

Consultoría para el Diseño de la Instrumentación del proceso de dosificación de aditivos para la etapa química en el metalizado sobre plástico ABS en la empresa Cronalplast LTDA en la ciudad de Bogotá

SANTIAGO GALINDO GUTIÉRREZ
ANDREY CLAVIJO GUTIÉRREZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA
ÁREA DE PROYECTO DIRIGIDO
BOGOTÁ, D.C.

2014

Consultoría para el Diseño de la Instrumentación del proceso de dosificación de aditivos para la etapa química en el metalizado sobre plástico ABS en la empresa Cronalplast LTDA en la ciudad de Bogotá

SANTIAGO GALINDO GUTIÉRREZ
ANDREY CLAVIJO GUTIÉRREZ

Proyecto de grado para obtener el título de Especialista en Instrumentación
Electrónica

Asesor
Ingeniero Fernando Rivera

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA
ÁREA DE PROYECTO DIRIGIDO
BOGOTÁ, D.C.

2014

CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
INTRODUCCIÓN	
CASO DE NEGOCIO	
ANTECEDENTES	
JUSTIFICACIÓN	
OBJETO DEL PROYECTO	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
PREGUNTA PROBLEMA	
SOLUCIÓN DE LA PROPUESTA	
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN	
ALCANCE DEL PROYECTO	
MARCO TEÓRICO	
METODOLOGÍA	
INGENIERÍA CONCEPTUAL	
REQUERIMIENTOS (ESPECIFICACIONES) DEL PRODUCTO	
De funcionamiento.	
De montaje físico.	
De ambiente de operación.	
De gestión.	
Normativos y de calidad.	
Legales.	
LIMITANTES DEL PROYECTO.	
En lo organizacional	
En lo legal.	
En lo financiero.	
En infraestructura.	
En tiempo.	
Riesgos.	
INGENIERÍA BÁSICA	
Diagrama de bloques.	
Descripción de la solución.	
INGENIERÍA DE DETALLE	
Listado de Elementos	
Maquinaria y Equipos.	
Vehículos	
Software y Licencias	
Entrenamiento y Certificaciones	
Construcciones, Muebles y Enseres	
Factibilidad Técnica del proyecto.	
ÁRBOL DE TAREAS	

CRONOGRAMA
COSTO DEL PROYECTO
BIBLIOGRAFÍA

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pieza Cromada

Figura 2. Imagen Panorámica del proceso de metalizado en CRONALPLAST LTDA

Figura 3. Diagrama de bloques de la propuesta de automatización.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Metodología utilizada para el desarrollo del problema

Tabla 2. Listado de elementos necesarios.

Tabla 3. Maquinaria y equipos necesarios.

Tabla 4. Software y Licencias necesarias.

Tabla 5. Entrenamiento y Certificaciones.

Tabla 6. Construcciones, Muebles y Enseres.

Tabla 7. Costo del proyecto.

INTRODUCCIÓN

Basados en la investigación realizada por el ministerio de medio ambiente [1] , se puede determinar que en Colombia se han realizado proyectos que buscan optimizar el uso de recursos químicos, con el fin de disminuir el impacto ambiental, pero no se encuentra ningún tipo de información acerca de los procesos automatizados que se llevan a cabo en esta industria, Por este motivo, se infiere que actualmente los procesos de metalizado sobre plástico ABS en Colombia se hacen en su mayoría de forma manual, se podría decir que en algunos casos hasta de manera artesanal, esto impacta de manera negativa y directa en la calidad del producto final, imposibilitando a los fabricantes a competir más allá de un nicho ya establecido comparado con el panorama internacional, en el que sí se tienen procesos automatizados de fabricación más eficientes y seguros, como el caso de la compañía Atotech Inc la cual tiene presencia en más de 40 países con tan solo veinte años en la industria de la galvanoplastia y una fuerza de trabajo de 4000 empleados; y como este hay muchos más ejemplos que se podrían citar en este trabajo como MacDermid Group Inc o Nishimura Chemitech CO..LTD entre otros.

Con la implementación de la instrumentación a los procesos de cromado de plástico ABS en la empresa Cronalplast LTDA de la ciudad de Bogotá, se busca aumentar de forma considerable la productividad a nivel de planta, así como mejorar el nivel de seguridad industrial; controlar el proceso de dosificación de las materias primas que se manejan en ésta empresa y además monitorizar la temperatura de los distintos tanques que influyen en éste.

