológica Indoamérica por estos años de enseñanza.*

*María Eugenia Baño*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
ANTECEDENTES .....	8
JUSTIFICACIÓN .....	15
Objetivo General .....	17
Objetivos Específicos.....	17
CAPÍTULO I I.....	18
INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	18
Diagnóstico de la situación actual de la empresa.....	18
Estructura de costos de producción.....	21
Costos estimados.....	22



Costos fijos.....	22
Mano de obra.....	23
Materiales directos de fabricación.....	26
Materiales indirectos de fabricación .....	27
Estandarización de productos del área de pintura.....	27
Familia de productos .....	28
Estructuras.....	28
Equipos mecánicos.....	30
Proceso productivo de fabricación área pintura .....	30
Área de estudio.....	39
Modelo Operativo .....	40
Desarrollo de modelo operativo .....	41
<b>CAPÍTULO I I I .....</b>	<b>43</b>
<b>PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS.....</b>	<b>43</b>
Eficiencia del trabajo estimado.....	54
Costo hora mano de obra directa anual .....	63
Costo hora mano de obra indirecta anual .....	64
Costos indirectos de fabricación .....	64
Ejemplo práctico de estimación de costos.....	67
Cronograma de implementación .....	69

Costos implementación.....	71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	74
Conclusiones .....	74
Recomendaciones.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	79
ANEXOS .....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1: Porcentaje participación PIB sectores productivos .....	4
Tabla No. 2. Toneladas producidas 2015-2019 .....	13
Tabla No. 3: Porcentaje anual de fabricación en acabado superficial .....	14
Tabla No. 4: Árbol de problemas .....	15
Tabla No. 5: Sistema/Tipo de recubrimiento.....	20
Tabla No. 6: Familias de productos.....	28
Tabla No. 7: Conjuntos estructurales .....	28
Tabla No. 8:Accesorios .....	29
Tabla No. 9: Equipos mecánicos .....	30
Tabla No. 10: Registro consolidado de producción 2021 .....	32
Tabla No. 11: Porcentaje de fabricación anual por tipo de sistema.....	33
Tabla No. 12: Porcentaje de fabricación anual monocapa por familias .....	33
Tabla No. 13: Metros cuadrados sistemas por familias.....	34
Tabla No. 14:Estructura liviana-anticorrosivo .....	34
Tabla No. 15: Estructura mediana anticorrosivo .....	36
Tabla No. 16: Estructura mediana epóxico.....	37
Tabla No. 17: Área-Tiempo de ciclo Estructura liviana anticorrosivo vigas .....	43
Tabla No. 18:Área-Tiempo de ciclo Estructura mediana anticorrosivo correas .....	47
Tabla No. 19: Área-Tiempo de ciclo estructura mediana anticorrosivo vigas .....	49

Tabla No. 20: Área-Tiempo de ciclo Estructura mediana epóxico vigas .....	52
Tabla No. 21: Días laborados por mes/Horas reportadas .....	55
Tabla No. 22: Horas registradas de reportes de producción.....	55
Tabla No. 23: Horas capacidad-Horas producidas año 2021 .....	58
Tabla No. 24: Costos fijos Varios .....	60
Tabla No. 25: Departamentos de apoyo .....	60
Tabla No. 26: Resumen costos fijos .....	61
Tabla No. 27: Costos fijos mano de obra directa e indirecta.....	62
Tabla No. 28: Resumen mano de obra directa en indirecta.....	63
Tabla No. 29: Resumen costos MOD, MOI, CIF .....	65
Tabla No. 30: Costo metro cuadrado según grado de limpieza.....	66
Tabla No. 31: Materiales indirectos de fabricación.....	66
Tabla No. 32: Costos M.O.D., M.O.I, C.I.F.....	67
Tabla No. 33: Costos materiales indirectos .....	68
Tabla No. 34: Costos materia prima.....	68
Tabla No. 35: Consolidado de costos de producción para 300 m2 .....	69
Tabla No. 36: Costos implementación .....	71
Tabla No. 37: Tabla de valores para curva S.....	72

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1: Porcentaje participación PIB por país .....	5
Gráfico No. 2: Ingresos totales 2019-2020-2021 .....	7
Gráfico No. 3 Cadena de valor de la empresa .....	10
Gráfico No. 4: Cadena de valor de producción .....	11
Gráfico No. 5: Diagrama de flujo producción .....	12
Gráfico No. 6: Cadena de valor Acabados superficiales .....	13
Gráfico No. 7: Organigrama Producción ACS-pintura .....	25
Gráfico No. 8: Registro consolidado producción pintura 2021 .....	31
Gráfico No. 9: Porcentaje fabricación estructura liviana anticorrosivo .....	35
Gráfico No. 10: Porcentaje fabricación en estructura mediana anticorrosivo .....	37
Gráfico No. 11: Porcentaje fabricación en estructura mediana epóxico .....	38
Gráfico No. 12: Modelo Operativo.....	40
Gráfico No. 13: Línea tendencial estructura liviana anticorrosivo-vigas .....	46
Gráfico No. 14: Línea tendencial estructura mediana anticorrosivo-correas .....	48
Gráfico No. 15: Línea tendencial estructura mediana anticorrosivo-vigas .....	51
Gráfico No. 16: Línea tendencial estructura mediana epóxico-vigas.....	53
Gráfico No. 17: Cronograma de implementación.....	69
Gráfico No. 18: Curva S de recursos .....	73

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Esquema de flujo producción pintura.....	82
ANEXO B: Formato de producción pintura.....	83
ANEXO C: Plantilla de costos de producción para un ejemplo de 300 m2 por producto en pintura anticorrosiva.....	84

# **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**

### **CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA: ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE PINTURA EN UNA PLANTA METAL MECÁNICA.**

**AUTOR:** Baño Guzmán María Eugenia

**TUTOR:** M.sc. Espejo Viñán Hernán

### **RESUMEN EJECUTIVO**

En la metalmecánica que sirvió para este estudio, no se tiene definido aún tiempos de operación, por lo que no se ha establecido el costo de fabricación de la planta de pintura; para que esta información llegue a las unidades de negocio y al momento sigue siendo un caso de análisis y controversia en todas las áreas de la organización no solamente en la que sirve como caso de estudio; este problema conlleva a realizar improcedentes cotizaciones al momento de licitar un proyecto; es por esto la necesidad de obtener un modelo de costos que contribuya a licitar con datos que se acerquen a la realidad. Para estimar los costos de producción se realizó un análisis estadístico de datos obtenidos del consolidado de producción del área de pintura del año 2021; para determinar los principales productos que en el área de producción pintura se procesan con base en histogramas se identificaron cuales productos son los más relevantes por su alta tasa de producción; el análisis determinó 4 productos “estrella” que son: estructura liviana anticorrosivo vigas, estructura mediana anticorrosivo correas, estructura mediana anticorrosivo vigas, estructura mediana epóxico vigas, obteniéndose ecuaciones lineales en función de los metros cuadrados procesados; este es el paso inicial para determinar costos, conocer el tiempo de mano de obra, la metodología para el modelo de costeo que se propone es: dólar/metro cuadrado, los rubros se dividen de la siguiente manera: costos MOD (sueldos más beneficios de ley del personal de mano de obra directa dividido para el total de horas producidos anualmente), MOI (sueldos más beneficios de ley del personal de mano de obra indirecta dividido para el total de horas producidos anualmente) y CIF (costos fijos varios: depreciación, repuestos, energía eléctrica, agua, sueldos personal de apoyo dividido para el total de horas producidos anualmente).

**DESCRIPTORES:** costeo, metalmecánica, pintura, producción

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTY OF ENGINEERING, INDUSTRY AND PRODUCTION**  
**INDUSTRIAL ENGINEERING CAREER**

**THEME: ESTIMATE OF PRODUCTION COSTS OF THE PAINTING AREA IN A MECHANICAL METAL PLANT.**

**AUTHOR:** Baño Guzmán María Eugenia

**TUTOR:** M.sc. Espejo Viñán Hernán

**ABSTRACT**

In the metalworking that was used for this study, operating times have not yet been defined, so the manufacturing cost of the paint plant has not been established; so that this information reaches the business units and at the moment it continues to be a case of analysis and controversy in all areas of the organization, not only in the one that serves as a case study; This problem leads to making inappropriate quotes when bidding for a project; This is why it is necessary to obtain a cost model that contributes to bidding with data that is close to reality. To estimate the production costs, a statistical analysis of data obtained from the consolidated production of the painting area for the year 2021 was carried out; To determine the main products that are processed in the paint production area based on histograms, the most relevant products were identified due to their high production rate; The analysis determined 4 “star” products, which are: light anticorrosive structure beams, medium anticorrosive straps structure, medium anticorrosive beams structure, medium epoxy beams structure, obtaining linear equations based on the square meters processed; This is the initial step to determine costs, to know the labor time, the methodology for the costing model that is proposed is: dollar/square meter, the items are divided as follows: MOD costs (salaries plus benefits of direct labor personnel law divided by the total hours produced annually), MOI (salaries plus benefits of the indirect labor personnel law divided by the total hours produced annually) and CIF (various fixed costs: depreciation, spare parts, electricity, water, support staff salaries divided by the total hours produced annually).

**KEYWORDS:** cost, metalworking, painting, production.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

**Tema: “Estimación de costos de producción del área de pintura de una planta metalmecánica”**

La presente investigación aborda los costos de producción de una planta de pintura en una metalmecánica de la ciudad de Sangolquí; para empezar las metalmecánicas son la industria que se encarga de proveer a los otros componentes de la cadena productiva con maquinaria, herramientas metálicas, bienes de servicio, infraestructura, entre otros; por otro lado, la pintura es la que se encarga de proteger a un bien metálico de la corrosión.

Tanto en el mundo como en el Ecuador las empresas trabajan por un posicionamiento estratégico frente a la competencia a través del manejo adecuado de costos de producción en la búsqueda de aprovechamiento máximo de sus recursos para obtener más rentabilidad.

La industria metalmecánica ocupa una postura clave en el campo de la producción industrial, debido a que suministra tecnología de producción para el trabajo de los metales a cada una de las industrias y, por consiguiente, interviene en el incremento de la productividad gremial en la industria. La cadena metalmecánica añade, las sinergias potenciales de toda fuente generadora de costo, favoreciendo el aprovechamiento de economías de escala dinámicas,

donde los procesos de aprendizaje son especialmente relevantes, permitiendo más grandes niveles de productividad y renta provechosa, que se traducen paralelamente en crecientes esfuerzos en investigación y desarrollo (I&D). (VYNMSA, 2021)

El año 2021 en el sector de la industria, incluida la industria metalmecánica, ha sido un año de dificultades por la crisis de materias primas y problemas logísticos, derivados todos ellos a causa de la situación pandémica global que se aún se vive. A pesar de eso, el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España ha dado a conocer su informe de comercio exterior anual en el que se refleja que las exportaciones se han incrementado en un 21% el año pasado. (ASPROMECC, 2022)

Este antecedente, en términos económicos se trasladan a 316.609,2 millones de euros. Una cifra que demuestra la fortaleza de la industria metalmecánica respecto al resto de países de la zona euro, ya que estos han logrado un 17,1% de incremento en exportaciones (un 4% menos que los datos de la industria española). Así pues, el pasado año no solamente se recuperó los valores de exportación de antes de la pandemia, sino que se alcanzó un histórico en el sector. (ASPROMECC, 2022)

El valor de las exportaciones también creció un 12,4% el pasado año. Joan Tristany, director general de la AMEC (Asociación de las Empresas Industriales Internacionalizadas), apunta que “si bien debemos tener en consideración el aumento de precios, los datos siguen siendo

buenos”. Para Tristany, aun y “las dificultades de acceso a las materias primas y del funcionamiento de la cadena logística a las que las empresas han tenido que hacer frente, el sector exterior sigue siendo un elemento de gran valor y garante de estabilidad en la economía española”. (ASPROMEC, 2022)

Todos estos cambios muestran un escenario de cambio para las empresas de la industria metalmecánica respecto a la internacionalización. Esta situación de internacionalización también produjo el pasado año un contexto de escasez de materias primeras y problemas logísticos. Esta realidad supuso una alteración de la actividad en sectores muy vinculados al mecanizado como es el del automóvil, el cual su índice de incremento de exportaciones es el más bajo de la industria (5%). (ASPROMEC, 2022)

La Unión Europea, con un 61,8% del total de las exportaciones, y América Latina, con un 4,6%, son las dos zonas donde más aumentaron las ventas en 2021 respecto a los datos de 2020. Estos datos indican la recuperación gradual con los países latinoamericanos respecto al impacto que había tenido la situación pandémica en las cifras. Algunos países en los que hay que resaltar importantes aumentos son: India (37,1%), Chile (35,4%), Argentina (34,9%), Italia (29,8%), Turquía (28,9%) y Marruecos (28,7%). Finalmente, en lo que respecta a las dos potencias mundiales como son Estados Unidos y China, las cifras de exportaciones españolas también han sufrido un aumento en sus datos. En Estados Unidos se incrementó un 21,1% las ventas, de esta forma se ha recuperado el descenso sufrido en 2020. En China, por su lado, ya se restablecieron los datos de venta en 2020. Estados Unidos es el

país donde más han crecido las exportaciones alcanzando un 23,1% de cuota, en cambio, el incremento más moderado lo encontramos en Reino Unido donde se ha dado una subida de un 9,4%. (ASPROMEC, 2022)

El sector metalmeccánico es considerado uno de los proveedores de muchas industrias, primordialmente para en la infraestructura, su efecto a la economía es transversal, la colaboración presente del sector en la economía nacional es del 0,6%, apenas la mitad de lo cual representó en 2014 una vez que alcanzó su máximo personaje 1,11% con una cifra de USD 1.129 millones de Valor Agregado, hasta 2015 la conducta del sector ha sido creciente, durante este año tuvo una extensión del 12,5%, no obstante, se produce un encogimiento del -6,8% en 2016. Después de esto existe una recuperación debido a la inyección de liquidez en la economía creciendo el 9,9% en 2017, y el 1,2% en 2018. Empeoró con la recesión de la economía, vulneró el manejo en 2019, año en el cual se espera una contracción del -5,8%. (Ekos, Ekos negocios, 2018)

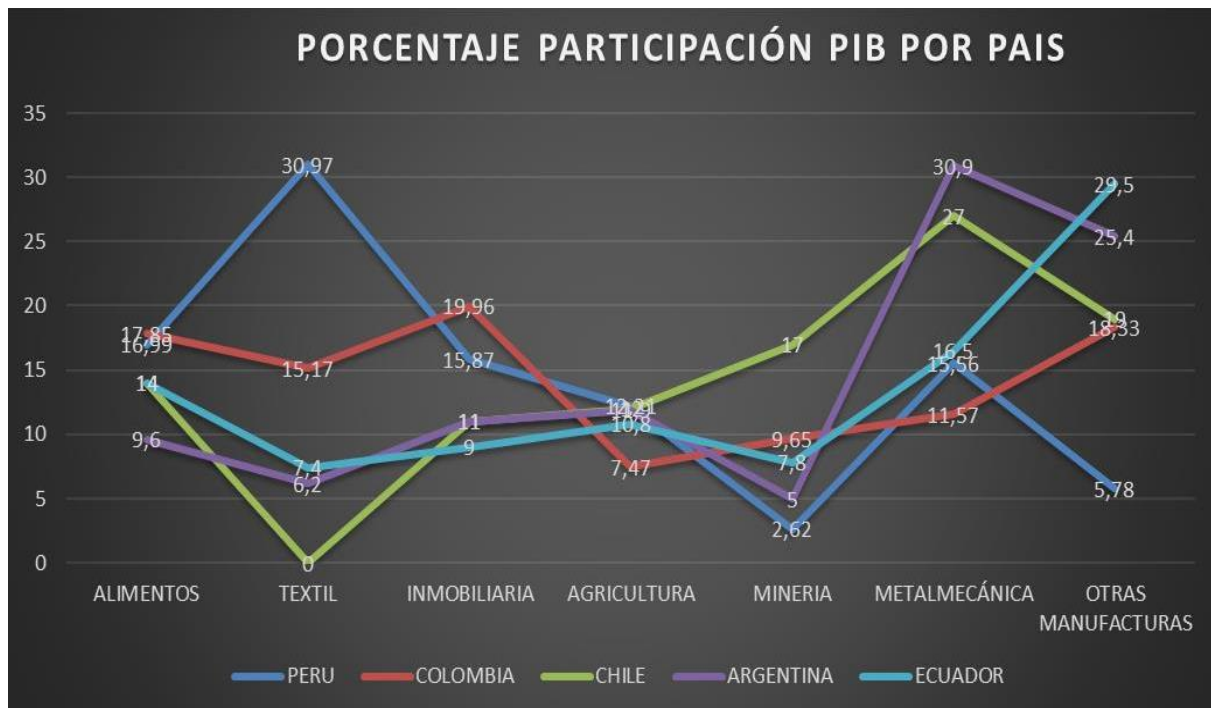
En los países de América latina el porcentaje de aporte PIB del sector metalmeccánico es el siguientes con base a los datos recopilados de Ecuador, Perú, Colombia, Argentina y Chile del año 2021.

**Tabla No. 1:** Porcentaje participación PIB sectores productivos

PAIS	ALIMENTOS	TEXTIL	INMOBILIARIA	AGRICULTURA	MINERIA	METALMECÁNICA	OTRAS MANUFACTURAS
PERU	16,99	30,97	15,87	12,21	2,62	15,56	5,78
COLOMBIA	17,85	15,17	19,96	7,47	9,65	11,57	18,33
CHILE	14	0	11	12	17	27	19
ARGENTINA	9,6	6,2	11	11,9	5	30,9	25,4
ECUADOR	14	7,4	9	10,8	7,8	16,5	29,5

**Fuente:** Datosmacro.com.

**Elaborado por:** El investigador



**Gráfico No. 1:** Porcentaje participación PIB por país

**Fuente:** Recopilación Datos macro.com

**Elaborado por:** El investigador

En Latinoamérica esta industria tiene una importante participación y conforma el 20% de PIB de esta zona además de ser una buena fuente de empleos; acorde con datos de la Federación Ecuatoriana de Industrias del Metal (Fedimetal), en 2019 el área tuvo una caída del 18% comparativamente con el año 2018. Para el ingeniero Ramiro Garzón V., mandatario de Fedimetal, a medida que el aumento del territorio se mantenga bajo las condiciones

recientes, la zona va a seguir con un volumen de producción y comercialización muy similar al de 2019. (Ekos, Mundo Constructor, 2020)

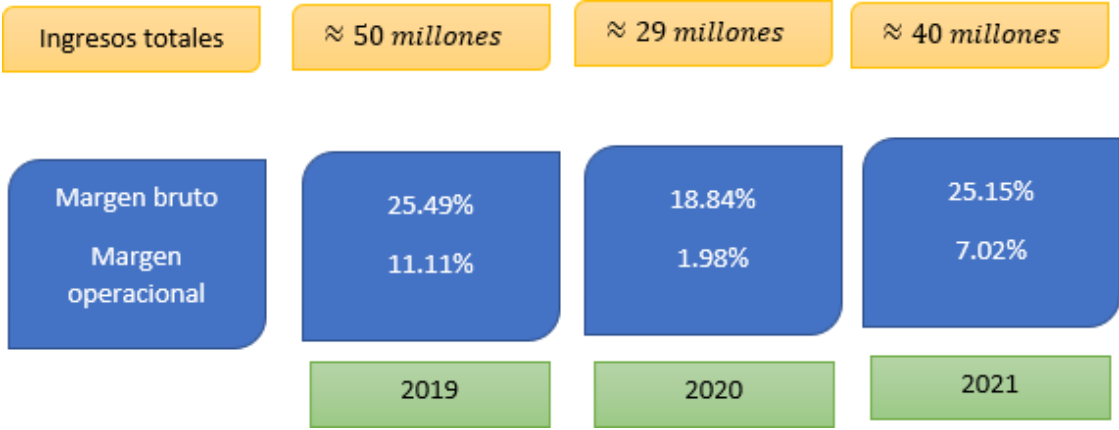
La industria metalmecánica es uno de los principales componentes de la industria manufacturera en Ecuador, formado por la industria siderúrgica, cerrajería, generando materiales, insumos, bienes, partes y servicios diversos. Este sector representa el 10% del total del PIB manufacturero no petrolero, genera más de 80 mil plazas de trabajo y es una de las industrias más interrelacionadas sectorialmente en la economía.