1. CASO DE NEGOCIO

1.1. ANTECEDENTES

Históricamente en Colombia la galvanoplastia no registra implementaciones de procesos automatizados en la dosificación de materia prima por diferentes motivos; uno es porque éste

proceso está muy atrasado comparado con la industria internacional y otro es por los costos elevados que implica realizar este cambio teniendo en cuenta que una inversión de éste tipo fácilmente supera los \$75'000.000 y es muy difícil para un negocio local conseguir los recursos para este tipo de implementaciones sin ayuda del gobierno o de algún otro tipo de entidad; en otros países el panorama es diferente teniendo como una de las compañías líderes en procesos de galvanizado a nivel mundial a Atotech Inc. empresa alemana que brinda su servicio a compañías tan importantes como Audi, Mercedes Benz entre otras de gran renombre.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El siguiente proyecto se plantea como respuesta a las necesidades que presenta actualmente la empresa Cronalplast Ltda, ya que hasta la fecha se han presentado un total de 17 accidentes leves en lo que ha transcurrido el año [2] y uno serio en la historia de la empresa debido a la cantidad de trabajo manual que requiere en el proceso dosificación de materia prima para el metalizado de plástico ABS y al contacto con éstas, las cuales son altamente corrosivas y de cierto modo perjudiciales para los operarios cuando se presentan en altas cantidades o cuando se hacen reaccionar con otras sustancias. Este tipo de inconvenientes representan el factor más importante a la hora de buscar posibilidades de mejora del proceso y abren las puertas para pensar en la implementación de una solución automatizada en los puntos críticos del mismo.

Para la implementación de un sistema SCADA o cualquier otra solución automatizada que prevenga en gran medida los accidentes es necesario contar con una instrumentación robusta que dote, de toda la información necesaria del proceso que se lleva a cabo en la planta, al sistema macro que se encargara de monitorear y controlar cada etapa. Gracias a esto se puede mejorar de gran manera en los tiempos de producción debido a que se genera una rutina de actividades que se realizan de forma preestablecida y con un sistema automático los tiempos se pueden reducir de manera importante lo cual impacta directamente las utilidades de la empresa.

Analizando el informe de devoluciones de mercancía hasta el mes de julio en la empresa, Tabla 2; el cual indica que las pérdidas son de \$26'224.980 hace necesario tener un control sobre la dosificación de la materia prima para realizar las mezclas de manera mucho más optimizada impactando directamente en la disminución de de éste valor de manera significativa.

2. OBJETO DEL PROYECTO

Elaborar una propuesta para diseñar la Instrumentación del proceso de dosificación de

aditivos para la etapa química del metalizado sobre plástico ABS en la empresa Cronalplast LTDA.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar una propuesta de Instrumentación para el proceso de metalizado de plástico ABS de la empresa Cronalplast LTDA de Bogotá por medio de un P&ID.
- Elaborar la ingeniería de detalle del proyecto para determinar el costo de éste.
- Aplicar los conocimientos obtenidos en la especialización para poder entregar un documento escrito que corresponda a la propuesta de un proyecto de instrumentación como una empresa formal de automatización.

2.2. PREGUNTA PROBLEMA

¿Cual es el diseño más eficiente para la instrumentación del proceso de dosificación de los aditivos para la etapa química de metalizado sobre plástico ABS en la empresa Cronalplast LTDA en la ciudad de Bogotá con el cual se pueda asegurar la integridad de los trabajadores, aislandolos del proceso?.

3. SOLUCIÓN DE LA PROPUESTA

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

La orden de producción inicia en el panel de control , en éste caso el HMI envía la información al sistema de control (PLC), después éste manda una señal que regula la potencia de las bombas dosificadoras del material a depositar en los tanques dependiendo de la cantidad que se necesite. La medición es media por un caudalímetro que lleva el feedback nuevamente al PLC cerrando el ciclo.

3.2. ALCANCE DEL PROYECTO

Elaborar una propuesta para diseñar la Instrumentación del proceso de dosificación de aditivos para la etapa química del metalizado sobre plástico ABS en la empresa Cronalplast

LTDA.

3.3. MARCO TEÓRICO

La empresa Charles Davidoff & Associates ubicada en Port Washington, NY que lleva 67 años trabajando en la industria del metalizado de plásticos proponen, en un artículo publicado en la revista Metal Finishing[3], diferentes criterios de diseño a la hora de la elaboración del cromado, que serán evaluados para tener en cuenta cuando se esté realizando el diseño de la automatización de la empresa de cromado Cronalplast LTDA de Bogotá, Figura 2, al igual que presentan recomendaciones importantes para la mejor adhesión de la capa de metalizado con cobre, níquel, plata entre otros; y más aspectos de gran relevancia para el proceso, pero para poder profundizar en el tema se debe entender que es la corrosión y cuales son los causantes de la misma y como el cromado puede minimizarla.