A nivel empresarial los sectores son cada vez más competitivos y el sector metalmecánico no es la excepción, y se encuentran en la búsqueda de una optimización de costos, por ello las empresas buscan cada vez un manejo efectivo de los costos de fabricación, esto se busca para que se puedan competir y mantenerse; y sobre todo cumplir su objetivo generar ganancias; todo empresario requiere conocer principalmente para poder fijar precios de venta al público y pronosticar su rentabilidad.

La industria metalmecánica viene contrayéndose por factores ya expuestos, este especialmente ha tenido una caída considerable por la menor demanda de proyectos de infraestructura ya que durante la pandemia las empresas se dedicaron a salvaguardar su mantenimiento.

La empresa que sirve como caso de estudio nace del sueño de un visionario, cuyo crecimiento sostenible ha sido gracias a la pasión y a los valores compartidos con todos los colaboradores, proveedores y clientes, que creen en la construcción de un mejor futuro para el Ecuador y la región; su amplia trayectoria inicia en el año 1977 cuando su fundador inicia la creación del primer taller de mantenimiento industrial; basado en una filosofía de calidad y servicio al cliente, 45 años más tarde, la empresa se ha consolidado como un referente en la construcción de proyectos de infraestructura para los diferentes sectores de la industria como: inmobiliario, comercial, industrial, energético, petrolero y telecomunicaciones.

Actualmente se cuenta con una Planta de Producción 90 000 m2 en Sangolquí, mantiene proyectos en Ecuador y se ha iniciado con la ejecución de proyectos y la apertura de mercado en Perú, sus ingresos anuales son por aproximadamente 50 millones de dólares anuales como se muestra en sus indicadores financieros.



**Gráfico No. 2:** Ingresos totales 2019-2020-2021

**Fuente:** Área Financiera Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

Como se evidencia en el (Gráfico No. 2: Ingresos totales 2019-2020-2021), se denota una caída en ingresos en el año 2020 con referencia al año 2019; este año es importante ya que debido a la pandemia la gerencia puso mayor atención al manejo, control y origen de costos de fabricación.

## **ANTECEDENTES**

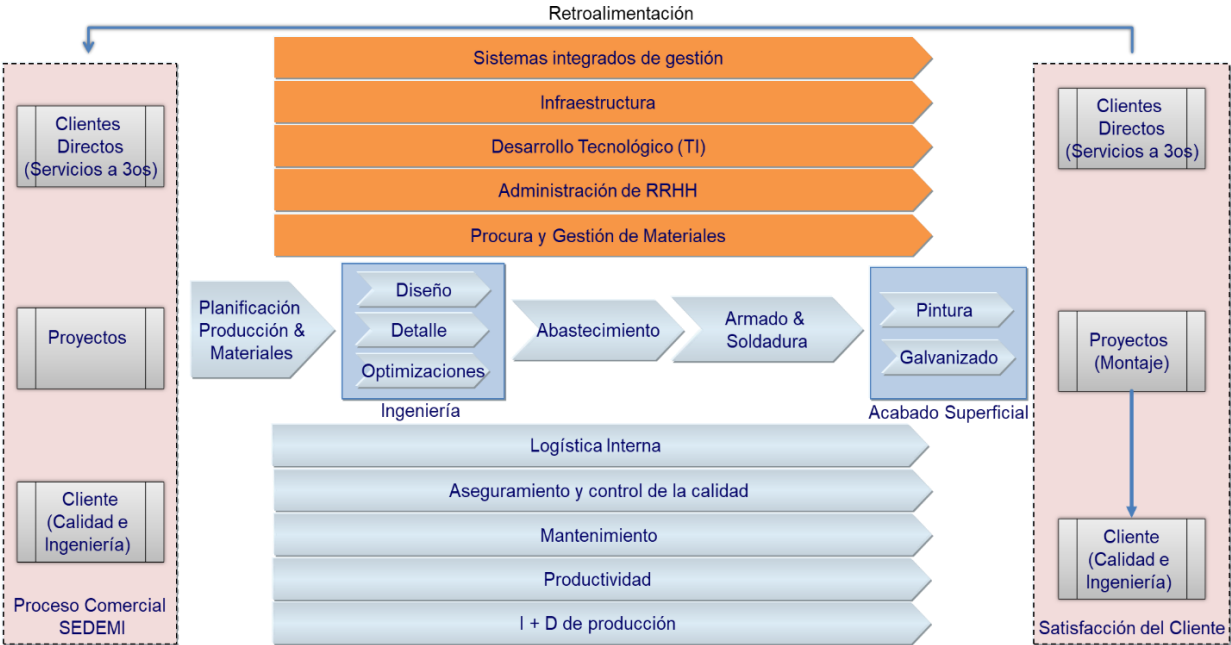
La empresa metalmecánica que servirá de caso de estudio, dedicada a la fabricación de estructuras metálicas para distintos sectores productivos como son: infraestructura, petrolero, telecomunicaciones, eléctrico; debido a su expansión en los últimos años no ha hecho un profundo estudio de la problemática que implica los costos de fabricación, esta problemática se dio mayor importancia a partir del año 2020 inicio de la pandemia.

La Cadena de Valor de la Empresa muestra los procesos por los cuales atraviesan los productos metálicos durante su fabricación. (Anexo A). Este mapa de la cadena de valor indica los procesos de apoyo que intervienen de manera indirecta en el proceso. La cadena de valor recibe la información técnica de las UEGP's (Unidades Especializadas de Gestión de Proyectos) desde los clientes para ejecutar los proyectos, acordando tiempos de entrega,



calidad y especificación del producto, precio competitivo, en función de las especificaciones de los clientes.

En el (Gráfico No. 3 Cadena de valor de la empresa), se muestra los procesos fundamentales que son: Planificación de Producción y Materiales, Ingeniería, Abastecimiento, Armado y Soldadura, Acabados Superficiales. Los procesos de apoyo son: Sistemas Integrados de Gestión, Talento Humano, Desarrollo Tecnológico, Procura, Aseguramiento y Control de Calidad, Mantenimiento, Gestión de Inventarios, Logística, Investigación y Desarrollo, Productividad e Infraestructura Interna. El proceso de Planificación de Producción y Materiales se creó para mejorar la comunicación con las UEGP's (Unidades Especializadas de Gestión de Proyectos) y dar seguimiento, comunicación efectiva y responsabilidades entre departamentos.



### **Gráfico No. 3** Cadena de valor de la empresa

**Fuente:** Área Ingeniería Sedemi SCC.

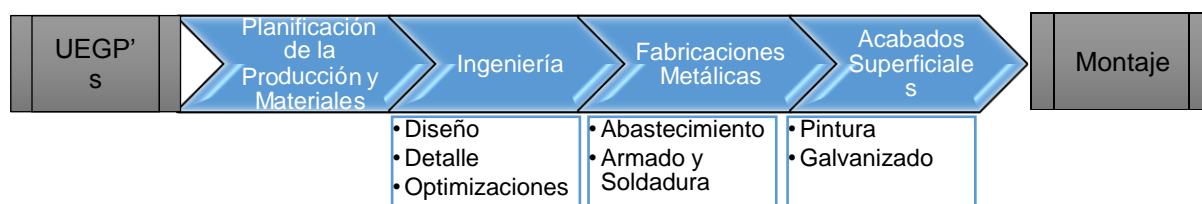
**Elaborado por:** El investigador

Esta fábrica atiende a distintos sectores productivos y no produce bienes en serie, lo que implica que nunca se está realizando un mismo producto, sin embargo, por los consolidados de fabricación y la experiencia de varios proyectos se ha determinado que se puede llegar a estandarizar varios aspectos de la fabricación como son tiempo de mano de obra, consumo de materia prima, consumibles, entre otros, pero esto necesita un profundo estudio de dichos datos que se tienen en producción para con ello llegar a una estimación de costos de producción que es precisamente el fin de este proyecto para este caso del área de producción-pintura.

El área de producción trabaja con el concepto de cliente interno ya que recibe el resultado de un proceso anterior, para el caso de pintura el nombre del producto es: “producto terminado en negro” y así pasa a ser cliente del área que entrega el producto, así mismo quien recibe los productos terminados pintados pasan a ser clientes del área de pintura; de tal manera que toda el área de producción es responsable de la calidad del producto.

El área de producción pintura es abastecida por el área de producción armado y soldadura de donde se reciben las piezas armadas y soldadas como son el caso de vigas, columnas, pasamanos, entre otros y esta a su vez es abastecida por el área de producción abastecimientos de donde se reciben las piezas cortadas y maquinadas para el armado.

En casos especiales el proveedor es directamente el área de producción abastecimientos cuando piezas sueltas o perfiles no requieren de un proceso previo de armado y soldadura y se pasan directamente al área de producción pintura; también existe el caso que el proveedor sea el área de producción galvanizado que es parte del área de acabados superficiales, ya que estructuras terminadas en negro son previamente galvanizadas antes de finalmente ser pintadas. (Gráfico No. 4: Cadena de valor de producción)

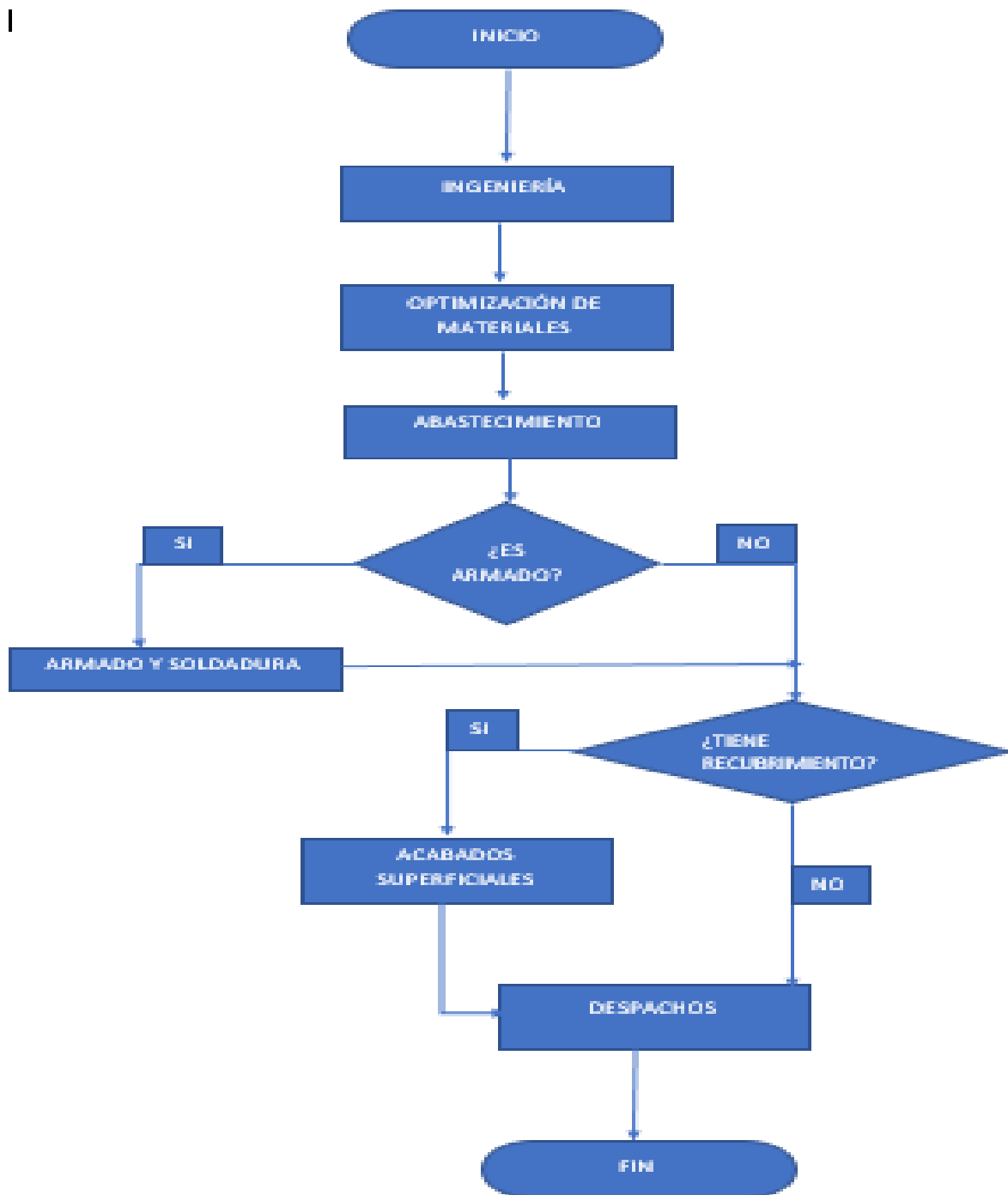


**Gráfico No. 4:** Cadena de valor de producción

**Fuente:** Área Ingeniería Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

A continuación se indica el diagrama de flujo (Gráfico No. 5: Diagrama de flujo producción) de producción para mejor entendimiento del proceso.

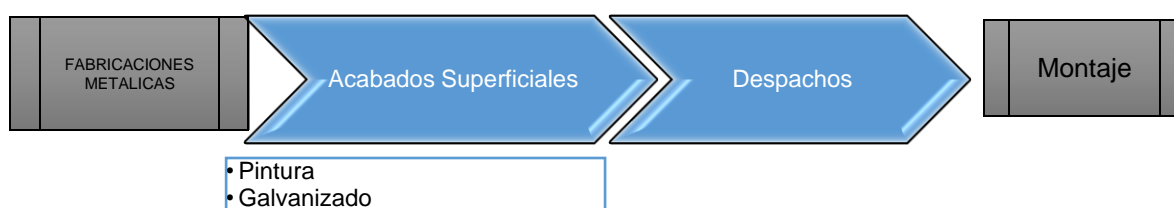


**Gráfico No. 5:** Diagrama de flujo producción

**Fuente:** Área Ingeniería Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

Cada área productiva maneja su propia cadena de valor y sus costos independientemente; para este caso de estudio se tomará en cuenta únicamente el área de pintura y la cadena de valor dentro de la misma. (Gráfico No. 6: Cadena de valor Acabados superficiales) Particularmente se estudiará una metalmecánica que produce más del 50% de sus fabricaciones como producto terminado pintado, lo que se puede sustentar en los históricos del Área de Ingeniería (Tabla No. 2. Toneladas producidas 2015-2019).



**Gráfico No. 6:** Cadena de valor Acabados superficiales

**Fuente:** Área Ingeniería Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

**Tabla No. 2.** Toneladas producidas 2015-2019

	ACABADO SUPERFICIAL	GALVANIZADO	GALVANIZADO	GALVANIZADO	PINTADO	
	SECTOR	PETROLEO y GAS (Ton)	ELÉCTRICO (Ton)	TELECOMUNICACIONES (Ton)	INFRAESTRUCTURA (Ton)	TOTAL PRODUCIDO (Ton)
<b>AÑOS</b>	2015	456,63	1246,33	806,68	2628,49	5138,14
	2016	208,48	1456,09	546,42	8537,81	10748,80
	2017	818,43	1502,86	533,53	4748,70	7603,52
	2018	1615,59	579,71	258,48	5205,63	7659,41
	2019	1795,64	1005,79	300,30	7788,56	10890,30

**Fuente:** Área Ingeniería Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

Los históricos señalan que el sector de infraestructura que tiene como acabado superficial pintado indica un peso elevado de fabricación frente a los otros sectores estratégicos que son galvanizados lo que muestra que anualmente se producen más estructuras destinadas a este sector, mismo que escoge la pintura como alternativa de recubrimiento por su costo y versatilidad; como muestra la (Tabla No. 3: Porcentaje anual de fabricación en acabado superficial) más del 50% de fabricaciones son pintadas, lo que crea una necesidad de tener un estándar para cotizar proyectos con este tipo de acabado superficial ya que es lo que más produce anualmente en la planta.

**Tabla No. 3:** Porcentaje anual de fabricación en acabado superficial

		TOTAL GALVANIZADO (Ton)	TOTAL PINTADO (Ton)	TOTAL PRODUCIDO (Ton)	% GALVANIZADO	%PINTADO
AÑOS	2015	2509,64	2628,49	5138,14	48,84	51,16
	2016	2210,99	8537,81	10748,80	20,57	79,43
	2017	2854,81	4748,70	7603,52	37,55	62,45
	2018	2453,78	5205,63	7659,41	32,04	67,96
	2019	3101,74	7788,56	10890,30	28,48	71,52

**Fuente:** Área Ingeniería Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

Para esquematizar la problemática de costos que se lleva a cabo en la empresa se realiza el siguiente árbol de problemas el cual indica las causas y efectos del problema que genera el inadecuado cálculo de costos que actualmente se tiene.

**Tabla No. 4:** Árbol de problemas

<b>CAUSAS</b>
Uso de métodos empíricos para calcular costos
Falta de análisis de datos de tablas de producción
Falta de revisión registros de producción
Falta de comunicación efectiva entre proyectos y producción
Estimación empírica de tiempos de producción de productos
<b>PROBLEMÁTICA</b>
Inadecuada determinación de costos de producción de productos
<b>EFECTOS</b>
Precios de cotización sin un adecuado margen de ganancia
Cálculos con base en suposiciones de tiempos
Baja rentabilidad en proyectos
Incumplimiento de contratos.

**Fuente:** Área Ingeniería Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

## **JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación pretende establecer un modelo de costeo de fabricación en el área de pintura de una metalmecánica, esto con el fin de contribuir a toma de decisiones, un mejor control de la producción y ser competitivos en el mercado acercándose a conseguir un precio de venta.; por eso la **importancia** de esta propuesta metodológica.

Un proceso medido siempre podrá ser controlado, por tanto, esta propuesta tendrá un **impacto** interesante para la organización ya que podrá ofrecer un tarifario de los diferentes sistemas de pintura aplicados, reducir desperdicios, y los costos de no calidad, optimizar recursos y personas lo que ayudará a generar rentabilidad a la organización.

Esta propuesta metodológica tiene una **utilidad** teórica que puede ser llevada a la práctica y será una herramienta en el desarrollo en la estimación de costos de fabricación de esta metalmecánica, pues se revisará tiempos estimados de producción, revisión del proceso y está enfocada en la mejora continua, utilizando un compendio importante de conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Industrial.

La planta de pintura, para mejorar, controlar y optimizar costos; de las unidades de proyectos, para poder cotizar los proyectos con información que contribuya a cotizar de una mejor manera los proyectos y la gerencia de producción para poder replicar este plan a las otras áreas de la cadena de valor de producción se **beneficiarán** de datos e información que podrá revelar la presente propuesta metodológica sobre: la producción, desperdicios, tiempos muertos, movimientos innecesarios, entre otros factores que incurren en el proceso de fabricación que aún no están controlados

La planta metalmecánica lleva varios indicadores que ayudarán en el estudio de costos de producción lo que da una **factibilidad** práctica al momento de realizar este presente proyecto, que por su percusión es de interés de la alta gerencia involucrar a todo el personal de la planta de producción pintura y sus procesos.



## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Analizar los elementos que intervienen en el proceso del área de Pintura, mediante el uso de herramientas de Ingeniería, para estimar los costos de producción del área de producción-pintura de una planta metalmecánica.

### **Objetivos Específicos**

1. Identificar el o los productos principales que se procesan en el área de pintura, mediante el análisis estadístico de tiempos de fabricación del área, para la identificación de una tendencia de tiempo en los productos necesarios para obtener los costos de producción.
2. Identificar los elementos que intervienen en los procesos productivos, con el análisis de los indicadores departamentales para considerar los componentes de los costos de producción del área de pintura.
3. Proponer el modelo de costeo de la planta de pintura, con base a los datos históricos de la empresa y el estudio realizado para determinar el método adecuado que se adapte a la organización y procesos del área de pintura.

## **CAPÍTULO I I**

### **INGENIERÍA DEL PROYECTO**

#### **Diagnóstico de la situación actual de la empresa**

La empresa en estudio ha venido trabajando en proliferación de la comunicación efectiva entre áreas de trabajo, para la mejora los procesos internos de fabricación y que fluyan de la manera que la organización espera, se está logrando retroalimentar el plan de ventas por parte de las unidades de negocio y como consecuencia ya se pueda llegar a realizar una adecuada planificación de recursos.

Sin embargo, aún en la empresa se están analizando tiempos de fabricación de los diversos productos para su respectivo estudio, gasto de consumibles, control de tiempo de mano de obra, por lo que no se ha establecido el costo de fabricación de la planta de pintura y al momento sigue siendo un caso de análisis y controversia en todas las áreas de la organización no solamente en la que sirve como caso de estudio.

Es importante mencionar que la principal actividad económica de la organización son las estructuras metálicas, como parte de la cadena de valor se encuentra el área de estudio que es la de acabados superficiales-pintura, el proceso realizado en el área es manual y sus puntos de control son verificados por personal operativo y de calidad.

El proceso de trabajo de la empresa se ha establecido mediante los proyectos que se ejecutan en el tiempo y guardando los respectivos registros de fabricación en los indicadores de producción; se relaciona cuanto se gasta en un proyecto y cuanto finalmente se ganó cuando este concluyó, al realizar el cierre del proyecto; la investigación pretende llegar a la estimación del costo de un proyecto previo a su inicio, planificación de recursos y que contribuya a pronosticar la rentabilidad.

La empresa ha tomado especial atención a los costos, debido al aumento de proveedores en la industria metalmecánica; y cada vez se busca ser más competitivos para esto se necesita conocer que costo de producción a controlar; además, en varios proyectos, debido al equívoco precio de venta no se ha obtenido la ganancia esperada, esto por no tomar en cuenta cuanto realmente es el costo de producción, estos análisis se han llevado a cabo al finalizar los proyectos; esta información es de índole confidencial de la empresa.

En el área de pintura, que es el área de estudio de esta investigación, se ha venido trabajando en indicadores históricos que presenten los porcentajes de pérdida de pintura ya sea por tipo de estructura común a pintar, medios donde se realicen diferentes aplicaciones y tipos de productos a aplicar llegando a estandarizar algunos de los servicios de recubrimientos que ofrece el área de pintura, es muy cierto que en los trabajos de aplicación de recubrimientos los rendimientos no son ideales, pero lo deseable es no alejarse tanto de lo que en un cálculo práctico se puede determinar, en este caso los proyectos se manejan con un porcentaje de pérdida de pintura por proyecto de acuerdo al tipo de estructuras que se vayan a procesar;

estos porcentajes oscilan entre 45% y 80% que durante la ejecución de los mismos se realiza controles durante la aplicación para disminuir las pérdidas y el consumo de materia prima disminuya; a su vez anualmente se realiza capacitación al personal sobre aplicación de pintura, usos de boquillas, limpieza y uso adecuado de máquinas, impartidos en el horario de trabajo por parte del personal de pintura, esto con el fin de disminuir costos por materia prima, sin embargo las pérdidas de pintura van ligadas a la morfología de las estructuras y los costos por galón de pintura dependen del producto a ser seleccionado tanto por su costo, función, y especificación de servicio de las estructuras, y para cotizaciones de proyectos tan solo se toma este factor para determinar el precio de venta.

Para determinar los servicios de pintura que el área ofrece se realizó un análisis estadístico de datos de los indicadores de producción se tiene identificado los distintos sistemas de pintura, los cuales se tienen definido para el proceso que se detallan a continuación:

**Tabla No. 5: Sistema/Tipo de recubrimiento**

SISTEMA	TIPO DE RECUBRIMIENTO
MONOCAPA	ANTICORROSIVO
MONOCAPA	EPÓXICO
MONOCAPA	ACRÍLICO
MONOCAPA	ZINC ORGÁNICO
MONOCAPA	ZINC INORGÁNICO
MONOCAPA	WASH PRIMER
MONOCAPA	PRIMER EPÓXICO
BICAPA	ANTICORROSIVO-SINTETICO
BICAPA	EPÓXICO-EPÓXICO
BICAPA	EPÓXICO-ACRILICO
BICAPA	EPÓXICO-SINTETICO
BICAPA	EPÓXICO-POLIURETA
TRICAPA	ORGANICO DE ZINC-EPÓXICO-POLIURETANO

TRICAPA	INORGÁNICO DE ZINC-EPÓXICO- POLIURETANO
TRICAPA	EPÓXICO-EPÓXICO-EPÓXICO

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

Esta clasificación fue realizada de acuerdo a las necesidades de la planta y a los históricos de fabricación. La (Tabla No. 5: Sistema/Tipo de recubrimiento) indica 15 tipos de servicio de recubrimientos, monocapa el cual es un sistema que tiene un solo tipo de recubrimiento en su aplicación y en la clasificación interna consta de 7 tipos; bicapa que consta de la aplicación de 2 tipos de recubrimientos que pueden ser el mismo o distintos tipos y que consta de 5 clasificaciones, y finalmente tricapa que consta de la aplicación 3 tipos de recubrimientos y tiene 3 clasificaciones. Al momento se desconoce el costo por metro cuadrado por cada tipo de sistema.

Para iniciar al desarrollo del tema es importante conocer varios términos para realizar la estructura de costos de producción.

### **Estructura de costos de producción.**

El costo “se presenta como consecuencia de producir un bien, prestar un servicio y comercializar un producto, mientras que el gasto se presenta por la ejecución de labores de administración y venta” (Sepúlveda, 2019)

Los costos son todos los valores económicos utilizados en un período de tiempo para la manufactura de servicios: existen costos directos e indirectos, los directos son los que

influyen de gran importancia en la realización de un producto como son mano de obra directa y materiales que se utilizan en la fabricación. (Pacheco, 2019)

### **Costos estimados**

Importe que, de acuerdo con la organización, costará en realidad un producto o la operación de un proceso a lo largo de cierto lapso. Muchas veces, el costo estimado se basa en cualquier promedio de precios de producción real de períodos anteriores ajustados para reflejar los cambios en las condiciones recientes económicas, de eficiencia, etcétera, que se anticipan para el futuro. Generalmente integran una cantidad que refleja los desechos y deficiencias que se anticipan y que incrementan los precios unitarios y totales del producto y la operación. (VÁSQUEZ, 2014)

### **Costos fijos**

Los costos fijos son aquellos cuyo pago es asumido por la empresa de manera constante, independiente de su participación dentro del proceso productivo. Se les conoce como fijos porque no varían ante los cambios de la producción de bienes y servicios. Son aquellos que sin importar cuánto se produzca, siempre deberán ser abonados. (Fernando García, 2014)

Este tipo de costos en forma unitaria son variables, esto quiere decir que mientras más se produzca el costo fijo tiende a reducir. Ejemplo: si se produce 5000 m<sup>2</sup> al mes y los costos fijos son 2000 USD el costo por metro cuadrado (\$/m<sup>2</sup>) sería 0.4 dólares/m<sup>2</sup>; sin embargo, si se produjeran 10000 m<sup>2</sup> el costo por metro cuadrado sería 0.2 dólares/m<sup>2</sup>, lo que se concluye que mientras más se produzca se reduce el impacto de este costo.

La importancia de llevar control de estos costos reside en su gran incidencia en la determinación de los costos finales a los bienes o servicios que pueda proporcionar una empresa. Además de que deben ser incluidos dentro de los presupuestos por ser costos que se presentan de forma constante y permanente. (Fernando García, 2014)

Suele relacionarse a los costos fijos con la estructura productiva y por eso suelen ser llamados también costes de estructura y utilizados en la elaboración de informes sobre el grado de uso de esa estructura. Es por ello que se los suele llamar también costes periódicos. (Fernando García, 2014).

### **Depreciaciones**

La depreciación es la pérdida de valor de un bien como resultado de su deterioro con el paso del tiempo; a continuación, los datos de depreciación del área de producción pintura para el año 2021 suministrada por el departamento financiero, entre los cuales se encuentran: alquiler de la planta, depreciación de maquinaria, repuestos, energía eléctrica y agua potable. (VÁSQUEZ, 2014)

### **Mano de obra**

Es el esfuerzo físico o mental del trabajo humano que se aplica a la elaboración del producto. Se divide en personal directo y en personal indirecto. (Sepúlveda, 2019)

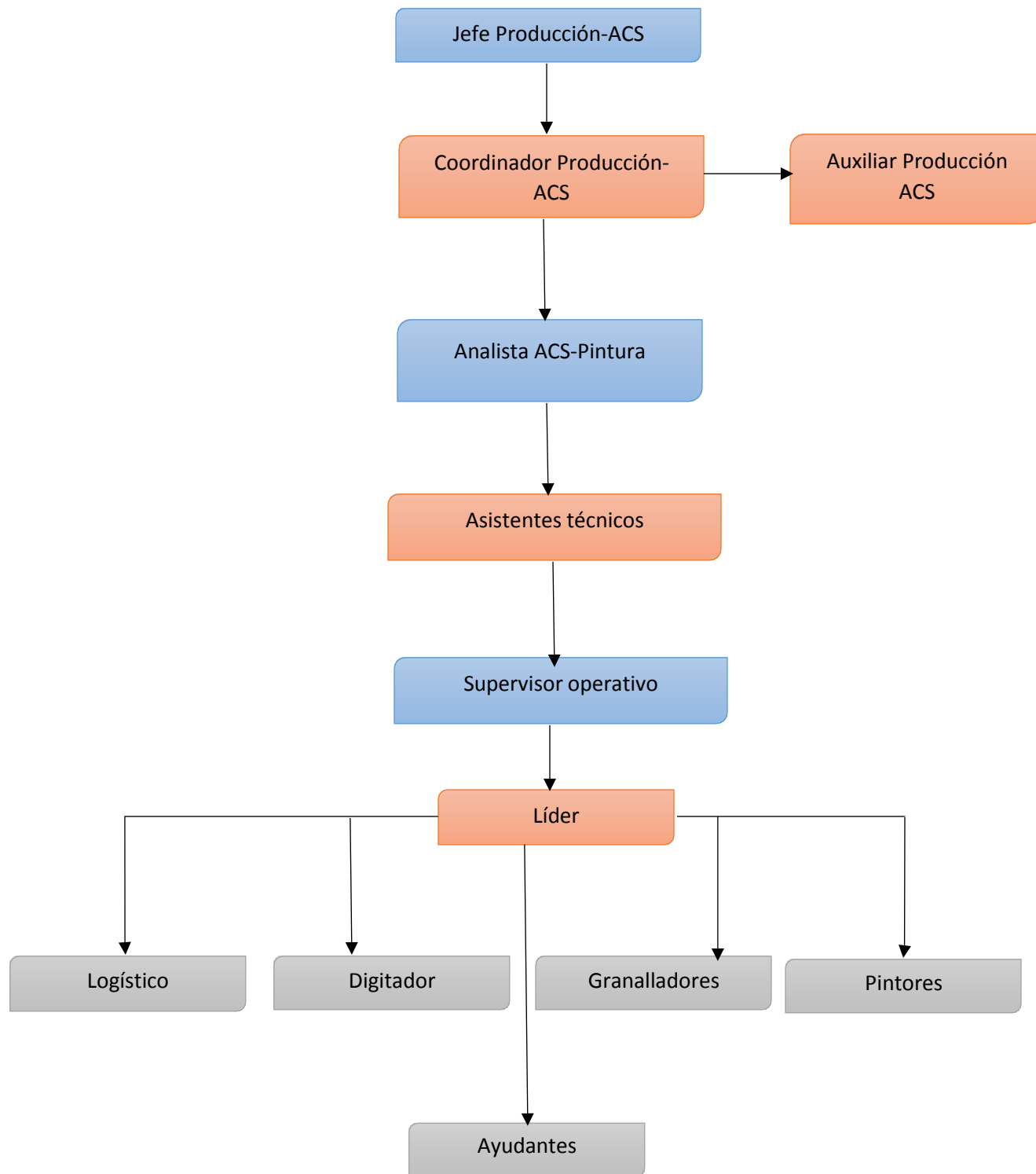
**Personal directo:** Es la fuerza laboral que está físicamente relacionada con el proceso de fabricación del producto. Incluye prestaciones sociales. Su costo se puede medir con exactitud.

**Personal Indirecto:** Es aquel que está ubicado en la fábrica, pero razonablemente no se puede asociar directamente al proceso productivo, porque puede no estar físicamente relacionado con el proceso del producto. Incluye prestaciones sociales. No se puede medir con exactitud, su costo hay que calcularlo.

Es justo decir que toda organización que pretenda mantenerse y crecer en el sector al que pertenece, debe definir una estructura de costos que le permita cumplir dichas metas y objetivos a largo plazo; por lo tanto, es necesario realizar un diagnóstico de la estructura actual que posee la organización, donde se logre determinar la estructura adecuada de costos de mano de obra, con el fin de crear estrategias de fortalecimiento para la compañía (Sepúlveda, Mosquera, & Gaviria, 2014).

A continuación, se indica el organigrama del área de producción pintura:





**Gráfico No. 7:** Organigrama Producción ACS-pintura

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

## **Materiales directos de fabricación**

Son los elementos utilizados que pueden identificarse en la fabricación de un producto terminado, se asocian con éste y representan el principal costo de materiales en la manufactura del producto. Los materiales directos son aquellos que están identificados de una manera concreta con un producto o con un trabajo en particular. (Loyda Colmenares, 2015)

Son aquellos materiales que forman parte de los productos y por lo general determinan la calidad, cantidad o presentación de estos en el mercado, motivo por la que sus costos se asignan directamente a cada producto concreto, sin utilizar procedimientos de reparto en función de niveles de actividad. (Loyda Colmenares, 2015)

Los materiales directos son lo que su participación en el producto terminado es imprescindible, por tanto, marcan características básicas que diferencian e identifican el producto, de esta forma, pueden ser reconocidos y cuantificados en cada unidad de producción e integran físicamente el producto. (Loyda Colmenares, 2015)

Para este caso el principal material directo es la pintura a aplicarse en cada proyecto a ejecutarse, conjuntamente con thinner que sirve para disolver la pintura.

## **Materiales indirectos de fabricación**

Los materiales indirectos están representados por todos los materiales que, aun cuando son utilizados en el proceso productivo, son los que auxilian o prestan un servicio a la transformación productiva, por lo que, representan suministros a la fabricación desarrollada por la empresa.

Los materiales indirectos son los que se utilizan en el proceso de producción, pero cuyo costo no son directamente identificable por cada producto. Por lo tanto, están representados por los materiales utilizados como parte de los componentes en el proceso productivo, que por su naturaleza no pueden ser cuantificados con exactitud y que presentan dificultad para ser identificados directamente con el producto terminado. (Loyda Colmenares, 2015)

## **Estandarización de productos del área de pintura**

La gerencia de producción, y jefaturas de las distintas áreas preocupados por la extensa gama de productos, y la poca similitud entre ellos para poder relacionarlos hubo la necesidad de estandarizarlos por familias de acuerdo a su peso, conjuntos estructurales, accesorios, equipos mecánicos con el apoyo de los históricos de producción.

## Familia de productos

**Tabla No. 6:** Familias de productos

<b>FAMILIA</b>
<b>ESTRUCTURA LIVIANA</b> P ≤ 30 Kg/m
<b>ESTRUCTURA MEDIANA</b> 30 < P ≤ 60 Kg/m
<b>ESTRUCTURA PESADA</b> 60 < P ≤ 90 Kg/m
<b>ESTRUCTURA EXTRAPESADA</b> P >90 Kg/m

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

Las familias fueron seleccionadas de la siguiente manera: estructura liviana, con un peso menor o igual a 30 kilogramos por metro lineal; estructura mediana, con un peso mayor a 30 kilogramos por metro lineal y menor o igual a 60 kilogramos por metro lineal; estructura pesada, con un peso mayor a 60 kilogramos por metro lineal y menor o igual a 90 kilogramos por metro lineal; finalmente estructura extra pesada con un peso mayor a 90 kilogramos por metro lineal.

## Estructuras

**Tabla No. 7:** Conjuntos estructurales

#	CONJUNTOS ESTRUCTURALES	LIVIANO	MEDIANO	PESADO	X-PESADO
1	Perfil 4 placas + conexiones		X	X	X
2	Perfil 3 placas + conexiones		X	X	X
3	Perfil 2 Conformados + conexiones	X	X		
4	Perfiles Laminados + conexiones	X	X	X	X
5	Cerchas/ Celosía	X	X	X	X

6	Plataformas		X	X	X
7	Soportes estructurales	X	X	X	X
8	Campers soldados		X	X	
9	Pilotes		X	X	X

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

Los conjuntos estructurales son partes que forman una estructura de mayor envergadura, como son edificios metálicos de varios pisos, galpones industriales, naves industriales, residencias, entre otros.

**Tabla No. 8:** Accesorios

#	CONJUNTOS ACCESORIOS	LIVIANO	MEDIANO	PESADO	X-PESADO
1	Escaleras	X	X		
2	Embebidos	X			
3	Bases para torres	X			
4	Soportes telecomunicaciones	X			
5	Grating / Tramex	X	X		
6	Pisos	X			
7	Pasamanos	X			
8	Peldaños	X			
9	Pernos de anclaje	X			
10	Tensores, Separadores	X			
11	Plantillas	X			

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

Los accesorios son elementos secundarios o anexos para dar facilidades a la estructura principal como con: escaleras de acceso, pisos, peldaños entre otros, solo entran en categoría de liviano y pesado ya que su peso no sobrepasa los 60 kilogramos por metro lineal.

## Equipos mecánicos

**Tabla No. 9:** Equipos mecánicos

#	CONJUNTOS
1	Tubería de conducción / presión
2	Tanques a presión
3	Tanques atmosféricos
4	Skids
5	Bifurcador
6	Trifurcador
7	Compuertas
8	Tolvas
9	Ductos
10	Spools

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

Son otros productos metálicos utilizados por el sector petrolero y partes específicas del sector de infraestructura; como son tanques de almacenamiento, skids, bifurcadores, entre otros que ya van completamente armados desde la planta y que son destinados a cumplir una función específica.

### Proceso productivo de fabricación área pintura

La información utilizada para extraer datos de producción provienen del (Gráfico No. 8: Registro consolidado producción pintura 2021), en el cual se consolida la información que diariamente se ingresa del proceso productivo del área: fecha, cliente, tipo de estructura producida, clase de recubrimiento, área producida, y tiempos utilizados para las distintas actividades productivas (preparación de materiales, limpieza de superficie, aplicación zona franja, aplicación pintura, limpieza equipos, codificación, recolección y resane), esta

información proviene de los registros que diariamente llena el personal operativo. (Anexo B) para después consolidar la información.