La corrosión se define como el deterioro de una superficie causada por agentes tales como la humedad, aire húmedo, el agua, el rozamiento, fricciones, altas temperaturas, etc; evitarla es completamente imposible, de manera que actualmente existen múltiples métodos para reducirla al máximo. Una de las maneras de reducirla es llevándola a un proceso de recubrimiento electrolítico, con lo cual se puede lograr la reducción del efecto corrosivo, retardando su velocidad.

Cuando se va a recubrir electrolíticamente, es necesario tener en cuenta el tipo de material que va a ser tratado, se debe tener muy clara la composición física o química debido a que no se puede recubrir un material desconociendo las características del mismo ya que las propiedades de todos éstos son completamente diferentes, y por lo mismo exigen tratamientos diferentes. Este proceso de recubrimiento electrolítico es más conocido como cromado, el cual además de reducir los efectos de la corrosión, le otorga al material una muy buena presentación brindando acabados decorativos al material o pieza tratada, también confiere una mayor dureza, un acabado liso y con brillo tal como el de un espejo. Figura 1.

Para entender mejor el proceso de cromado, éste se divide en tres etapas fundamentales que constan en: 1.Un Tratamiento previo o preparación de la superficie a la cual se le desea hacer el proceso. 2 Efectuar el recubrimiento electrolítico. 3 Control de calidad para verificar la correcta finalización del proceso.

Las materias primas o materiales a tratar que generalmente se tienen para darle el tratamiento de cromado brillante, van desde muebles o instrumentos de música hasta: ejes

hidráulicos, asientos de rodamientos, asientos de rodajes, gusanos extrusores, rodillos, cigüeñales, vástagos, pistones, arboles de levas, camisas de motores, malla de ladrilleros, etc. todos éstos con el fin de darles una mejor dureza y una mejor presentación.

Dentro de los fundamentos teóricos que se tienen en cuenta para los procesos de cromado se encuentran dos categorías importantes: La Galvanostegia, la cual consiste en recubrir un metal con otro metal tanto para mejorar su presentación como para su protección (ejemplos de esto son el niquelado, cromado, zincado, dorado o plateado); La galvanoplastia que consiste en depositar una capa metálica sobre una pieza no conductora o no metálica tal como plásticos, cerámicos, yeso, fibra de vidrio entre otros.



Figura 1. Pieza cromada



Figura 2. Imagen Panorámica del proceso de metalizado en CRONALPLAST LTDA

3.4. METODOLOGÍA

Diagnóstico	Diseño	Ejecución	Evaluación
*Se realizará una encuesta a cada uno de los integrantes de la empresa Cronalplast LTDA, con el fin de saber cuál sería el impacto tanto a nivel económico (gerencia) como a nivel de seguridad que tendría a un proceso de instrumentación de dosificación para la etapa química.	*Se revisará todo el material bibliográfico con el que cuenta la empresa para el proceso de metalizado.	*Elaborar una propuesta de Instrumentación para el proceso previamente diagramado mediante un P&ID. Tiempo estimado: Dos meses.	*Ver si el diagrama es el más adecuado para implementarlo en la empresa.
* Tiempo estimado para la elaboración de la encuesta: Dos semanas.	* Se harán consultas a los operarios de planta con el fin de conocer a detalle el funcionamiento del proceso.	*Seleccionar los instrumentos necesarios para que la dosificación se realice de manera autónoma. Tiempo estimado: Dos meses	*. Ver el grado de compatibilidad que tengan los instrumentos seleccionados con el proceso a instrumentar.
	*Se buscarán los instrumentos que mejor se adecuen al proceso teniendo en cuenta su aspecto económico y funcional.	*Validar matemáticamente el funcionamiento de los instrumentos seleccionados para la automatización. Tiempo estimado: Dos meses	Comparar los datos teóricos de los catálogos con los datos calculados para el proceso.

Tabla 1. Metodología utilizada para el desarrollo del problema

4. INGENIERÍA CONCEPTUAL

4.1.REQUERIMIENTOS (ESPECIFICACIONES) DEL PRODUCTO

4.1.1. De funcionamiento.

- Debe estar habilitado para trabajar las 24 horas del día.
- Debe tener la posibilidad de poder hacer un control manual en caso que el automático presenta fallas.
- El proceso de dosificación como máximo puede tener un error del 3%.
- El sistema debe contar con un paro de emergencia para prevenir posibles accidentes que se puedan presentar en el momento del funcionamiento.
- Se debe guardar registro de todos los ingredientes utilizados en las diferentes mezclas incluyendo, cantidad vertida y lote, de tal manera que se tenga una completa trazabilidad para controles de calidad y por solicitud de los clientes.