FECHA INICIO DE JORNADA	AÑO	MES	N° REPORTE DE PRODUCCIÓN	OF	CLIENTE	PROYECTO	OT	SECTOR	ENTREGA	JORNADA	N° EMAS	Kg EMAS	CODIGO	ÁREA UNITARIA (m <sup>2</sup> )	LONGITUD UNITARIO (mm)	LONGITUD UNITARIO (m)	Kg UNITAR
4/1/2021	2021	enero	6277	730286	PETROAMAZONAS EP	1420194	201525	14 - PG	24	DIURNA	52309	106,97	TP1	5,17	1.400,00	1,40	106,97
4/1/2021	2021	enero	6278	730286	PETROAMAZONAS EP	1420194	201525	14 - PG	24	DIURNA	52309		TP1	5,17	1.400,00	1,40	106,97
4/1/2021	2021	enero	6279	729023	CONSORCIO CHAKACUMANDA	1320126	201422	13 - CMG	5	DIURNA	52651	125,25	POS4	0,16	395,00	0,40	5,21
5/1/2021	2021	enero	6281	730286	PETROAMAZONAS EP	1420194	201525	14 - PG	24	DIURNA	52309		TP1	5,17	1.400,00	1,40	106,97
5/1/2021	2021	enero	6280	N/A	FRANZ VIEGENER S.A	1320115	201176	13 - CMG	N/A	DIURNA	49291	748,32	TC-1	2,4	6.000,00	6,00	55,21
5/1/2021	2021	enero	6280	N/A	FRANZ VIEGENER S.A	1320115	201176	13 - CMG	N/A	DIURNA	49291		CC-1	3,01	6.000,00	6,00	41,21
5/1/2021	2021	enero	6282	731727	PETROAMAZONAS EP	1420184	201463	14 - PG	15	DIURNA	52087	2,1	SPT2	0,1	303,00	0,30	0,16
5/1/2021	2021	enero	6283	731727	PETROAMAZONAS EP	1420184	201463	14 - PG	15	DIURNA	52087		SPT2	0,1	303,00	0,30	0,16
6/1/2021	2021	enero	6285	717502	PASEO DEL SUR	1320100	191750	13 - CMG	46	DIURNA	52154	8304,93	PCV36	17,60	9.952,00	9,95	754,93
6/1/2021	2021	enero	6285	717502	PASEO DEL SUR	1320100	191750	13 - CMG	46	DIURNA	52154		PCV62	17,70	9.981,00	9,98	757,93
6/1/2021	2021	enero	6285	717502	PASEO DEL SUR	1320100	191750	13 - CMG	46	DIURNA	52154		PCV64	17,50	9.979,00	9,98	752,93
6/1/2021	2021	enero	6285	717502	PASEO DEL SUR	1320100	191750	13 - CMG	46	DIURNA	52154		PCV78	17,60	9.956,00	9,96	754,93
6/1/2021	2021	enero	6285	717502	PASEO DEL SUR	1320100	191750	13 - CMG	46	DIURNA	52154		PCV110	17,60	9.954,00	9,95	754,93
6/1/2021	2021	enero	6285	717502	PASEO DEL SUR	1320100	191750	13 - CMG	46	DIURNA	52154		PCV182	17,60	9.956,00	9,96	755,93
6/1/2021	2021	enero	6285	717502	PASEO DEL SUR	1320100	191750	13 - CMG	46	DIURNA	52154		PCV196	17,60	9.967,00	9,97	755,93
6/1/2021	2021	enero	6284	N/A	UNION CEMENTERA NACIONAL UCEN S.A.	1320141	202263	13 - CMG	N/A	DIURNA	49294	N/A	N/A	5,07	6.000,00	6,00	98,93
6/1/2021	2021	enero	6284	N/A	UNION CEMENTERA NACIONAL UCEN S.A.	1320141	202263	13 - CMG	N/A	DIURNA	49294	N/A	N/A	4,86	8.990,00	8,99	86,93

Gráfico No. 8: Registro consolidado producción pintura 2021

Fuente: Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

Elaborado por: El investigador.

Con base a la información extraída del "Registro consolidado de producción pintura", se utilizó los datos necesarios, para este caso los sistemas de pintura aplicados y sus familias como se muestra en la (.

Tabla No. 10: Registro consolidado de producción 2021) esta información resume la producción en metros cuadrados, los datos son mostrados en esta medida, ya que en el área de pintura se maneja esta unidad para expresar el rendimiento de la pintura en metros cuadrados, no en kilogramos como en el resto de la organización; con esta medida se reporta la fabricación en los diferentes sistemas que se procesan, esta información es el inicio para determinar que producto se procesa con mayor frecuencia.

**Tabla No. 10:** Registro consolidado de producción 2021

<b>SISTEMAS</b>	<b>ESTRUCTURA EXTRAPESADO (m2)</b>	<b>ESTRUCTURA LIVIANA (m2)</b>	<b>ESTRUCTURA MEDIANA (m2)</b>	<b>ESTRUCTURA PESADA (m2)</b>	<b>Total general</b>
<b>BICAPA</b>	<b>4765</b>	<b>19961</b>	<b>5087</b>	<b>4975</b>	<b>34789</b>
ANTICORROSIVO- SINTETICO	---	925	67	1289	2281
EPÓXICO-ACRILICO	261	5572	429	74	6336
EPÓXICO-EPÓXICO	---	870	1716	854	3440
EPÓXICO- POLIURETA	4504	9785	2767	2684	19740
EPÓXICO-SINTETICO	---	2810	107	74	2991
<b>MONOCAPA</b>	<b>11769</b>	<b>53398</b>	<b>45808</b>	<b>27610</b>	<b>138584</b>
ANTICORROSIVO	9269	47537	34314	24032	115152
EPÓXICO	2499	5845	11474	3578	23395
INORGANICO DE ZINC	---	16	---	---	16
ORGANICO DE ZINC	1	---	20	---	21
<b>TRICAPA</b>	<b>88</b>	<b>2734</b>	<b>671</b>	<b>323</b>	<b>3817</b>
EPÓXICO-EPÓXICO- POLIURETA	---	---	---	---	---
INORGANICO DE ZINC-EPÓXICO- POLIURETA	5	433	582	---	1020
ORGANICO DE ZINC- EPÓXICO- POLIURETA	83	2302	89	323	2797
<b>Total general</b>	<b>16622</b>	<b>76093</b>	<b>51566</b>	<b>32908</b>	<b>177190</b>

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

Para la primera selección de los productos se agrupó por familias de productos y tipo de sistemas aplicados y se analizó los resultados mediante el mayor porcentaje de fabricación de cada sistema aplicado.



**Tabla No. 11:** Porcentaje de fabricación anual por tipo de sistema

<b>TIPO DE SISTEMA</b>	<b>Metros Cuadrados Procesados</b>	<b>% Fabricación Anual</b>
MONOCAPA	138584	78%
BICAPA	34789	20%
TRICAPA	3817	2%
<b>TOTAL</b>	<b>177190</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

El porcentaje de fabricación indica que el 78% del porcentaje general se concentra en el sistema monocapa, por lo que la selección de productos se direcciona en este tipo de sistema.

**Tabla No. 12:** Porcentaje de fabricación anual monocapa por familias

<b>FAMILIA DE PRODUCTOS</b>	<b>Metros Cuadrados Procesados</b>	<b>% Fabricación</b>
ESTRUCTURA LIVIANA	53398	39%
ESTRUCTURA MEDIANA	45808	33%
ESTRUCTURA PESADA	27610	20%
ESTRUCTURA EXTRAPESADO	11769	8%
<b>TOTAL</b>	<b>138584</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

El consolidado de fabricación indica que el mayor porcentaje de las fabricaciones en monocapa se concentra en la estructura liviana y la estructura mediana, por lo que el estudio se concentrará en esta familia de productos.

**Tabla No. 13:** Metros cuadrados sistemas por familias

<b>SISTEMAS</b>	<b>ESTRUCTURA LIVIANA (m2)</b>	<b>ESTRUCTURA MEDIANA (m2)</b>
ANTICORROSIVO	47537	34314
EPÓXICO	5845	11474
INORGANICO DE ZINC	16	-----
<b>Total general</b>	<b>53398</b>	<b>45808</b>

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

La (Tabla No. 13: Metros cuadrados sistemas por familias) indica que la mayor cantidad de metros cuadrados procesados se concentra en estructura liviana anticorrosivo, estructura mediana anticorrosivo y estructura mediana epóxico, todo esto en sistema monocapa.

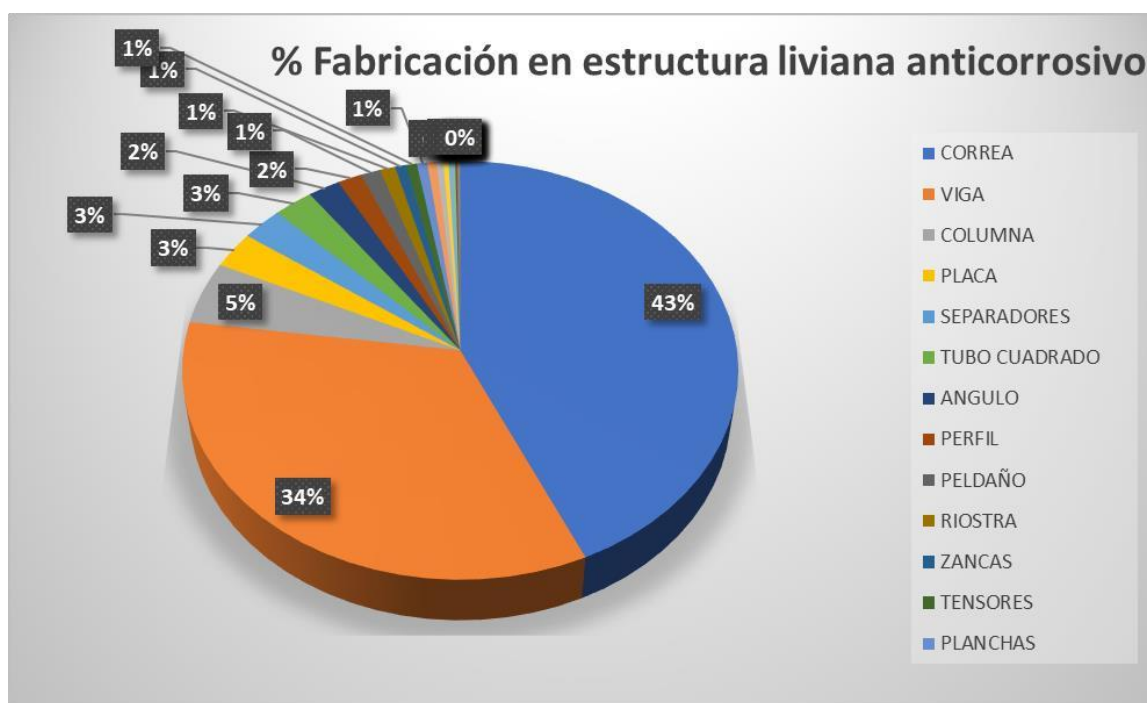
**Tabla No. 14:** Estructura liviana-anticorrosivo

<b>TIPO DE ESTRUCTURAS</b>	<b>Metros Cuadrados Procesados</b>	<b>% Fabricación en estructura liviana anticorrosivo</b>
CORREA	20550	43,23%
VIGA	16146	33,97%
COLUMNA	2309	4,86%
PLACA	1352	2,84%
SEPARADORES	1241	2,61%
TUBO CUADRADO	1200	2,52%
ANGULO	971	2,04%
PERFIL	734	1,54%
PELDAÑO	594	1,25%
RIOSTRA	469	0,99%
ZANCAS	332	0,70%
TENSORES	329	0,69%
PLANCHAS	313	0,66%
SOPORTE	279	0,59%
CELOSIA	207	0,44%

PLATAFORMA	156	0,33%
PASAMANOS	132	0,28%
TUBO RECTANGULAR	71	0,15%
CUADRADO	47	0,10%
CUBIERTA	41	0,09%
HEB	33	0,07%
IPE	14	0,03%
CUBIERTA	10	0,02%
SOPORTES	3	0,01%
DIAGONAL	2	0,00%
ESCALERA	1	0,00%
TUBOS CUBIERTA	1	0,00%
<b>TOTAL</b>	<b>47537</b>	

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.



**Gráfico No. 9:** Porcentaje fabricación estructura liviana anticorrosivo

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

En primer lugar, se analiza “estructura liviana anticorrosivo” para determinar cuál es el producto que tiene la mayor cantidad de área procesada; el histograma indica que la mayor cantidad de área se concentra en correas (43% del total de fabricación) y vigas (34% del total de fabricación), por tanto, el estudio dará enfoque a el análisis de tiempos de fabricación de estructura liviana anticorrosivo (correa y viga).

El siguiente punto de análisis es “estructura mediana anticorrosivo” para determinar el producto con mayor número de metros cuadrados producidos en esta familia. (Tabla No. 15: Estructura mediana anticorrosivo)

**Tabla No. 15:** Estructura mediana anticorrosivo

<b>TIPO DE ESTRUCTURA</b>	<b>Metros Cuadrados Procesados</b>	<b>% Fabricación en estructura mediana anticorrosivo</b>
VIGA	18906	55,10%
CORREA	6485	18,90%
COLUMNA	4767	13,89%
CELOSIA	3107	9,05%
RIOSTRA	405	1,18%
DOVELA	182	0,53%
ST CUBIERTA	154	0,45%
ANGULO	126	0,37%
CERCHAS	78	0,23%
PLACA	52	0,15%
PELDAÑO	51	0,15%
<b>TOTAL</b>	<b>34313</b>	

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.



**Gráfico No. 10:** Porcentaje fabricación en estructura mediana anticorrosivo

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

La mayor cantidad de área procesada se concentra vigas, por tanto, el estudio dará enfoque a el análisis de tiempos de fabricación de estructura mediana anticorrosivo (viga).

**Tabla No. 16:** Estructura mediana epóxico

TIPO DE ESTRUCTURA	Metros Cuadrados Procesados	% Fabricación en estructura mediana epóxico
VIGA	10876,45	94,79%
COLUMNA	438,4	3,82%
GRADAS	115,64	1,01%
PELDAÑOS	22,7	0,20%
PRINCIPAL H	20,5	0,18%
<b>TOTAL</b>	11473,69	

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador



**Gráfico No. 11:** Porcentaje fabricación en estructura mediana epóxico

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

Finalmente se da el análisis a la mayor cantidad de área procesada en estructura mediana epóxica y el histograma muestra que se concentra vigas, por tanto, el estudio se concentrará en el análisis de tiempos de fabricación de estructura mediana epóxica (viga).

Por tanto, los productos seleccionados para el análisis de tiempos de fabricación son:

- Estructura liviana anticorrosivo correa
- Estructura liviana anticorrosivo viga
- Estructura mediana anticorrosivo viga
- Estructura mediana epóxica viga

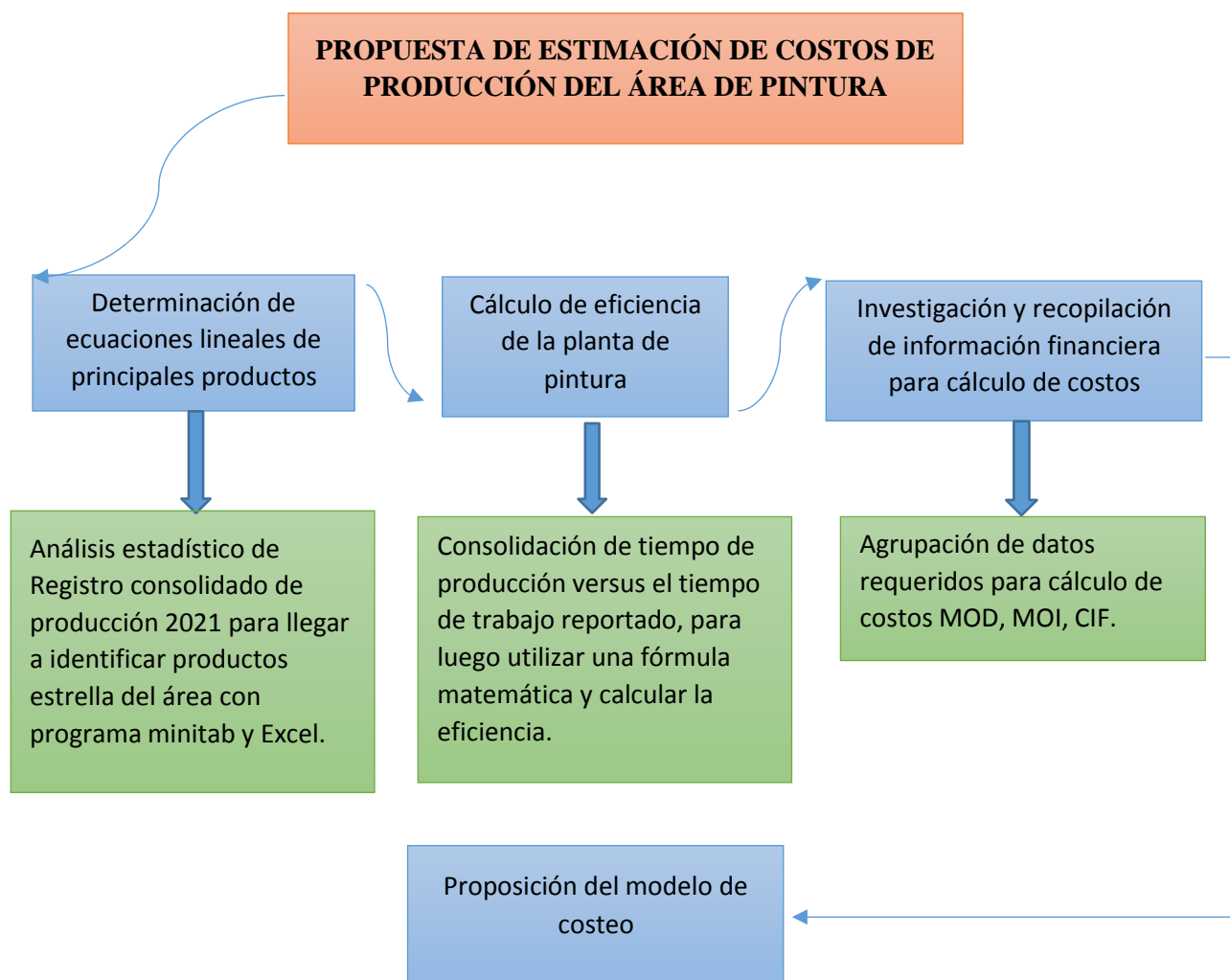
## Área de estudio

### Delimitación del objeto de estudio

<b>Dominio:</b>	Tecnología y Sociedad
<b>Línea de investigación:</b>	Empresarialidad Producción, costos de producción,
<b>Sub-líneas</b>	Tiempos de fabricación, análisis estadístico
<b>Campo:</b>	Ingeniería Industrial
<b>Área:</b>	Costos de producción de aplicación de pintura es estructuras metálicas
<b>Aspecto:</b>	Aplicación de pintura en estructuras.
<b>Objetivos de estudio:</b>	Planta de pintura Metalmecánica
<b>Período de análisis:</b>	Enero 2021-Diciembre 2021

A partir del análisis estadístico de tiempos de ciclo de los distintos productos que se realizan en la planta se presenta el modelo operativo en donde se expone como se va a alcanzar los objetivos propuestos.

## Modelo Operativo



**Gráfico No. 12:** Modelo Operativo

**Fuente:** Investigación directa

**Elaborado por:** El investigador.



## **Desarrollo de modelo operativo**

### **✓ Determinación de ecuaciones lineales de principales productos del área de pintura**

Con la base de datos tomada del registro consolidado de pintura 2021, se utilizará los datos de los principales productos del área.

- **Análisis estadístico de Registro consolidado de producción 2021 para llegar a identificar productos estrella del área con programa minitab y Excel.**

El análisis estadístico comprende de 5 etapas: recopilación (se cuenta con el registro consolidado de producción 2021); procesado de datos (limpieza y homogenización); presentación de datos (histogramas, dispersión); análisis de datos (resultados con los cuales se obtengan conclusiones) finalmente la interpretación de los datos (detectar tendencias y patrones y predecir escenarios futuros).

### **✓ Cálculo de eficiencia de la planta de pintura.**

Con ayuda de Excel se realiza una consolidación de tiempo reportado de trabajo, versus el tiempo reportado en registros de producción, para luego utilizar una fórmula matemática y calcular la eficiencia.

✓ **Investigación y recopilación de información financiera para cálculo de costos**

- Se recopilará información por parte del financiero de datos numéricos para mediante el uso de fórmulas matemáticas realizar el cálculo de costos MOD, MOI, CIF.