4.1.2. De montaje físico.

- Debe haber un sistema de supervisión del proceso y de visualización del mismo en una HMI, en una RTU (Unidad Terminal Remota).
- El cuarto de control debe quedar alejado del proceso para evitar corrosión en los equipos.
- Se tienen cinco (5) tanques a los cuales se les debe hacer el control de dosificación.
- Se le debe hacer un control de nivel a todos los tanques involucrados en la parte química del proceso.
- Se le debe hacer un control de temperatura a todos los tanques involucrados en la parte química del proceso.
- Todos los instrumentos que sean instalados en los tanques deben contar con la facilidad de desmontarlos para su mantenimiento sin necesidad de que los procesos sean detenidos.

4.1.3. De ambiente de operación.

- El sistema debe tener la capacidad de poder trabajar a la perfección en un ambiente en donde priman los agentes tóxicos y corrosivos que desgastan y acortan el tiempo de vida útil de las máquinas.
- El sistema debe contar con extractores de gases en el techo de la planta.

4.1.4. De gestión.

- El jefe de producción de turno debe poder realizar las órdenes de proceso en el RTU y estas deben poderse visualizar en la HMI.
- El RTU debe mostrar la información al jefe de Planta en tiempo real para poder hacer el respectivo monitoreo y seguimiento al proceso.
- Se debe disponer de algún tipo de plataforma que permita visualizar la información histórica, de la producción de la planta.

4.1.5. Normativos y de calidad.

- El proceso debe contar con la norma ISO 9001.
- Se deben poner todas las advertencias necesarias sobre los productos químicos que se estén manejando, como avisos, señalizaciones, etc.
- Debe haber un plan de contingencia en caso de alguna emergencia a nivel de reacciones químicas.
- Todo el sistema de cableado debe cumplir con la normatividad RETIE

4.1.6. Legales.

- Los instrumentos instalados deben debidamente calibrados por un ente de control certificado para su funcionamiento.

4.2.LIMITANTES DEL PROYECTO.

4.2.1. En lo organizacional

- Se necesita un ingeniero de proceso el cual dirija la parte tanto de gestión como de operación del proceso y un operario que esté atento a la configuración de los instrumentos.

4.2.2. En lo legal.

- Contar con el RUT (Registro único tributario).
- Estar debidamente registrado en Cámara y Comercio.
- Contar con las respectivas matrículas profesionales de los ingenieros que trabajan en el proyecto.
- Todos los ingenieros deben contar con su debida afiliación a EPS en caso de cualquier accidente.

4.2.3. En lo financiero.

- Para iniciar la ejecución del proyecto, se debe contar con \$16'000.000 cop.

4.2.4. En infraestructura.

- Se debe contar con un laboratorio para hacer las pruebas de funcionamiento de los instrumentos.
- El laboratorio de pruebas debe contar con los instrumentos básicos para realizar la pruebas (multímetros, fuentes, etc).
- Se va a disponer de una oficina para llevar control de las operaciones y para que en la etapa de diseño se pueden hacer los respectivos planos y diagramas.

4.2.5. En tiempo.

- El proyecto debe ser entregado en un tiempo máximo de 7 meses.

4.2.6. Riesgos.

- Debe contar un plan de mitigación sanitaria para el manejo de los residuos que se generan en el proceso.

- Debe contar con un plan de contingencia que asegure su funcionamiento ya sea por cortes de energía, así como de generación de alarmas cuando se esté agotando alguno de los materiales que intervengan en el proceso.

5. INGENIERÍA BÁSICA

5.1. Diagrama de bloques.

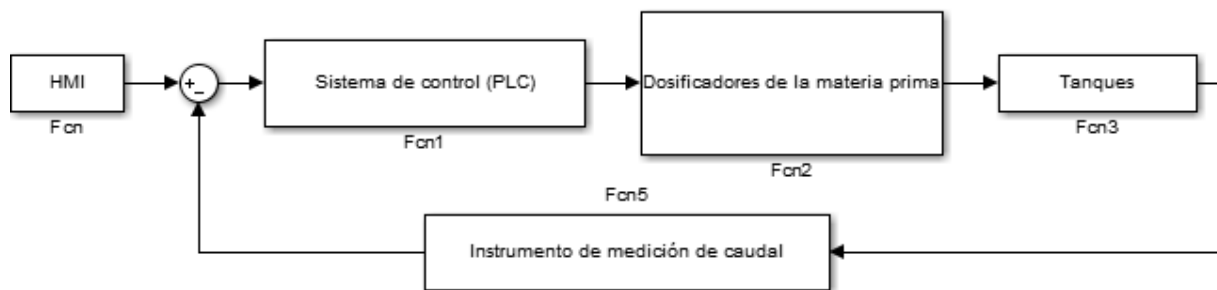


Figura 3. Diagrama de bloques de la propuesta de automatización.

5.2. Descripción de la solución.

La orden de producción inicia en el panel de control, en éste caso el HMI envía la información al sistema de control (PLC), después éste manda una señal que regula la potencia de las bombas dosificadoras del material a depositar en los tanques dependiendo de la cantidad que se necesite. La medición es hecha por un caudalímetro que lleva el feedback nuevamente al PLC cerrando el ciclo.

6. INGENIERÍA DE DETALLE

6.1. Listado de Elementos

Al finalizar el proyecto se entregaran lo siguientes elementos.

Item	Descripción	Referencia	Cantidad
1	Diagrama P&ID General	D001	1
2	Diagrama P&ID Específico para cada máquina.	D002	1
3	Tabla de especificaciones de instrumentación	T001	1
4	Filosofía del Proceso	F001	1
5	Justificación de la instrumentación utilizada.	F002	1
6	Manual de Usuario	M001	1
7	Manual de Mantenimiento	M002	1
8	Propuesta Económica de Implementación	P001	1

Tabla 2. Listado de elementos necesarios.

6.2.Maquinaria y Equipos.

Item	Descripción	Referencia	Cantidad
1	Computador Portatil	HP 15T-4000	2
2	Impresora	HP	1
3	Plotter	Plot 001	1
4	Oficina	-	1

Tabla 3. Maquinaria y equipos necesarios.

6.3.Vehículos

Puesto que el proyecto consiste en el diseño de la ingeniería de detalle para la posterior implementación, no será necesario el uso de vehículos.

6.4.Software y Licencias

Para el desarrollo de la ingeniería de detalle es necesario contar con los siguientes artículos

Item	Descripción	Referencia	Cantidad
1	Licencia de Autocad	L001	2
2	Licencia de MS-Office	L002	2
3	Licencia de Windows	L003	2

Tabla 4. Software y Licencias necesarias.

6.5. Entrenamiento y Certificaciones

Certificaciones mínimas que le serán requeridas al personal que trabaja en el proyecto

Item	Descripción	Referencia	Cantidad
1	Especialización en Instrumentación	R001	1
2	Pregrado en Ingeniería	R002	1

Tabla 5. Entrenamiento y Certificaciones.

6.6. Construcciones, Muebles y Enseres

Item	Descripción	Referencia	Cantidad
1	Silla	ME001	2
2	Escritorio	ME002	2
3	Repisa de Madera	ME003	2