✓ **Proposición modelo de costeo**

- Utilización de todos los valores obtenidos aplicado a un ejemplo para la determinación del costo de producción de un determinado producto.

## CAPÍTULO III

### PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Para la estimación de costos, es preciso conocer el tiempo de fabricación de los productos que se fabrican en el área de pintura, con base al análisis presentado en el Capítulo II se escogió cuatro productos estrella; con la información extraída del reporte consolidado de producción del área de pintura (Gráfico No. 8: Registro consolidado producción pintura 2021) se hizo un resumen de tiempos de ciclo de los principales productos que se procesan en el área de pintura, con el objetivo de concentrar la investigación en los elementos que más rotación tienen, esto conlleva a realizar un pronóstico de regresión lineal de cada producto y este es el primer paso para elaborar una hoja de costos.

Con un programa estadístico (Minitab); se utilizó los datos resumidos (área y tiempo de ciclo) de las estructuras seleccionadas; para encontrar esta línea tendencial parten del tiempo de ciclo versus el área procesados por producto para este caso el producto estructura liviana anticorrosivo vigas se utilizaron los siguientes datos:

**Tabla No. 17:** Área-Tiempo de ciclo Estructura liviana anticorrosivo vigas

ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO
1,3	0,60	16	0,73	49,2	2,04	99,44	4,21
1,4	1,11	16	1,87	50,26	2,28	103,9	4,23
1,54	1,36	16,2	1,12	50,63	2,50	104,4	4,32
2,2	1,92	17	1,28	51,1	2,67	104,82	4,98
2,22	1,44	18	1,53	51,72	2,68	106,22	4,50
2,3	1,53	18	1,28	52,14	2,90	106,74	5,27
2,36	1,16	18,8	1,03	52,15	2,67	107,5	4,67
2,5	0,88	19,42	1,82	52,24	2,37	109,44	4,70

ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO
2,5	3,78	20,2	1,17	52,6	2,93	110,8	4,58
2,8	0,83	20,38	1,58	52,74	2,70	110,92	5,62
2,88	1,33	20,52	2,08	54,3	2,28	113,05	4,29
3,1	1,61	20,58	1,78	55,9	2,45	113,79	4,62
3,13	1,00	20,64	1,78	56,12	1,68	115,8	4,87
3,2	0,94	22	1,95	56,33	2,56	118,5	4,59
3,3	1,36	22,05	1,56	57,3	2,78	119,28	4,80
3,5	1,09	22,4	1,92	58,12	2,78	119,33	4,25
3,71	1,95	22,6	2,84	58,81	2,67	119,5	4,67
3,8	0,87	22,8	2,45	60,24	3,66	125,4	4,19
4,4	0,88	23,85	1,20	60,6	2,78	126,78	4,96
5,06	0,73	25,4	2,65	60,9	2,87	128,01	4,76
5,2	1,37	27	0,99	62,33	2,54	130,59	4,76
5,25	1,50	27,8	1,67	63,3	2,56	132,7	4,82
5,29	1,80	28,51	1,36	65,28	2,75	133,6	5,61
5,38	1,28	28,54	1,44	65,6	2,92	136	4,12
5,38	1,30	28,8	1,47	65,6	3,75	143	4,50
5,4	1,24	29,8	2,23	66,18	2,87	149,18	4,69
5,5	1,50	30,36	3,11	68,4	2,89	151,8	4,78
5,9	1,70	31,06	2,78	68,76	2,57	151,8	4,98
6	1,30	31,1	2,95	69,15	2,95	152,2	4,78
6,02	1,42	31,25	1,63	71,6	2,47	159,29	6,42
6,15	1,28	31,8	1,88	71,73	2,43	164,4	4,55
6,62	1,50	31,89	1,99	72	2,98	165,3	5,04
7	1,50	33,3	1,78	72,23	2,96	166,04	5,27
7	1,60	33,92	1,77	73,5	2,99	166,7	4,76
7,2	1,40	35,19	1,78	74,55	2,82	168,91	5,78
7,36	1,90	35,28	1,70	76,4	3,76	170,8	4,88
7,36	1,50	35,99	1,73	76,65	2,98	176,72	4,36
7,92	1,29	36	1,45	76,7	3,01	180,62	4,78
9,92	1,50	36,14	1,37	77,46	3,35	183,2	5,02
10,8	1,70	36,9	2,22	78,84	3,60	183,9	5,11
11,56	1,00	39,12	2,25	79,3	3,11	184,05	5,78
11,6	1,30	40,5	1,98	79,5	3,17	184,42	5,72
12	1,20	42,05	1,76	80,02	3,92	184,7	5,60
12,24	1,60	42,1	1,45	81,6	3,43	189	5,73
12,57	1,70	42,9	1,42	82,42	3,50	201,08	6,12
13	1,80	43,2	1,50	83,4	3,37	201,26	5,78
13,08	1,72	43,81	1,53	83,76	3,60	201,62	6,75

ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO
13,4	1,30	44	2,70	85,4	3,76	202,4	5,23
13,5	1,87	44,6	3,36	91,83	3,36	214,32	5,18
14,19	1,77	45,7	3,04	92,52	3,96	215,9	5,08
14,6	1,28	46	2,48	93,03	3,78	223	5,45
14,83	1,52	46,66	3,12	93,32	2,87	228,66	6,36
15	1,78	46,8	1,75	93,72	3,32	237,6	5,65
15,12	1,48	48,3	2,78	98,24	4,03	241,9	6,82
15,47	1,58	48,61	3,80	98,28	3,67	256,01	6,00
15,9	1,63	49	2,70	98,75	3,78	263,5	6,77
		281,75	6,13	265,4	6,51	272,7	6,85

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

Coefficiente de Correlación = 0,935566

R-cuadrada = 87,5283 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 87,4729 por ciento

Error estándar del est. = 0,557871

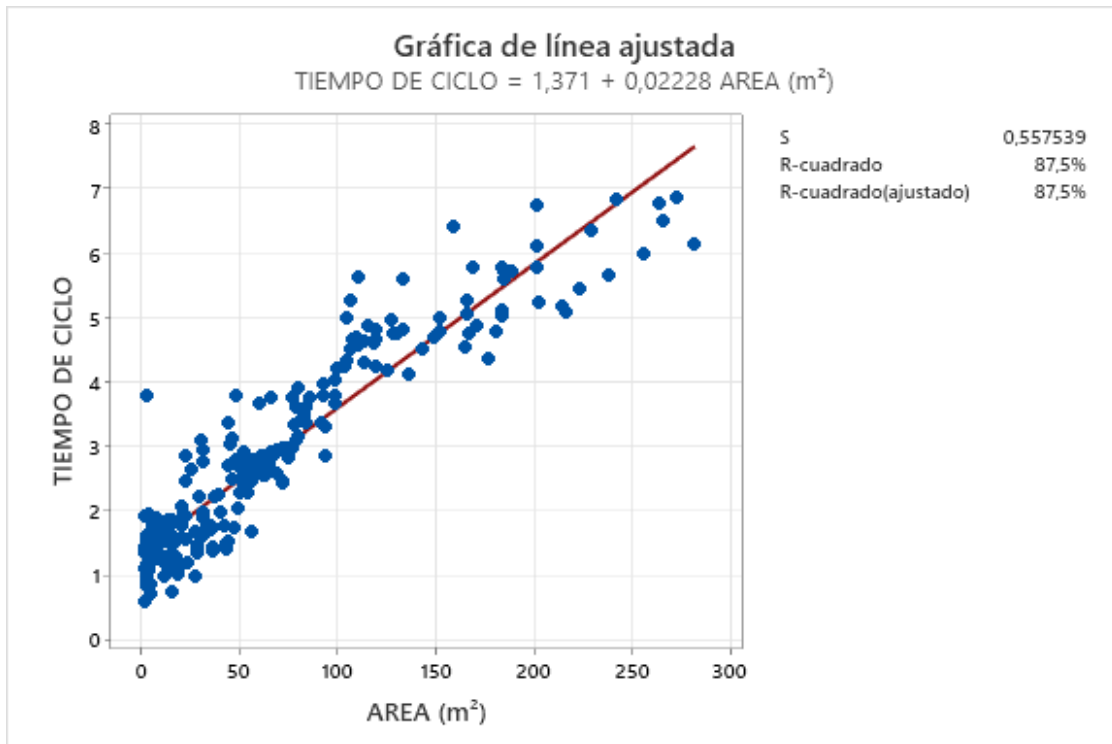
Error absoluto medio = 0,413819

Estadístico Durbin-Watson = 1,27771 (P=0,0000)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,340085

Obteniéndose la siguiente ecuación:

Tiempo de ciclo=1,371+0.02228 (Área m<sup>2</sup>)



**Gráfico No. 13:** Línea tendencial estructura liviana anticorrosivo-vigas

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

El segundo producto seleccionado es estructura mediana anticorrosivo (correas), que acorde a la siguiente tabla de datos da como resultado la siguiente ecuación

$$\text{Tiempo de ciclo} = 0,4154 + 0,03247(\text{Área m}^2)$$

Coefficiente de Correlación = 0,93522

R-cuadrada = 87,4637 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 87,379 por ciento

Error estándar del est. = 0,94655

Error absoluto medio = 0,709652

Estadístico Durbin-Watson = 1,64428 (P=0,0144)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,158391

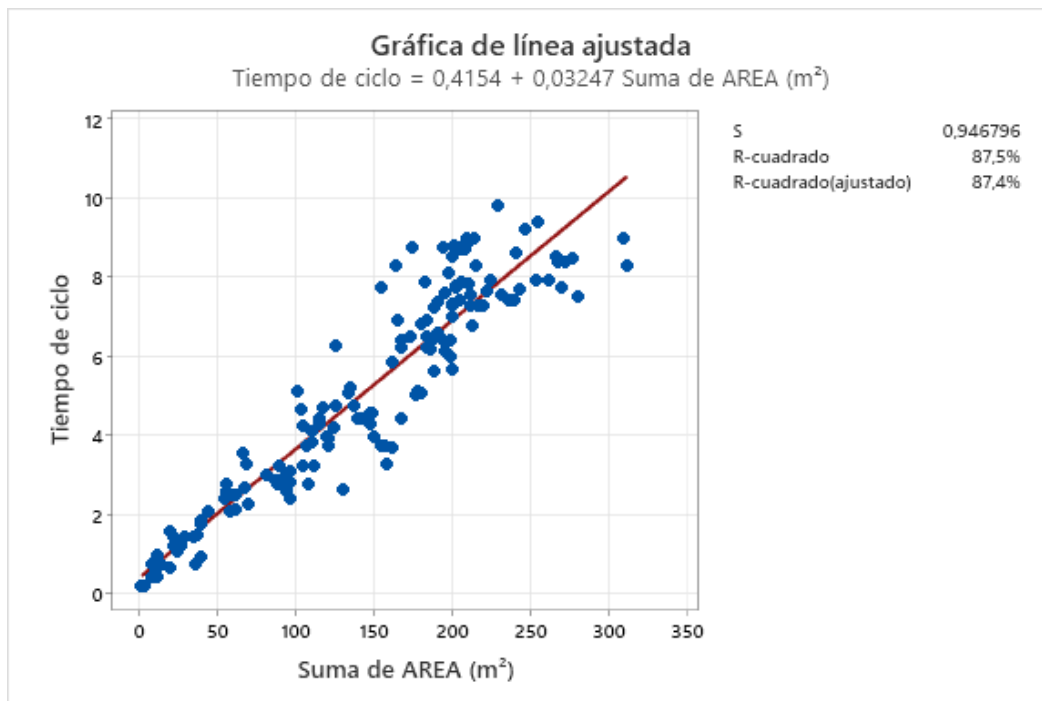
**Tabla No. 18:** Área-Tiempo de ciclo Estructura mediana anticorrosivo correas

ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO
1,23	0,22	92,8	2,97	161,51	5,87	204	7,42
3,23	0,20	94,22	2,60	164,02	8,30	204	8,70
7,17	0,43	95,55	2,42	164,76	6,92	205,8	7,88
7,18	0,75	96	2,82	166,55	6,42	207,7	8,82
9,4	0,53	96,3	3,10	167,4	4,42	208,1	8,70
9,54	0,45	101,28	5,13	167,5	6,20	208,6	8,98
10,74	0,42	102,6	4,65	172,75	6,48	210,44	7,82
11,16	1,00	103,8	4,25	173,6	8,75	210,8	7,53
13,34	0,75	104,4	3,22	176,4	5,00	210,97	7,27
19,02	0,65	106,1	3,73	177,94	5,10	211,2	8,92
19,43	1,60	107,6	2,77	180	6,82	211,77	7,55
21,54	1,42	109,98	4,10	180,2	5,08	212,34	6,77
22	1,20	110,16	3,82	182,4	7,85	213,15	8,97
23,35	1,08	111,6	3,25	183,09	6,48	214,32	8,30
25,88	1,22	115	4,42	183,6	6,22	216	7,28
28,8	1,42	115,2	4,30	183,75	6,88	219,14	7,27
34,44	1,42	117,31	4,68	185,15	6,18	221,34	7,62
36	0,75	119,52	3,98	186,3	6,47	223,79	7,93
36,54	1,50	120	3,73	186,56	6,38	229,2	9,78
38,61	0,92	120,15	3,93	188	7,23	231	7,55
38,98	1,75	123,93	4,22	188,1	5,60	235,2	7,40
39,26	1,83	124,8	4,75	190,05	6,60	239,04	7,42
43,75	2,08	125,6	6,25	190,05	7,38	240	8,60
54,3	2,42	129,6	2,65	193,44	6,42	242,42	7,70
55,65	2,75	133,69	5,08	193,44	8,75	246,4	9,20
55,65	2,60	134,98	5,18	194,74	6,13	253,48	7,92
57,52	2,08	136,84	4,75	194,94	7,60	254,55	9,38
59,54	2,50	139,68	4,43	197,2	8,12	261,87	7,92
60,78	2,50	142,8	4,42	198,45	6,00	266,1	8,52
60,9	2,15	146,97	4,55	198,45	6,42	267,5	8,38

ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO
66,15	3,55	147	4,27	199,44	7,25	269,92	7,73
67,31	2,68	148,38	4,55	199,44	7,33	272,37	8,38
68,4	3,27	149,52	3,97	199,56	6,98	276,94	8,45
69	2,25	154,35	3,73	199,79	8,52	279,56	7,52
81,45	2,98	154,35	7,75	199,86	5,68	309,18	8,98
86,2	2,87	156,87	3,72	201	8,77	311,49	8,27
88,08	2,77	157,76	3,27	201,6	7,78		
88,8	3,25	160,8	3,67	201,6	7,72		

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador



**Gráfico No. 14:** Línea tendencial estructura mediana anticorrosivo-correas

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.



El tercer producto seleccionado es estructura mediana-anticorrosivo (viga), que acorde a la recolección de datos nos muestra la siguiente tendencia:

$$\text{Tiempo de ciclo} = 1.241 + 0.02180(\text{Área m}^2)$$

$$\text{Coeficiente de Correlación} = 0,914121$$

$$\text{R-cuadrada} = 83,5617 \text{ por ciento}$$

$$\text{R-cuadrado (ajustado para g.l.)} = 83,4683 \text{ por ciento}$$

$$\text{Error estándar del est.} = 0,736503$$

$$\text{Error absoluto medio} = 0,582303$$

$$\text{Estadístico Durbin-Watson} = 1,72578 \text{ (P=0,0336)}$$

$$\text{Autocorrelación de residuos en retraso 1} = 0,135799$$

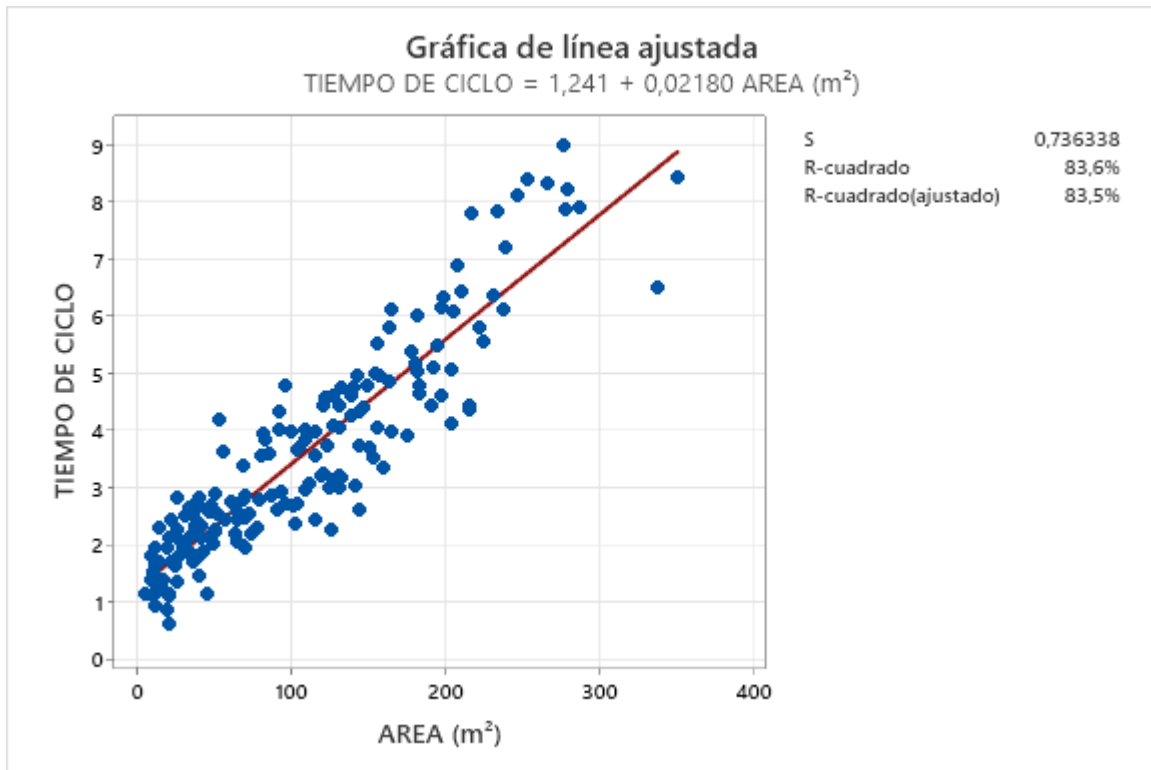
**Tabla No. 19:** Área-Tiempo de ciclo estructura mediana anticorrosivo vigas

ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO
5,5	1,13	39,65	2,70	100,52	2,69	155,4	4,06
8,4	1,40	39,96	2,70	101,6	2,70	156,56	4,96
8,43	1,83	40,46	1,45	102,4	2,36	158,84	3,36
9,6	1,53	40,97	2,12	103,4	2,72	163,18	4,85
10,52	1,11	41,32	2,33	104,2	3,67	163,2	5,81
11,71	1,68	43,2	1,87	104,8	3,71	164,2	6,11
11,87	1,95	45	1,15	108,62	2,98	165,1	3,99
12	0,93	46,61	2,57	108,7	3,86	175,3	3,93
12,7	1,72	47,1	2,11	109,09	4,03	177,89	5,38
13,2	1,27	47,22	2,68	110,16	3,96	179,87	5,16
13,4	2,32	49,2	2,04	111,4	3,06	181,05	3,78
13,7	1,37	49,92	2,90	114,8	3,98	181,4	6,03
14,3	1,70	50,14	2,23	114,8	3,56	182,3	4,64
16	1,22	50,8	2,25	115	2,43	183,4	4,78
16,63	1,38	51,27	2,53	118,8	3,23	190,76	4,44
18,59	1,95	52,84	4,20	120,16	4,44	192,53	5,11
18,72	0,85	55,7	3,62	121	3,26	194,2	5,49

ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO
20,2	1,13	56,8	2,45	121,63	4,59	196,9	4,61
20,48	0,62	60,83	2,77	122,5	3,73	197,4	6,16
20,75	1,12	63,97	2,20	124,98	2,99	198,9	6,33
21	2,11	64,19	2,43	125,4	2,28	204	5,08
21,6	2,45	64,8	2,07	126,38	4,08	204,2	4,13
22,3	1,70	65,2	2,58	126,5	3,15	204,47	6,10
25	1,65	68	1,98	126,96	4,63	207,89	6,90
25,4	2,83	68,8	2,80	131	2,99	209,6	6,45
25,84	2,28	69,05	3,39	131	4,04	215	4,45
25,84	2,28	69,21	2,48	131	4,44	215,5	4,37
25,84	2,28	69,43	1,95	131	3,23	216,5	7,82
25,84	1,37	69,93	2,87	132	4,76	222,3	5,80
26,5	2,10	72,09	2,53	132	3,18	223,79	5,55
27,27	1,80	73,24	2,20	138,7	4,26	230,7	6,35
29,4	1,93	78,1	2,32	139,1	4,63	233,3	7,83
29,54	2,02	78,6	2,78	139,6	4,76	238	6,12
31,06	2,50	80,1	3,57	140,56	4,77	238,22	7,20
33,5	1,87	81,6	3,95	141,8	3,03	247,1	8,12
33,69	2,67	82,5	3,85	142,56	4,98	253,47	8,40
34,1	2,12	85,6	3,58	143,4	2,61	266,01	8,33
36	1,70	86,24	2,87	143,8	4,33	276,2	9,00
36	2,69	90,6	2,62	144,1	3,74	277,2	7,87
36,36	2,18	91,43	4,02	146,8	4,41	278,8	9,23
36,6	2,50	92	4,35	148,58	4,78	286,93	7,90
37,01	2,33	93,7	2,92	150,3	3,69	337,58	6,51
38,59	2,41	95,36	2,73	152,4	3,53	351,04	8,45
39,2	1,79	95,88	4,80	154	5,01		
39,65	2,83	99,17	3,98	155,12	5,53		

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador



**Gráfico No. 15:** Línea tendencial estructura mediana anticorrosivo-vigas

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

El cuarto producto escogido son Estructura mediana-epóxico (vigas), que acorde a la recolección de datos nos muestra la siguiente tendencia:

$$\text{Tiempo de ciclo} = 1,658 + 0,02940(\text{Área m}^2)$$

$$\text{Coeficiente de Correlación} = 0,957085$$

$$\text{R-cuadrada} = 91,6012 \text{ por ciento}$$

$$\text{R-cuadrado (ajustado para g.l.)} = 91,554 \text{ por ciento}$$

$$\text{Error estándar del est.} = 0,548985$$

$$\text{Error absoluto medio} = 0,413421$$

$$\text{Estadístico Durbin-Watson} = 1,01501 \text{ (P=0,0000)}$$

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,455686

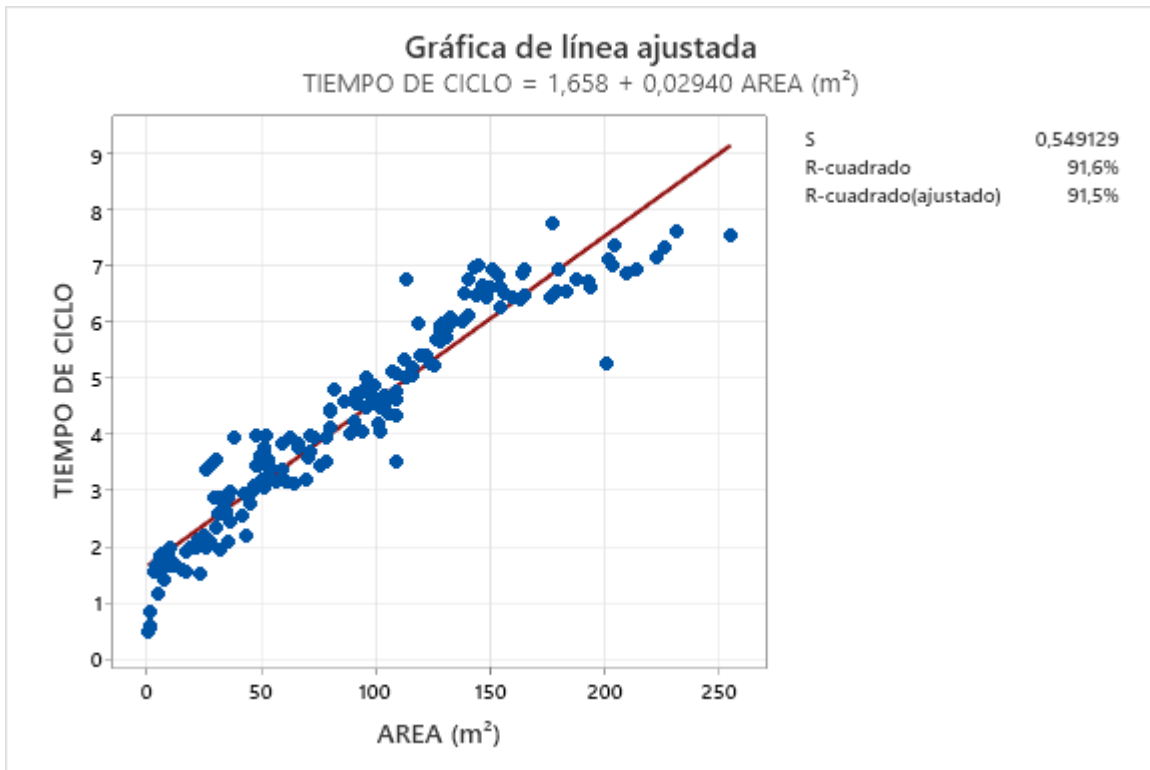
**Tabla No. 20:** Área-Tiempo de ciclo Estructura mediana epóxico vigas

ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO
0,4	0,50	31,64	2,87	78,19	3,95	129,4	5,98
1,4	0,55	32,26	1,95	79,63	4,11	130,8	5,88
1,4	0,60	33,23	2,78	80	4,43	131,1	5,72
1,44	0,86	33,76	2,61	80	4,46	132,53	5,98
3,22	1,55	34,96	2,63	81,47	4,81	132,64	6,09
3,55	1,65	35,23	2,88	86,12	4,59	137,54	6,03
4,2	1,58	35,31	2,11	88,34	4,03	138,9	6,51
4,8	1,17	35,86	2,45	90,61	4,23	140,41	6,78
4,8	1,55	36,56	2,98	91,34	4,62	140,5	6,13
5	1,69	37,95	3,94	91,8	4,56	142,8	6,98
5,46	1,86	41,96	2,55	91,8	4,75	143,64	6,49
5,51	1,82	42,32	2,95	93,84	4,06	144,99	7,01
5,52	1,86	43,71	2,20	95,04	4,81	146,46	6,67
6,3	1,89	44,79	2,78	95,64	4,48	148,68	6,44
7,8	1,69	45,5	2,97	96	5,03	149,49	6,62
7,85	1,43	46,47	3,08	96,78	4,75	149,93	6,61
8,83	1,67	47,74	3,45	99,62	4,86	150,5	6,96
8,88	1,87	48,06	3,98	100,23	4,62	153,61	6,85
9,39	1,69	48,56	3,45	101,08	4,20	153,97	6,26
10,36	1,98	49,79	3,63	102,09	4,50	154	6,61
10,62	1,75	49,92	3,62	102,24	4,06	156,03	6,53
10,75	1,68	50,67	3,18	103,59	4,57	159,72	6,46
11,1	1,65	50,94	3,06	103,6	4,69	162,99	6,41
11,78	1,70	51,37	3,78	105,24	4,38	164,1	6,88
15,3	1,58	51,47	3,69	107,28	5,14	164,78	6,47
17,4	1,56	52,39	3,48	108,55	3,52	165,29	6,96
17,48	1,91	52,44	3,98	108,9	4,78	165,3	6,95
18,43	1,98	52,84	3,55	108,9	4,34	176	6,46
19,86	1,97	53,04	3,28	108,9	5,08	177,36	7,76
20,44	1,98	53,56	3,42	109	4,62	178,44	6,56
21,39	1,99	56,2	3,18	112,26	5,33	179,8	6,93
22,1	2,14	58,88	3,83	113,62	5,03	183,6	6,56
22,8	2,03	59,27	3,39	113,62	6,78	187,62	6,78

ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO DE CICLO
23,11	1,53	60,94	3,17	116,04	5,06	193,29	6,73
24,82	2,21	62,36	3,94	116,15	5,20	193,8	6,61
26	1,98	64,08	3,14	118,22	5,98	201,02	5,26
26,22	3,38	65,84	3,85	119,56	5,41	201,75	7,11
26,22	2,09	66,23	3,76	122,08	5,40	203,73	7,03
27,63	2,06	69,92	3,21	124,15	5,28	204,4	7,39
27,98	2,09	70,75	3,58	125,44	5,22	209,75	6,89
28,12	3,48	71,4	3,69	126,11	5,70	214,1	6,93
29,17	2,87	71,54	3,99	127,8	5,86	222,99	7,15
29,76	3,54	73,23	3,94	127,8	5,93	226	7,33
30,21	2,33	75,74	3,46	127,83	5,73	231,6	7,63
31	2,58	78,18	3,51	128,49	5,66	255	7,55

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador



**Gráfico No. 16:** Línea tendencial estructura mediana epóxico-vigas

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

Mediante estos datos obtenidos se pueden realizar predicciones de tiempo de fabricación, mano de obra a utilizar, materiales, consumibles, materia prima, equipos, entre otras variables que se necesitan en los procesos productivos; el siguiente aspecto a tomar en cuenta es el empleo de mano de obra directa, mano de obra indirecta, materiales, calidad y otros.

### **Eficiencia del trabajo estimado**

El tiempo tomado es la suma de registros de producción comparado con el horario disponible incluido horas extras del año 2021 de las 14 personas que laboran como mano de obra directa, las horas disponibles en la jornada de trabajo más horas extras reportadas; las horas producidas, son el tiempo reportado por las actividades de trabajo realizadas durante la jornada laboral. Esta información fue extraída de (Gráfico No. 8: Registro consolidado producción pintura 2021) y es el resumen de horas de trabajo reportadas (horas capacidad de planta) versus las horas que se ocuparon para realizar las actividades productivas de la planta (hora producidas), esta información es extraída del Reporte Producción Pintura (Anexo B). toda la información se consolida en la (Tabla No. 23: Horas capacidad-Horas producidas año 2021)

**Tabla No. 21:** Días laborados por mes/Horas reportadas

DIAS LABORADOS	MES	HORAS REPORTADAS
23	ENERO	184
18	FEBRERO	144
24	MARZO	192
15	ABRIL	120
26	MAYO	208
25	JUNIO	200
27	JULIO	216
29	AGOSTO	232
26	SEPTIEMBRE	208
28	OCTUBRE	224
24	NOVIEMBRE	192
22	DICIEMBRE	176
	TOTAL HORAS	2296

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

A continuación se indican las horas diarias reportadas de trabajo

**Tabla No. 22:** Horas registradas de reportes de producción

DIA	MES	HORAS	DIA	MES	HORAS	DIA	MES	HORAS
1	ENERO	7,2	1	FEBRERO	7	1	MARZO	5,5
2	ENERO	6,5	2	FEBRERO	7	2	MARZO	4,8
3	ENERO	6,8	3	FEBRERO	6,5	3	MARZO	6
4	ENERO	7,5	4	FEBRERO	7,5	4	MARZO	6,5
5	ENERO	4,6	5	FEBRERO	7,5	5	MARZO	6
6	ENERO	4,8	6	FEBRERO	6,5	6	MARZO	6
7	ENERO	5,9	7	FEBRERO	6,5	7	MARZO	6,2
8	ENERO	7,2	8	FEBRERO	7,5	8	MARZO	4,5
9	ENERO	7,8	9	FEBRERO	7,5	9	MARZO	6
10	ENERO	6,5	10	FEBRERO	7,3	10	MARZO	5,5
11	ENERO	5,5	11	FEBRERO	6,5	11	MARZO	6
12	ENERO	7,5	12	FEBRERO	6,5	12	MARZO	5,5
13	ENERO	5	13	FEBRERO	7,7	13	MARZO	6
14	ENERO	6	14	FEBRERO	7,8	14	MARZO	6,4

15	ENERO	6	15	FEBRERO	7,2	15	MARZO	5,8
16	ENERO	4,2	16	FEBRERO	6,5	16	MARZO	6,2
17	ENERO	6,2	17	FEBRERO	6,5	17	MARZO	6,75
18	ENERO	5	18	FEBRERO	7	18	MARZO	7,5
19	ENERO	6		TOTAL	120	19	MARZO	4,8
20	ENERO	7,55				20	MARZO	5,8
21	ENERO	4,25				21	MARZO	5,4
22	ENERO	4				22	MARZO	6,5
23	ENERO	5				23	MARZO	6,8
	TOTAL	137				24	MARZO	5,55
							TOTAL	142

DIA	MES	HORAS	DIA	MES	HORAS	DIA	MES	HORAS
1	ABRIL	4	1	MAYO	6,5	1	JUNIO	7,5
2	ABRIL	5,5	2	MAYO	5,5	2	JUNIO	6,55
3	ABRIL	5,8	3	MAYO	5,8	3	JUNIO	6
4	ABRIL	4,5	4	MAYO	4,8	4	JUNIO	6
5	ABRIL	6,5	5	MAYO	4,5	5	JUNIO	6,75
6	ABRIL	6,75	6	MAYO	4,2	6	JUNIO	6,8
7	ABRIL	5,75	7	MAYO	5,55	7	JUNIO	7,2
8	ABRIL	5,8	8	MAYO	6,55	8	JUNIO	7,5
9	ABRIL	5,5	9	MAYO	6,75	9	JUNIO	5,55
10	ABRIL	5	10	MAYO	5,75	10	JUNIO	6
11	ABRIL	4,5	11	MAYO	5	11	JUNIO	7
12	ABRIL	5,5	12	MAYO	5	12	JUNIO	6,55
13	ABRIL	6,5	13	MAYO	4	13	JUNIO	7
14	ABRIL	6,8	14	MAYO	4	14	JUNIO	7,4
15	ABRIL	6,6	15	MAYO	5,5	15	JUNIO	7,5
	TOTAL	85	16	MAYO	5	16	JUNIO	5,5
			17	MAYO	5	17	JUNIO	5,8
			18	MAYO	5	18	JUNIO	5,7
			19	MAYO	4,2	19	JUNIO	7
			20	MAYO	4,8	20	JUNIO	6,5
			21	MAYO	6,5	21	JUNIO	7
			22	MAYO	6,8	22	JUNIO	7
			23	MAYO	6,75	23	JUNIO	7,2
			24	MAYO	6,55	24	JUNIO	7,5
			25	MAYO	6,4	25	JUNIO	7,5
			26	MAYO	6,6		TOTAL	168
				TOTAL	143			



DIA	MES	HORAS	DIA	MES	HORAS	DIA	MES	HORAS
1	JULIO	6	1	AGOSTO	7,25	1	SEPTIEMBRE	6
2	JULIO	5,75	2	AGOSTO	6,5	2	SEPTIEMBRE	6
3	JULIO	5,25	3	AGOSTO	6,5	3	SEPTIEMBRE	5,5
4	JULIO	5,5	4	AGOSTO	5,8	4	SEPTIEMBRE	6
5	JULIO	5,75	5	AGOSTO	5,9	5	SEPTIEMBRE	4,25
6	JULIO	6,25	6	AGOSTO	5,5	6	SEPTIEMBRE	6
7	JULIO	6,4	7	AGOSTO	6,25	7	SEPTIEMBRE	6,75
8	JULIO	6,65	8	AGOSTO	6,3	8	SEPTIEMBRE	6
9	JULIO	5,5	9	AGOSTO	6,25	9	SEPTIEMBRE	5,8
10	JULIO	5,5	10	AGOSTO	7,25	10	SEPTIEMBRE	6,2
11	JULIO	5,75	11	AGOSTO	7,3	11	SEPTIEMBRE	6,75
12	JULIO	6,4	12	AGOSTO	7,5	12	SEPTIEMBRE	6,75
13	JULIO	6,75	13	AGOSTO	6,25	13	SEPTIEMBRE	5,8
14	JULIO	6,25	14	AGOSTO	6,25	14	SEPTIEMBRE	5,3
15	JULIO	6,4	15	AGOSTO	6,5	15	SEPTIEMBRE	4,8
16	JULIO	6,25	16	AGOSTO	6,8	16	SEPTIEMBRE	4,75
17	JULIO	4,25	17	AGOSTO	4,5	17	SEPTIEMBRE	6
18	JULIO	6,6	18	AGOSTO	4,6	18	SEPTIEMBRE	5,75
19	JULIO	6,5	19	AGOSTO	5,2	19	SEPTIEMBRE	5,8
20	JULIO	5,75	20	AGOSTO	5,8	20	SEPTIEMBRE	6,25
21	JULIO	6,6	21	AGOSTO	6,5	21	SEPTIEMBRE	7
22	JULIO	5,4	22	AGOSTO	7,25	22	SEPTIEMBRE	7
23	JULIO	5,5	23	AGOSTO	6,25	23	SEPTIEMBRE	6,55
24	JULIO	5,8	24	AGOSTO	6,25	24	SEPTIEMBRE	6,5
25	JULIO	6,25	25	AGOSTO	7,25	25	SEPTIEMBRE	6,75
26	JULIO	6,25	26	AGOSTO	6	26	SEPTIEMBRE	5,75
27	JULIO	6,75	27	AGOSTO	5,3		TOTAL	156
	TOTAL	162	28	AGOSTO	5			
			29	AGOSTO	6			
				TOTAL	180			

DIA	MES	HORAS	DIA	MES	HORAS	DIA	MES	HORAS
1	OCTUBRE	5,5	1	NOVIEMBRE	6	1	DICIEMBRE	6
2	OCTUBRE	6	2	NOVIEMBRE	5,5	2	DICIEMBRE	5,25
3	OCTUBRE	6	3	NOVIEMBRE	4,25	3	DICIEMBRE	6,15
4	OCTUBRE	5,8	4	NOVIEMBRE	6	4	DICIEMBRE	6,25

5	OCTUBRE	6,5	5	NOVIEMBRE	6	5	DICIEMBRE	5,5
6	OCTUBRE	7,25	6	NOVIEMBRE	4,25	6	DICIEMBRE	5,5
7	OCTUBRE	6,25	7	NOVIEMBRE	5,5	7	DICIEMBRE	4,25
8	OCTUBRE	6	8	NOVIEMBRE	6	8	DICIEMBRE	4,5
9	OCTUBRE	5	9	NOVIEMBRE	5,8	9	DICIEMBRE	4,5
10	OCTUBRE	5	10	NOVIEMBRE	6	10	DICIEMBRE	6
11	OCTUBRE	5	11	NOVIEMBRE	6,2	11	DICIEMBRE	5
12	OCTUBRE	4,25	12	NOVIEMBRE	4,25	12	DICIEMBRE	5
13	OCTUBRE	6	13	NOVIEMBRE	5	13	DICIEMBRE	6,25
14	OCTUBRE	6	14	NOVIEMBRE	5	14	DICIEMBRE	5,5
15	OCTUBRE	6,25	15	NOVIEMBRE	5	15	DICIEMBRE	5,5
16	OCTUBRE	4,8	16	NOVIEMBRE	6,25	16	DICIEMBRE	4,25
17	OCTUBRE	4,25	17	NOVIEMBRE	5,5	17	DICIEMBRE	6
18	OCTUBRE	4,5	18	NOVIEMBRE	4,5	18	DICIEMBRE	5
19	OCTUBRE	5,5	19	NOVIEMBRE	6	19	DICIEMBRE	5,6
20	OCTUBRE	5,5	20	NOVIEMBRE	5,25	20	DICIEMBRE	6
21	OCTUBRE	4,75	21	NOVIEMBRE	6	21	DICIEMBRE	6
22	OCTUBRE	4,25	22	NOVIEMBRE	6,75	22	DICIEMBRE	6
23	OCTUBRE	4,25	23	NOVIEMBRE	5,25		TOTAL	120
24	OCTUBRE	6,1	24	NOVIEMBRE	5,75			
25	OCTUBRE	6,25		TOTAL	132			
26	OCTUBRE	4,25						
27	OCTUBRE	5,8						
28	OCTUBRE	6						
	TOTAL	153						

**Tabla No. 23:** Horas capacidad-Horas producidas año 2021

MES	HORAS CAPACIDAD PLANTA	MANO DE OBRA DIRECTA (hora/hombre)	HORAS PRODUCIDAS PLANTA	MANO DE OBRA DIRECTA (hora/hombre)
ENERO	184	2576	137	1918
FEBRERO	144	2016	120	1680
MARZO	192	2688	142	1988
ABRIL	120	1680	85	1190
MAYO	208	2912	143	2002
JUNIO	200	2800	168	2352
JULIO	216	3024	162	2268
AGOSTO	232	3248	180	2520

SEPTIEMBRE	208	2912	156	2184
OCTUBRE	224	3136	153	2142
NOVIEMBRE	192	2688	132	1848
DICIEMBRE	176	2464	120	1680
<b>TOTAL HORAS</b>	2296	<b>32144</b>	1698	<b>23772</b>

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

Con los datos de horas capacidad-horas producidas se deriva la siguiente ecuación para obtener la eficiencia de la planta de pintura.