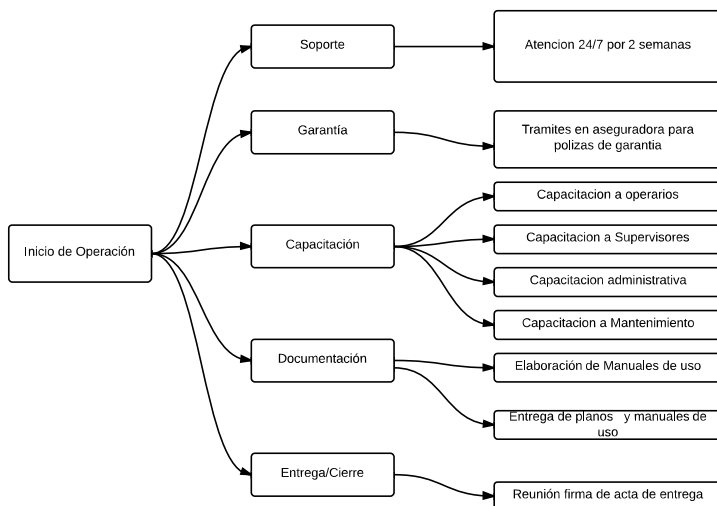
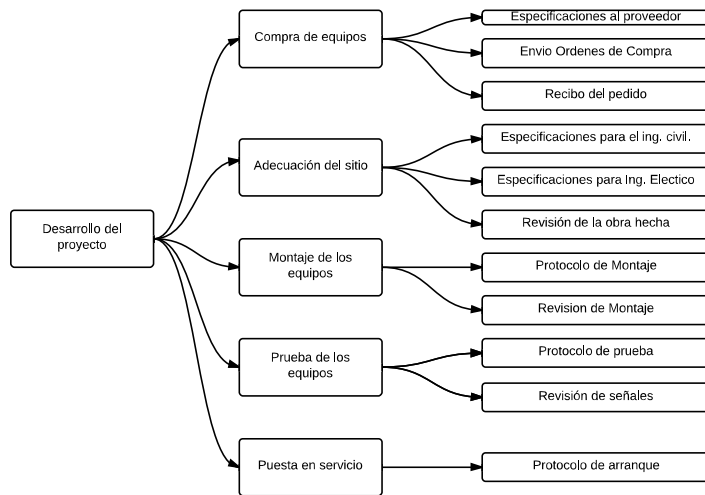
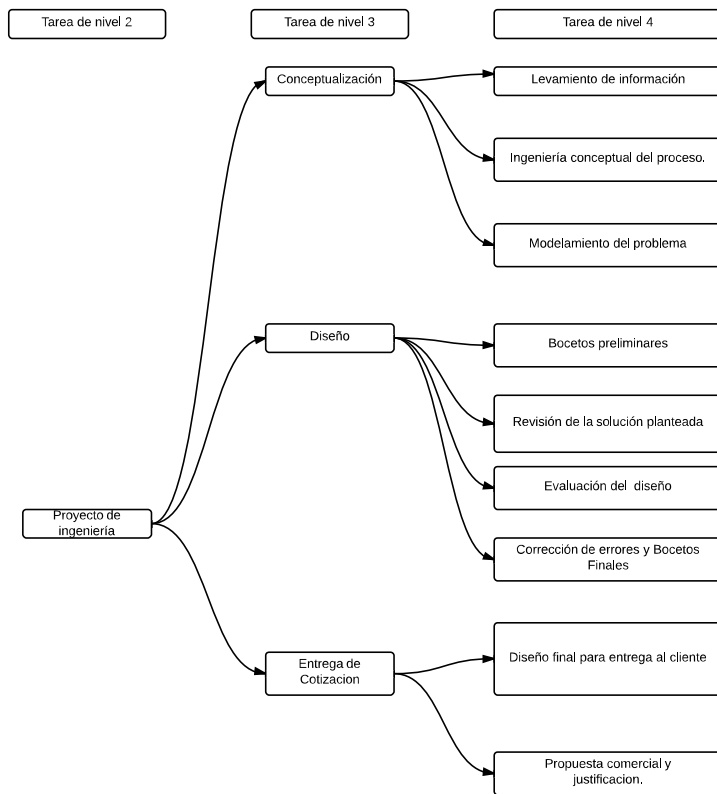
Tabla 6. Construcciones, Muebles y Enseres.

6.7. Factibilidad Técnica del proyecto.

En este momento la empresa cuenta con el personal especializado para el correcto desarrollo de la propuesta acá planteada “Ingeniería de Detalle del proceso de dosificación de Materia Prima del Proceso de Cromado de Plástico”. Se dispondrán de dos recursos a tiempo completo durante toda la duración del desarrollo para poder hacer entrega de una propuesta profesional, confiable y económica que cumpla con todos los requerimientos

solicitados por el cliente.