**Ecuación N°1**

$$\% \text{ eficiencia} = \frac{\text{HORAS PRODUCIDAS} * 100}{\text{HORAS CAPACIDAD}}$$

$$\% \text{ eficiencia} = \frac{23772 * 100}{32144}$$

$$\% \text{ eficiencia} = 73.95\%$$

Con base a las definiciones del capítulo II se derivan los siguientes datos para obtener la suma por concepto de costos fijos varios en donde consta el alquiler, depreciación de maquinaria, repuestos, energía eléctrica y agua potable.

**Tabla No. 24:** Costos fijos Varios

	<b>COSTO ANUAL</b>
ALQUILER	\$45303,48
DEPRECIACIÓN DE MAQUINARIA	\$1557,24
REPUESTOS	\$19332,01
ENERGÍA ELÉCTRICA	\$3696,48
AGUA POTABLE	\$1143,72
<b>TOTAL</b>	<b>\$71032,92</b>

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

### **Departamentos de apoyo**

Son departamentos que no tienen contacto directo con la fabricación de los productos, pero colaboran con gestión de la producción y que sus costos están divididos para las distintas áreas de producción con las que ellos colaboran, en este caso: armado y soldadura, abastecimientos, y acabados superficiales (pintura y galvanizado), porcentaje que se encuentra asignado al área de pintura según los datos indicados:

**Tabla No. 25:** Departamentos de apoyo

<b>DEPARTAMENTOS DE APOYO</b>	<b>COSTO ANUAL</b>
Mantenimiento	\$11686,20
Infraestructura	\$2389,08
Calidad	\$4607,88
Investigación y Desarrollo	\$8135,52
Logística Interna	\$33168,60
Gestión de Materiales - Bodega	\$581,76
Gerencia de Producción	\$19863,48
Productividad	\$7333,68
SIG	\$11409,60
<b>TOTAL</b>	<b>\$99175,80</b>

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

La siguiente tabla es un resumen del valor obtenido por costos fijos (varios y por parte de departamentos de apoyo).

**Tabla No. 26:** Resumen costos fijos

<b>COSTOS FIJOS</b>	<b>TOTAL ANUAL</b>
VARIOS	\$71032,92
DEPARTAMENTOS DE APOYO	\$99175,80
<b>TOTAL</b>	<b>\$170208,72</b>

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

Finalmente se realiza un resumen de costos fijos asumidos por el área de pintura identificados como mano de obra directa e indirecta correspondientes a los diferentes cargos del área desglosados. (Tabla No. 27: Costos fijos mano de obra directa e indirecta).

**Tabla No. 27:** Costos fijos mano de obra directa e indirecta

RUBRO\EMPLEADO	GRANALLADOR	AYUDANTE	PINTOR	DIGITADOR	LOGÍSTICO	LIDER	SUPERVISOR	AUXILIAR	ASISTENTE	ANALISTA	COORDINADOR	JEFE
<b>Sueldo</b>	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	476,00	450,00	600,00	700,00	600,00	375,00
<b>IESS Patronal (11,35%)</b>	48,24	48,24	48,24	48,24	48,24	48,24	54,03	51,08	68,10	79,45	68,10	42,56
<b>Décimo tercer sueldo</b>	35,42	35,42	35,42	35,42	35,42	35,42	39,67	37,50	50,00	58,33	50,00	31,00
<b>Décimo cuarto sueldo</b>	35,42	35,42	35,42	35,42	35,42	35,42	35,42	35,42	35,42	35,42	35,42	35,42
<b>FR</b>	35,42	35,42	35,42	35,42	35,42	35,42	39,67	37,50	50,00	58,33	50,00	31,00
<b>Vacaciones</b>	17,71	17,71	17,71	17,71	17,71	17,71	19,83	18,75	25,00	29,17	25,00	15,63
<b>Desahucio</b>	8,85	8,85	8,85	8,85	8,85	8,85	9,92	9,38	12,50	14,58	12,50	7,81
<b>Alimentación</b>	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50
<b>Gastos médicos</b>	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33
<b>Seguro de vida</b>	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74
<b>Plan telefónico</b>						13,8	13,8			13,8	6,9	3,45
<b>Total Mensual</b>	654,62	654,62	654,62	654,62	654,62	668,42	736,90	688,19	889,59	1037,65	896,49	590,94
<b>Incremento</b>	54,03%	54,03%	54,03%	54,03%	54,03%	57,28%	54,81%	52,93%	48,26%	48,24%	49,41%	57,58%
<b>Personal</b>	2	7	5	1	1	1	1	1	3	1	1	1
<b>Total Mensual</b>	1309,24	4582,34	3273,1	654,62	654,62	668,42	736,89	688,18	2668,76	1037,65	896,48	590,93
<b>Total Anual</b>	15710,88	54988,08	39277,2	7855,44	7855,44	8021,04	8842,75	8258,24	32025,12	12451,84	10757,84	7091,24

**Fuente:** Área Financiero- Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

**Tabla No. 28:** Resumen mano de obra directa en indirecta

TIPO MANO DE OBRA	TOTAL ANUAL
MANO DE OBRA DIRECTA	\$109976,16
MANO DE OBRA INDIRECTA	\$103158,95

**Fuente:** Área Financiero- Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

### Costo hora mano de obra directa anual

Para realizar el cálculo de costo hora de mano de obra directa se realizó la suma total de los sueldos del personal de mano de obra directa dividido para el total de horas trabajadas anuales.

### Ecuación N°2

**Costo real**

$$\text{Costo hora MOD} = \frac{\text{Costo total MOD}}{\text{horas producidas}}$$

$$\text{Costo hora MOD} = \frac{109976.16}{23772} = 4,62 \text{ dólar/hora}$$

### Ecuación N°3

**Costo Capacidad**

$$\text{Costo hora MOD} = \frac{\text{Costo total MOD}}{\text{horas capacidad}}$$

$$\text{Costo hora MOD} = \frac{109976.16}{32144} = 3,42 \text{ dólar/hora}$$

### **Costo hora mano de obra indirecta anual**

Para realizar el cálculo de costo hora de mano de obra indirecta se realizó la suma total de los sueldos del personal de mano de obra indirecta dividido para el total de horas trabajadas anuales.

### **Ecuación N°4**

#### **Costo real**

$$\text{Costo hora } \mathbf{MOI} = \frac{\text{Costo total } \mathbf{MOI}}{\text{horas producidas}}$$

$$\text{Costo hora } \mathbf{MOI} = \frac{103158,95}{23772} = 4,33 \text{ dólar/hora}$$

### **Ecuación N°5**

#### **Costo Capacidad**

$$\text{Costo hora } \mathbf{MOI} = \frac{\text{Costo total } \mathbf{MOI}}{\text{horas capacidad}}$$

$$\text{Costo hora } \mathbf{MOI} = \frac{103158,95}{32144} = 3,20 \text{ dólar/hora}$$

### **Costos indirectos de fabricación**

Para realizar este cálculo se sumó todos los costos anuales fijos: alquiler, depreciación, apoyo de otras áreas, repuestos, electricidad, agua potable, alimentación, plan telefónico y mano de obra directa e indirecta; todo esto dividido para el total de horas trabajadas anuales.



### Ecuación N°6

#### Costo real

$$\text{Costo indirecto de fabricación CIF} = \frac{\text{Costo indirecto de fabricación}}{\text{horas producidas}}$$

$$\text{Costo indirecto de fabricación CIF} = \frac{170208,72}{23772} = 7,16 \text{ dolar/hora}$$

### Ecuación N°7

#### Costo capacidad

$$\text{Costo indirecto de fabricación CIF} = \frac{\text{Costo indirecto de fabricación}}{\text{horas capacidad}}$$

$$\text{Costo indirecto de fabricación CIF} = \frac{170208,72}{32144} = 5,29 \text{ dolar/hora}$$

**Tabla No. 29:** Resumen costos MOD, MOI, CIF

TIPO DE COSTO	PRODUCCIÓN Dólar/Hora	CAPACIDAD Dólar/Hora
MOD	\$4,62	\$3,42
MOI	\$4,33	\$3,20
CIF	\$7,16	\$5,29

**Fuente:** Área Financiero- Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

El principal material directo que se ocupa en el área es la pintura, principalmente, de distintas especificaciones de acuerdo al sistema requerido por el cliente, por tanto, oscila distintos precios; y el tipo de preparación superficial sobre el que se aplica la pintura que su costo se tiene establecido de la siguiente manera:

**Tabla No. 30:** Costo metro cuadrado según grado de limpieza

<b>GRADO DE LIMPIEZA</b>	<b>dólar/m2 GRANALLADO</b>
SSPC-SP5 Y SSPC-SP10	0,65
SSPC-SP6	0,31
SSPC-SP7	0,18

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

A continuación, se indica un estimado de costo mensual presupuestado para costos indirectos de producción.

**Tabla No. 31:** Materiales indirectos de fabricación

<b>TIPO DE MATERIA INDIRECTO</b>	<b>VALOR ANUAL</b>
CONSUMIBLES	\$73.027,92
HERRAMIENTAS	\$1.750,44
EPPS + DOTACIÓN	\$32.897,16
<b>TOTAL</b>	<b>\$107.675,52</b>

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

El costo por metro cuadrado corresponde a la siguiente ecuación:

### Ecuación N°8

$$\text{Costo metro cuadrado materiales indirectos} = \frac{\text{material indirecto de fabricación}}{\text{metros cuadrados producidos}}$$

$$\text{Costo metro cuadrado materiales indirectos} = \frac{107675,52}{177190} = 0,6 \text{ dolar/m}^2$$

### Ejemplo práctico de estimación de costos

Para este ejemplo práctico se realiza un desglose de todos los valores que intervienen en la producción del área de pintura, se va a tomar el producto cual tiene la siguiente ecuación lineal: Tiempo de ciclo=1,371+0.02228 (Area m2), (Gráfico No. 13: Línea tendencial estructura liviana anticorrosivo-vigas) para el cual se va a utilizar 300 m2, en limpieza comercial (SSPC-SP7). A continuación, se detallan los costos correspondientes a mano de obra directa, indirecta y costos indirectos de fabricación.

**Tabla No. 32:** Costos M.O.D., M.O.I, C.I.F.

M.O.D., M.O.I., CIF	\$ HORA	Ecuación y=1,371+0,02228(Área) (horas)	\$ Metros cuadrados
Mano de obra directa MOD	4,62	8,05	37,21
Mano de obra indirecta MOI	4,33	8,05	34,85
Costos indirectos de fabricación CIF	7,16	8,05	57,63

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

Después se añade el valor correspondiente a los materiales indirectos.

**Tabla No. 33:** Costos materiales indirectos

<b>Materiales indirectos</b>	<b>\$ costo metro cuadrado</b>	<b>metros cuadrados</b>	<b>\$ CONSUMO</b>
	0,6	300	180

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

**Tabla No. 34:** Costos materia prima

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR \$ (gal)</b>	<b>CONSUMO (gal)</b>	<b>\$ CONSUMO</b>
Pintura anticorrosivo	galón	9,88	26	256,88
Thinner	galón	3,60	2	7,20
Limpieza previa granallado mineral (SSPC-SP7)	m2	0,17	N/A	51
			<b>TOTAL</b>	<b>315,08</b>

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

Los costos de materia prima varían de acuerdo a la marca de pintura que se vaya a utilizar en los proyectos, así como los rendimientos de la misma que varían de acuerdo al porcentaje de sólidos.

El consolidado de costo de producción para 300 m2 es el siguiente:

**Tabla No. 35:** Consolidado de costos de producción para 300 m2

ITEM	VALOR \$	%
Materia prima	315,08	50%
Materiales indirectos	180	29%
MOD	37,21	6%
MOI	34,85	6%
CIF	57,63	9%
<b>TOTAL COSTO</b>	<b>624,77</b>	

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

El costo de producción para 300 m2 son 619,77 dólares.

**Cronograma de implementación**

Actividad de implementación	MESES						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Presentar el modelo realizado							
Realizar pruebas comparativas en trabajos reales							
Análisis de resultados							
Aplicación del modelo a más productos							
Ajuste del modelo a los resultados							

**Gráfico No. 17:** Cronograma de implementación

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

## **Descripción de actividades**

**Presentar el modelo realizado.** - en esta actividad se va a describir todo el trabajo de investigación efectuado y proponer el modelo de costeo que se concluyó en la investigación, en esta actividad intervendrá el investigador, jefe y coordinador del área y se utilizará la sala de reuniones de los acabados superficiales durante dos horas.

**Realizar pruebas comparativas en trabajos reales.** - para obtener gran cantidad de datos se tomará un tiempo de cuatro meses, con la ayuda de un pasante destinado específicamente a esta tarea, con reuniones semanales de avances con el jefe y coordinador del área con duración de una hora.

**Análisis de resultados.** - una vez realizadas las pruebas se tomará decisiones acerca del modelo y que tan cercano a la realidad está, así como para ver los ajustes necesarios de ser el caso, esta actividad tomará dos horas y será el pasante quien muestre los resultados y el jefe del área quien analice los resultados.

**Aplicación del modelo a más productos.** - el pasante con las instrucciones retroalimentadas durante los avances será quien tome datos de productos nuevos que se ajusten al modelo de costeo propuesto, esta toma de datos tomará al menos cuatro meses y se realizarán reuniones de avance semanal con duración de una hora.

**Ajuste del modelo a los resultados.** – con las retroalimentaciones semanales, se realizarán los ajustes requeridos para la implementación del modelo a más productos con la revisión y criterio del jefe de área, para mostrar estos resultados a la gerencia.

### Costos implementación

**Tabla No. 36:** Costos implementación

Detalle	Tiempo	Cargo	Costo
Presentación modelo	2 horas	Asistente técnico (investigador)	11,10
Realizar pruebas comparativas en trabajos reales	4 meses	Pasante	600
Análisis de resultados	2 horas	Jefe ACS	22,15
Aplicación del modelo a más productos	4 meses	Pasante	600
Ajuste del modelo a los resultados	2 horas	Jefe ACS	22,15
		Total	1255.40

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

**Nota:** Valores tomados de (Tabla No. 27: Costos fijos mano de obra directa e indirecta); el pago de pasantes es de acuerdo a la ley y es un tercio del salario básico unificado (450 USD).

## Curva S de costos de implementación

**Tabla No. 37:** Tabla de valores para curva S

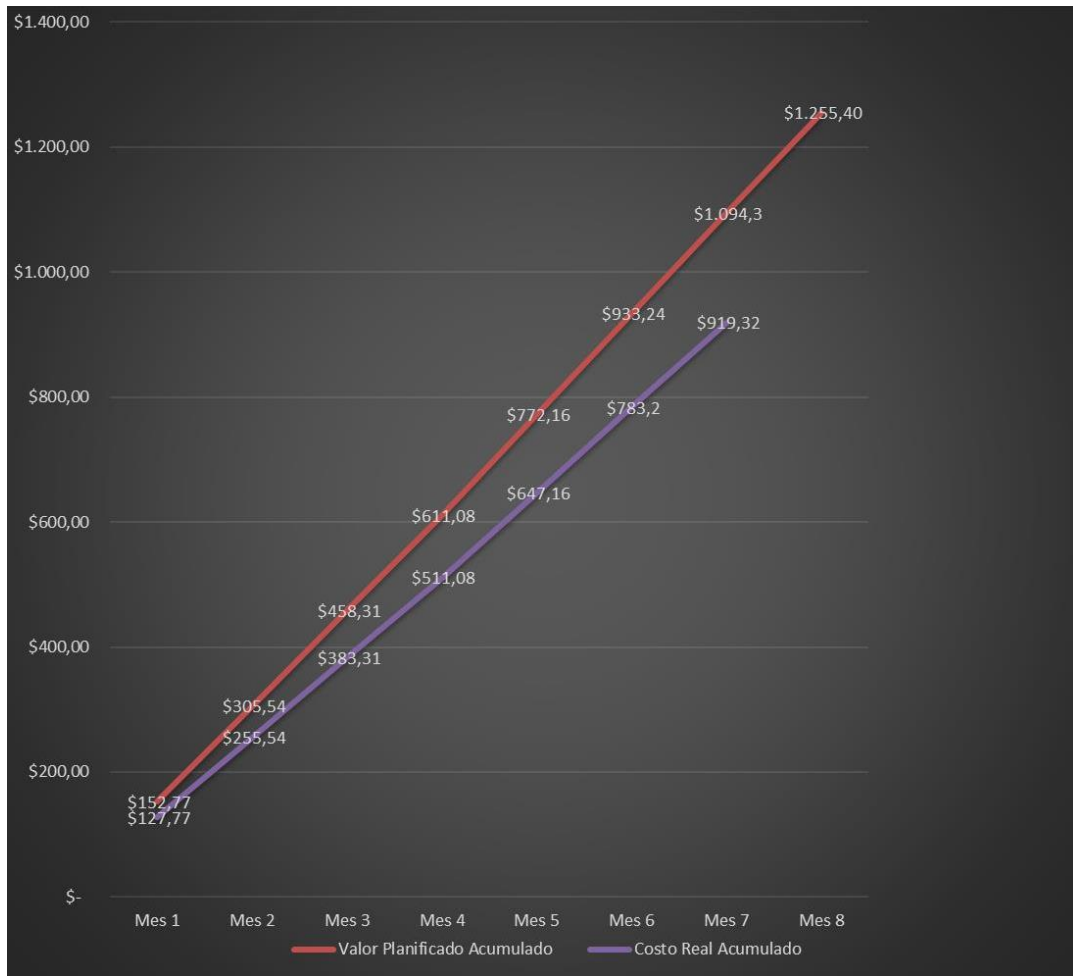
	Año 2023							
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
<b>Valor Planificado</b>	\$152,77	\$152,77	\$152,77	\$152,77	\$161,08	\$161,08	\$161,08	\$ 161,08
<b>Valor Planificado Acumulado</b>	\$152,77	\$305,54	\$458,31	\$611,08	\$772,16	\$933,24	\$1.094,3	\$1.255,40
<b>Costo Real</b>	\$127,77	\$127,77	\$127,77	\$127,77	\$136,08	\$136,08	\$136,08	\$ 136,08
<b>Costo Real Acumulado</b>	\$127,77	\$255,54	\$ 383,31	\$511,08	\$647,16	\$ 783,2	\$919,32	

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador

**Nota:** El costo real tiene un porcentaje disminuido ya que de las 6 horas del pasante 5 se ocupan para la actividad y 1 hora para otras tareas del área.