7. ÁRBOL DE TAREAS



8. CRONOGRAMA

Consultoria CRONALPLAST LTDA	58 días	lun 19/05/14	mié 06/08/14		
Levantamiento de informacion	10,5 días	lun 19/05/14	lun 02/06/14		
Conocimiento del Proceso	5 días	lun 19/05/14	vie 23/05/14		Andrey Clavijo;Santiago Galindo
Entrevistas a operarios para entendimiento del proceso	1 día	lun 26/05/14	lun 26/05/14	3	Andrey Clavijo
Entrevistas a Supervisores	0,5 días	lun 26/05/14	lun 26/05/14	3	Santiago Galindo
Entrevista a Jefe de proceso	0,5 días	mar 27/05/14	mar 27/05/14	4	Andrey Clavijo
Tabulacion de la informacion	2 días	lun 26/05/14	mié 28/05/14	5	Santiago Galindo
visita a la planta para toma de medidas	3 días	mié 28/05/14	lun 02/06/14	7;6	Andrey Clavijo;Santiago Galindo
Definicion de requerimientos	7,5 días	lun 02/06/14	mié 11/06/14		
Elaboracion de Filosofia del proceso	1 día	lun 02/06/14	mar 03/06/14	8	Andrey Clavijo
Elaboracion de diagrama de tanque de mordentado	1 día	lun 02/06/14	mar 03/06/14	8	Santiago Galindo
Elaboracion de diagrama de tanque reductor	1 día	mar 03/06/14	mié 04/06/14	10	Andrey Clavijo
Elaboracion de diagrama de tanque activador	1 día	mar 03/06/14	mié 04/06/14	11	Santiago Galindo
Elaboracion de diagrama de tanque de acelerado	1 día	mié 04/06/14	jue 05/06/14	12	Andrey Clavijo
Elaboracion de diagrama de tanque de Niquel Quimico	1 día	mié 04/06/14	jue 05/06/14	13	Santiago Galindo
Elaboracion de diagrama de tanques de enjuague	1 día	jue 05/06/14	vie 06/06/14	14	Andrey Clavijo
Elaboracion de diagrama general	1 día	jue 05/06/14	vie 06/06/14	15	Santiago Galindo
Elaboracion de diagrama de control del proceso	3 días	vie 06/06/14	mié 11/06/14	16	Andrey Clavijo
Elaboracion de diagrama de mantenimiento	2 días	vie 06/06/14	mar 10/06/14	17	Santiago Galindo
Reunion para preaprobacion de definicion de requerimientos	0,25 días	mié 11/06/14	mié 11/06/14	18	Andrey Clavijo
Modificacion requerimientos solicitados	0,5 días	mar 10/06/14	mar 10/06/14	19	Santiago Galindo
Aprobacion de la definicion de requerimientos	0,25 días	mié 11/06/14	mié 11/06/14	20	Andrey Clavijo
Ingenieria de detalle	9,5 días	mié 11/06/14	mar 24/06/14		
Tanque de Mordentado	3 días	jue 12/06/14	lun 16/06/14		
Selección de medidor de temperatura	0,5 días	jue 12/06/14	jue 12/06/14	22	Andrey Clavijo
Definición de arquitectura de control para temperatura	0,5 días	jue 12/06/14	jue 12/06/14	25	Andrey Clavijo
Selección de medidores de nivel para tanques de acido sulfurico y cromico	0,5 días	vie 13/06/14	vie 13/06/14	26	Andrey Clavijo
Selección de arquitectura de control de niveles de tanques de acidos	0,5 días	vie 13/06/14	vie 13/06/14	27	Andrey Clavijo
selección de medidor de flujo	0,5 días	lun 16/06/14	lun 16/06/14	28	Andrey Clavijo
definicion de arquitectura de control de flujo	0,5 días	lun 16/06/14	lun 16/06/14	29	Andrey Clavijo
Tanque reductor	3,5 días	mié 11/06/14	lun 16/06/14		
Selección de medidor de temperatura	1 día	mié 11/06/14	mié 11/06/14	21	Santiago Galindo
Definición de arquitectura de control para temperatura	0,5 días	jue 12/06/14	jue 12/06/14	32	Santiago Galindo
Selección de medidores de nivel para tanques de acido clorhidrico	0,5 días	jue 12/06/14	jue 12/06/14	33	Santiago Galindo
Selección de arquitectura de control de nivel de tanque de acido	0,5 días	vie 13/06/14	vie 13/06/14	34	Santiago Galindo
selección de medidor de flujo	0,5 días	vie 13/06/14	vie 13/06/14	35	Santiago Galindo
definicion de arquitectura de control de flujo	0,5 días	lun 16/06/14	lun 16/06/14	36	Santiago Galindo
Tanque Activador	2 días	mar 17/06/14	mié 18/06/14		
Selección de medidores de nivel para tanques de acido clorhidrico y cloruro de palacio	0,5 días	mar 17/06/14	mar 17/06/14	30	Andrey Clavijo
Selección de arquitectura de control de niveles de tanques de acidos	0,5 días	mar 17/06/14	mar 17/06/14	39	Andrey Clavijo
selección de medidor de flujo	0,5 días	mié 18/06/14	mié 18/06/14	40	Andrey Clavijo
definicion de arquitectura de control de flujo	0,5 días	mié 18/06/14	mié 18/06/14	41	Andrey Clavijo