**Gráfico No. 18:** Curva S de recursos

**Fuente:** Área Producción-Pintura Sedemi SCC.

**Elaborado por:** El investigador.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

- Mediante el análisis estadístico del registro consolidado de producción se seleccionó los productos que más se procesan esta información se agrupó por los sistemas que se aplican en las estructuras y por los distintos tipos de familias (Tabla No. 6: Familias de productos) esta información reflejó que la mayor cantidad de productos se procesan en sistema monocapa, 138584 m<sup>2</sup>, que es un 78% del total anual de fabricación (Tabla No. 11: Porcentaje de fabricación anual por tipo de sistema) por lo que se realizó el análisis respectivo por familias de productos en sistema monocapa, (Tabla No. 12: Porcentaje de fabricación anual monocapa por familias) concentrándose el mayor porcentaje de metros cuadrados pintados en estructura liviana 39% y mediana 33%, en sistema monocapa.
- La segunda parte del estudio se concentró en estos tipos de estructura, a continuación se realizó el análisis por tipo de pintura (Tabla No. 13: Metros cuadrados sistemas por familias) este análisis mostró como resultado que las familias de estructura liviana y mediana se concentran en anticorrosivo estructura liviana al dar como resultado 47537 m<sup>2</sup> de un total de 53398m<sup>2</sup> y 34314 m<sup>2</sup> en estructura mediana de un total de 45808 m<sup>2</sup> y epóxico estructura liviana 11474 m<sup>2</sup> de un total de 45808 m<sup>2</sup> por lo que la investigación apunta al análisis de tipos de estructuras para determinar que productos son los esenciales para el estudio (Tabla No. 14: Estructura liviana- anticorrosivo) esto identificó que se procesan en mayor cantidad correas al ser el

43,23% y vigas al ser el 33,97% del 100% de las fabricaciones de un total de 27 productos; de la misma manera se identificó en estructura mediana anticorrosivo el mayor porcentaje de estructuras procesadas fueron vigas con un 55,10% y correas con un 18,90% del 100% de las fabricaciones (Tabla No. 15: Estructura mediana anticorrosivo).

- Finalmente se realizó el análisis de estructura mediana epóxico (Tabla No. 16: Estructura mediana epóxico) identificándose a vigas como el producto que más se procesa en ese tipo de pintura al obtener un 94,80% del 100% de las fabricaciones, por tanto el estudio indicó que hay 4 productos relevantes en el área de pintura: vigas (estructura liviana anticorrosivo), correas (estructura liviana anticorrosivo), vigas (estructura mediana anticorrosivo) y vigas (estructura mediana epóxico).
- Con la información recopilada del registro consolidado de producción se calculó la eficiencia del trabajo estimado (Tabla No. 23: Horas capacidad-Horas producidas año 2021); dando como resultado que la planta de pintura tiene 73,95% de eficiencia y el total de horas producidas por mano de obra directa que son 23772 horas ; con el departamento financiero se obtuvieron los valores de costos fijos dando un valor de 1702085.72 USD (Tabla No. 26: Resumen costos fijos); de la misma manera se hizo un resumen por los valores correspondientes a mano de obra directa e indirecta (Tabla No. 27: Costos fijos mano de obra directa e indirecta) dando un total de 109976,16 USD por mano de obra directa y 103158,95 USD por mano de obra indirecta; con estos valores se realizó el cálculo de costo hora real MOD, 4,62 dólar/hora, costo hora real MOI, 4,33 dólar/hora y costos indirectos de fabricación CIF, 7,16 dólar/hora (Tabla No. 29: Resumen costos MOD, MOI, CIF).

- El modelo de costeo propuesto que se encontró adaptable a la organización fue el escoger los principales productos que se fabrica con el fin de pronosticar tiempos de fabricación, que da un importante rubro del costo que es la mano de obra; esto por la extensa gama de productos que el área se fabrican, el resto de variables fueron agregadas mediante la identificación de costos fijos y variables que en el área intervienen, esto se lo consolidó mediante el ejemplo práctico de estimación de costos que se lo realizó con 300 m<sup>2</sup> en estructura liviana en vigas de anticorrosivo, con la ecuación:  $\text{Tiempo de ciclo} = 1,3712 + 0,0228 (\text{Área m}^2)$  (Gráfico No. 13: Línea tendencial estructura liviana anticorrosivo-vigas), con esto se obtuvieron los costos MOD, MOI y CIF (Tabla No. 32: Costos M.O.D., M.O.I, C.I.F.) para el ejemplo, a continuación se añaden las variables como son costo de materiales indirectos (Tabla No. 33: Costos materiales indirectos) y costos de materia prima (Tabla No. 34: Costos materia prima) esto dio como resultado los siguientes valores: materia prima 315,08 USD, materiales indirectos 180,00 USD, costo MOD 37,21 USD, costo MOI 34,85 USD y costo CIF 57,63 USD; dando un total de 624,77 USD para 300 m<sup>2</sup> para estructura liviana en vigas de anticorrosivo (Tabla No. 35: Consolidado de costos de producción para 300 m<sup>2</sup>).
- Conocidos los valores por hora de costos M.O.D., M.O.I, C.I.F.; el modelo de costeo que se adapta a la organización es mediante la estandarización de tiempos de fabricación de los distintos productos, por tanto, se debe continuar con la recolección de tiempos de ciclo con el resto de elementos que se procesan a gran escala en monocapa-anticorrosivo, que es el sistema de aplicación estrella del área, y; se requiere la recolección de datos de tiempos de ciclos en el resto de productos para

continuar con sistemas más complejos como es el caso de los sistemas bicapas y tricapas con ayuda de un pasante que dé soporte a los asistentes técnicos en toma de tiempos de fabricación.

## **Recomendaciones**

- Aunque los datos de producción fueron de gran utilidad para el análisis de esta investigación; de la misma manera fue necesario agudizar en algunos casos ya que en los datos recopilados se identificaron registros incoherentes por lo que es necesario enfatizar en una correcta recopilación de datos durante las jornadas de producción para análisis futuros, en este caso la estandarización de nuevos productos. El empoderamiento empresarial y la debida capacitación al personal operativo contribuirá a la correcta recopilación de datos para que apoye a una adecuada toma de decisiones y una utilización fructífera a los datos que a diario se recopilan; que es el pilar principal para llegar a un estimado de costos: el tiempo de mano de obra.
- El conocimiento de la eficiencia de la planta da un paso importante para el análisis de tiempos muertos y mejora en procesos; lograr propósitos optimizando recursos sobre todo en el camino del conocimiento de costos. El adecuado enfoque y el trabajo en equipo son indispensables para conseguir el objetivo de llegar a la estimación de costos, en todo nivel, tanto administrativo como operativo, puesto que este tema no es manejado con la importancia que se requiere y eso conlleva a que el personal no se encuentre comprometido con los resultados que se necesitan, por tanto,

seguimiento con reuniones y actas de compromiso contribuirán a revisar avances del proceso de revisión de costos.

- Es necesario el seguimiento al modelo de costos propuesto, como plan piloto a un proyecto de principio a fin, esto favorecerá para realizar los ajustes necesarios y el modelo de costeo sea fácilmente aplicable a más productos de la planta, así como el debido análisis e identificación de actividades que generan valor de las que no generan valor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASPROME. (28 de Febrero de 2022). ASPROME. Obtenido de [https://aspromec.org/exportaciones\\_industria\\_metalmecanica/](https://aspromec.org/exportaciones_industria_metalmecanica/)

Atehortúa, L. Y. (2019). Manual para la asignatura de Costos. Empresas de producción y servicios. Bogotá: Fondo Editorial Remington.

Bautista, F. A. (2019). Módulo costos de producción. Bogotá: Ediciones Usta.

Ekos. (07 de Mayo de 2018). Ekos negocios. Obtenido de <https://www.ekosnegocios.com/articulo/situacion-del-sector-metalmecanico-y-su-importancia-en-la-economia-ecuatoriana>

Ekos. (09 de Abril de 2020). Mundo Constructor. Obtenido de <https://mundoconstructor.com.ec/index.php/noticias/sin-categoria/zoom-al-sector-mecanico-y-siderurgico>

Fernando García, F. G. (2014). Contabilidad de costes y toma de decisiones. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

INTERNACIONAL, N. (2010). PROGRAMA DE INSPECTORES DE RECUBRIMIENTOS NIVEL 1.

Loyda Colmenares, Y. V. (28 de Octubre de 2015). Universidad de los Andes. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5530/553057362004/html/>

Morales, P. (2018). Costos Gerenciales. Ciudad de México: Shutterstock.

Pacheco, F. (2019). Módulo de costos de producción. Bogotá: Ediciones Usta.

Paula, G. M. (2015). Cadena Metalmecánica en América Latina: Importancia económica, inversiones y comercio internacional. Alacero, 6.

Paula, G. M. (2015). Importancia económica inversiones y comercio internacional. Santiago : Alacero.

Rojas, M. (2020). Contabilidad de costos en industrias de transformación. Ciudad de México: Shutterstock.

Sepúlveda, L. (2019). Manual para la asignatura de costos. Empresas de producción y servicios. Medellín: Fondo Editorial Remington.

VÁSQUEZ, C. A.-F. (2014). Costos II. BOGOTÁ: EDICIONES DE LA U.

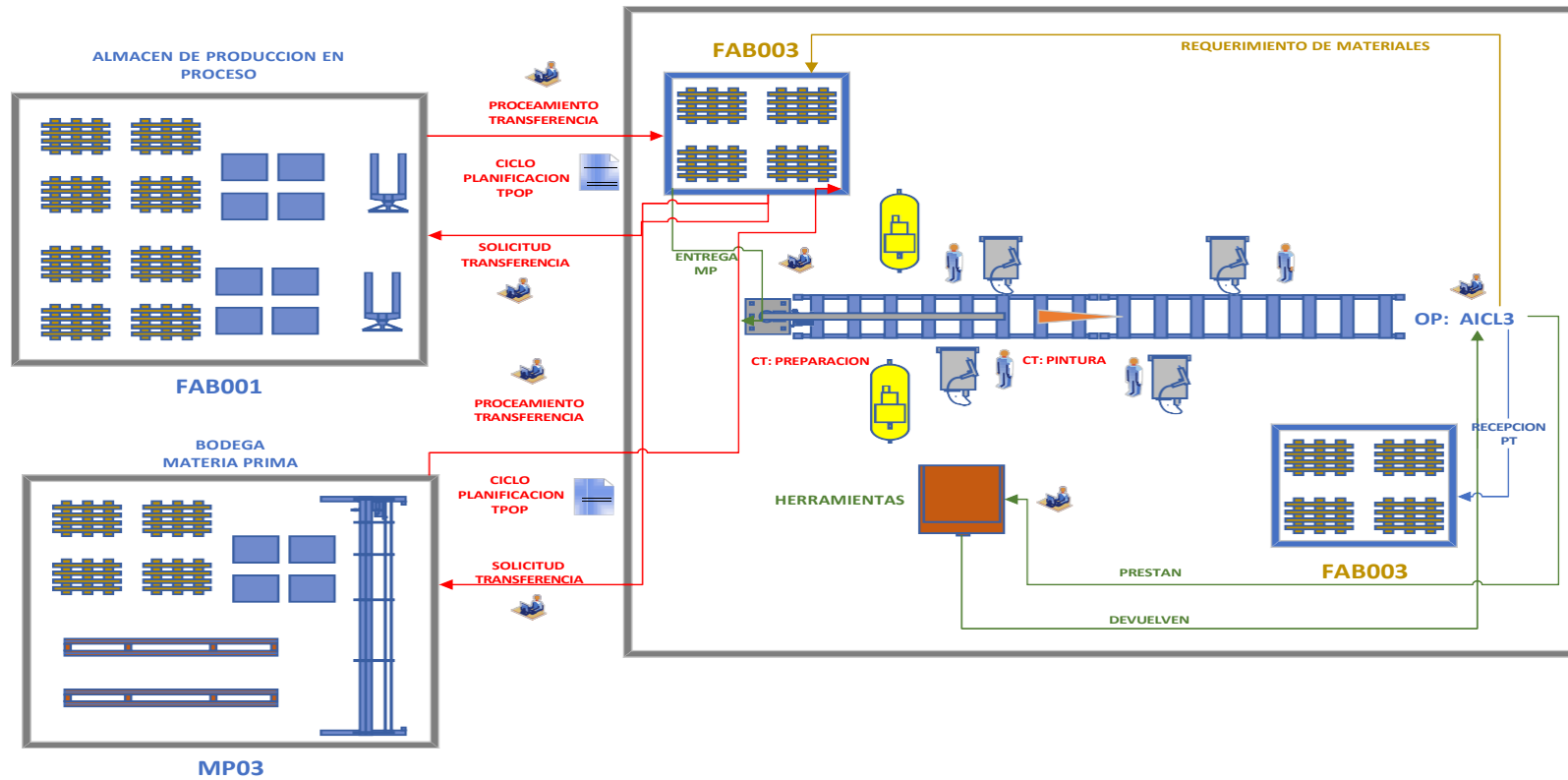
VYNMSA. (5 de JULIO de 2021). VYNMSA, CONSTRUCTION & DEVELOPMENT. Obtenido de <https://www.vynmsa.com/blog/es/industria/industria-metalmeccanica/>



# ANEXOS

# ANEXO A: Esquema de flujo producción pintura

## ACABADO SUPERFICIAL ( PINTURA)



# ANEXO B: Formato de producción pintura

<b>SEDEMI</b> N° 012123		<b>REPORTE DIARIO DE PRODUCCION PINTURA</b>										Código: FOR PIN 08 Versión: 06 Fecha: 04 07 22																																																																		
FECHA INICIO DE JORNADA: _____		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <tr> <th>SISTEMA</th> <th>TIPO PINTURA</th> <th>TIPO DISOLVENTE</th> <th>AREA (m²)</th> <th>RENDIMIENTO PRACTICO PINTURA (m²/gal)</th> <th>CONSUMO PRACTICO PINTURA (gal)</th> <th>CONSUMO PRACTICO DISOLV.</th> <th>CONSUMO REAL PINTURA (gal)</th> <th>CONSUMO REAL DISOLV. (gal)</th> <th>CONSUMO REAL PINTURA (gal) RESANE</th> <th>CONSUMO REAL DISOLV. (gal) RESANE</th> <th>REPROCESO</th> <th>N° REPORTE</th> </tr> <tr> <td>1ra Capa</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nebolina</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2da Capa</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3ra Capa</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>												SISTEMA	TIPO PINTURA	TIPO DISOLVENTE	AREA (m²)	RENDIMIENTO PRACTICO PINTURA (m²/gal)	CONSUMO PRACTICO PINTURA (gal)	CONSUMO PRACTICO DISOLV.	CONSUMO REAL PINTURA (gal)	CONSUMO REAL DISOLV. (gal)	CONSUMO REAL PINTURA (gal) RESANE	CONSUMO REAL DISOLV. (gal) RESANE	REPROCESO	N° REPORTE	1ra Capa													Nebolina													2da Capa													3ra Capa												
SISTEMA	TIPO PINTURA													TIPO DISOLVENTE	AREA (m²)	RENDIMIENTO PRACTICO PINTURA (m²/gal)	CONSUMO PRACTICO PINTURA (gal)	CONSUMO PRACTICO DISOLV.	CONSUMO REAL PINTURA (gal)	CONSUMO REAL DISOLV. (gal)	CONSUMO REAL PINTURA (gal) RESANE	CONSUMO REAL DISOLV. (gal) RESANE	REPROCESO	N° REPORTE																																																						
1ra Capa																																																																														
Nebolina																																																																														
2da Capa																																																																														
3ra Capa																																																																														
CLIENTE: _____																																																																														
PROYECTO: _____																																																																														
OT: _____ OF: _____ PRINCIPAL: _____																																																																														
N° EMAS _____		LOTE _____				FECHA CADUCIDAD _____				PINTURA (gal) _____				DISOLVENTE (gal) _____				OBSERVACIONES _____																																																												
TIPO DE LIMPIEZA: _____		COMPONENTE A _____				COMPONENTE B _____				ENTREGA _____				SOBRANTE _____																																																																
Área de trabajo: _____		DISOLVENTE _____				Máquina: _____				Boquilla: _____				CONSUMO DE THINNER LACA (gal) _____				OBSERVACIONES _____																																																												
JORNADA		DIURNA		NOCTURNA		FIN DE SEMANA		FERIADO		LIMPIEZA ESTRUCTURA _____				LIMPIEZA MÁQUINA _____																																																																
DATOS 1			DATOS 2			TIEMPOS DE PROCESO																																																																								
CÓDIGO	CANT	OF NIVEL 1	DESCRIPCION MATERIAL	ÁREA UNIT.	PESO UNIT.	CÓDIGO	CANT	OF NIVEL 1	DESCRIPCION MATERIAL	ÁREA UNIT.	PESO UNIT.	1 PREPARACION DE MATERIALES		2 LIMPIEZA DE SUPERFICIE																																																																
												FECHA INICIO	FECHA INICIO																																																																	
												HORA INICIO	HORA INICIO																																																																	
												HORA FIN	HORA FIN																																																																	
												FECHA FIN	FECHA FIN																																																																	
												NUMERO DE PERSONAS	NUMERO DE PERSONAS																																																																	
												EKON PINTOR	EKON PINTOR																																																																	
												EKON AYUDANTES	EKON AYUDANTES																																																																	
												3 CORDONEO		4 APLICACION DE PINTURA																																																																
												FECHA INICIO	FECHA INICIO																																																																	
												HORA INICIO	HORA INICIO																																																																	
												HORA FIN	HORA FIN																																																																	
												FECHA FIN	FECHA FIN																																																																	
												NUMERO DE PERSONAS	NUMERO DE PERSONAS																																																																	
												EKON PINTOR	EKON PINTOR																																																																	
												EKON AYUDANTES	EKON AYUDANTES																																																																	
												5 LIMPIEZA DE EQUIPOS		6 CODIFICACIÓN, RECOLECCIÓN, RESANE Y CLASIFICACION																																																																
												FECHA INICIO	FECHA INICIO																																																																	
												HORA INICIO	HORA INICIO																																																																	
												HORA FIN	HORA FIN																																																																	
												FECHA FIN	FECHA FIN																																																																	
												NUMERO DE PERSONAS	NUMERO DE PERSONAS																																																																	
												EKON PINTOR	EKON PINTOR																																																																	
												EKON AYUDANTES	EKON AYUDANTES																																																																	
TIEMPOS DE ESPERA												7 INSPECCIÓN TÉCNICA																																																																		
FECHA	HORA INICIO	HORA FIN	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DE LA ESPERA								FECHA INICIO	FECHA FIN																																																																	
												HORA INICIO	HORA FIN																																																																	
												EKON ASISTENTE																																																																		
OBSERVACIONES:																																																																														
Realizado por:																																																																														

**ANEXO C: Plantilla de costos de producción para un ejemplo de 300 m2 por producto en pintura anticorrosiva**

PRODUCTO	METROS CUADRADOS A PROCESAR	TIEMPO ESTIMADO (h)	COSTO MOD (4,62 dólar/hora)	COSTO MOI (4,33 dólar/hora)	COSTO CIF (7,16 dólar/hora)	Materiales indirectos (0,6 ctvs/m2)	TIPO DE LIMPIEZA			MATERIA PRIMA				COSTO ESTIMADO (Dólares)
							SSPC-SP7 (0,18 ctvs/m2)	SSPC-SP6 (0,31 ctvs/m2)	SSPC-SP5 SP10 (0,65ctvs/m2)	RENDIMIENTO ANTICORROSIVO (13m2/gal)	PINTURA (9 USD/gal)	RENDIMIENTO THINNER LACA (150m2/gal)	THINNER (3,6 dólar/gal)	
Estructura liviana anticorrosivo vigas	300	7,74	35,77	33,52	55,43	180,00	54,00			23,08	207,69	2,00	7,20	573,62
Estructura mediana anticorrosivo correas	300	9,97	46,05	43,15	71,36	180,00	54,00			23,08	207,69	2,00	7,20	609,45
Estructura mediana anticorrosivo viga	300	7,79	36,00	33,74	55,80	180,00	54,00			23,08	207,69	2,00	7,20	574,44