Tanque de Acelerado	3 días	lun 16/06/14	jue 19/06/14		
Selección de medidor de temperatura	0,5 días	lun 16/06/14	lun 16/06/14	37	Santiago Galindo
Definición de arquitectura de control para temperatura	0,5 días	mar 17/06/14	mar 17/06/14	44	Santiago Galindo
Selección de medidores de nivel para tanques de ácido sulfurico	0,5 días	mar 17/06/14	mar 17/06/14	45	Santiago Galindo
Selección de arquitectura de control de nivel de tanque de ácido	0,5 días	mié 18/06/14	mié 18/06/14	46	Santiago Galindo
selección de medidor de flujo	0,5 días	mié 18/06/14	mié 18/06/14	47	Santiago Galindo
definición de arquitectura de control de flujo	0,5 días	jue 19/06/14	jue 19/06/14	48	Santiago Galindo
Tanque de Niquel Químico	3,5 días	jue 19/06/14	mar 24/06/14		
Selección de medidor de temperatura	0,5 días	jue 19/06/14	jue 19/06/14	42	Andrey Clavijo
Definición de arquitectura de control para temperatura	0,5 días	jue 19/06/14	jue 19/06/14	51	Andrey Clavijo
Selección de medidores de nivel para tanques de ácido Amoniaco y J60-J61	1 día	vie 20/06/14	vie 20/06/14	52	Andrey Clavijo
Definición de arquitectura de control para tanques de ácidos	0,5 días	lun 23/06/14	lun 23/06/14	53	Andrey Clavijo
selección de medidor de flujo	0,5 días	lun 23/06/14	lun 23/06/14	54	Andrey Clavijo
definición de arquitectura de control de flujo	0,5 días	mar 24/06/14	mar 24/06/14	55	Andrey Clavijo
Tanques de Enjuague	2 días	jue 19/06/14	lun 23/06/14		
selección de medidor de Nivel	1 día	jue 19/06/14	vie 20/06/14	49	Santiago Galindo
definición de arquitectura de nivel	1 día	vie 20/06/14	lun 23/06/14	58	Santiago Galindo
Diseño del control	5 días	mar 24/06/14	mar 01/07/14		
Elaboración de la propuesta de arquitectura de control	5 días	mar 24/06/14	mar 01/07/14	59	Andrey Clavijo;Santiago Galindo
Manuales	3 días	mar 01/07/14	vie 04/07/14		
Elaboración de manuales de proceso	3 días	mar 01/07/14	vie 04/07/14	61	Andrey Clavijo
Elaboración de manuales de mantenimiento	3 días	mar 01/07/14	vie 04/07/14	61	Santiago Galindo
Entrega final	4 días	vie 01/08/14	mié 06/08/14		
Elaboración de documento final	3 días	vie 01/08/14	mar 05/08/14	64	Andrey Clavijo;Santiago Galindo
Reunión para entrega final del proyecto	1 día	mié 06/08/14	mié 06/08/14	66	Andrey Clavijo;Santiago Galindo

Recursos

Nombre del recurso	Tipo	Iniciales	Grupo	Capacidad máxima	Tasa estándar	Tasa horas extra
Andrey Clavijo	Trabajo	AC	Ingeniero	100%	\$25.000,00/hora	\$50.000,00/hora
Santiago Galindo	Trabajo	SG	Ingeniero	100%	\$25.000,00/hora	\$50.000,00/hora
Computador 1	Material	C1			\$1.000,00	
Computador 2	Material	C2			\$1.000,00	
Impresora	Material	IMP			\$2.000,00	
Plotter	Material	PLOT			\$5.000,00	
Oficina	Material	OFF			\$10.000,00	

Asignación de Recursos

Nombre del recurso	Trabajo
Andrey Clavijo	300 horas
Santiago Galindo	300 horas

9. COSTO DEL PROYECTO

Duración	58 Días	
Meses	2	
	mensual	Total
Arriendo	\$4,000,000	\$8,000,000
Agua	\$80,000	\$160,000
Luz	\$70,000	\$140,000
Teléfono	\$49,000	\$98,000
Salario (2 Ingenieros)	\$8,000,000	\$16,000,000
Transporte	\$300,000	\$600,000
Depreciación		
Computadores	\$166,667	\$333,333
Plotter	\$83,333	\$166,667
Impresora	\$6,667	\$13,334
Insumos	\$150,000	\$300,000
Costo de Proyecto		\$25,811,334
Overhead Administración	20%	\$5,162,267
Subtotal		\$30,973,600
Ganacia	30%	\$9,292,080
Subtotal		\$40,265,680
Descuento	10%	\$4,026,568
Subtotal		\$44,292,248
IVA	16%	\$7,086,760
Retención en la fuente	4%	\$1,771,690
TOTAL		\$53,150,698

Tabla 7. Costo del proyecto

10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ministerio de Ambiente, Colombia 2002, 'Guia de produccion mas limpia para el sector de recubrimientos electrolíticos en Colombia'
- [2] Davidoff, Charles 1999-01-01, 'Metallizing nonconductors' Metal Finishing, vol. 97, no. 1, pp. 388(7).
- [3] Reporte de accidentes presentados en el año corriente hasta el mes de Julio, Cronalplast Ltda.
- [4] Informe de devoluciones de mercancía del año corriente hasta el mes de Julio, Cronalplast Ltda.

ANEXO 2

CRONALPLAST LTDA

JULIO 2014

Nivel de Accidente	Cantidad	Tipo
Alto	1	Quemadura de brazo
Medio	5	Salpicaduras en piel
	2	Salpicaduras en ojos
Bajo	5	Pequeñas salpicadura de ácidos
	3	Golpes de piezas pesadas en pies
	2	Cortadas de grado menor

Reporte de accidentes presentados en el año corriente hasta el mes de Julio