

**DISEÑO DE UNA ESTACION DE BOMBEO PARA LA FABRICACION DE
BLANQUEADOR NIVEO**

JUAN MANUEL PALACIOS CAMPO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA INGENIERÍA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2006**

**DISEÑO DE UNA ESTACION DE BOMBEO PARA LA FABRICACION DE
BLANQUEADOR NIVEO**

JUAN MANUEL PALACIOS CAMPO

Pasantía para optar al título de Ingeniero Mecatrónico

**Director de pasantía
JORGE IVAN VELANDIA
Ingeniero Electricista
Coordinación de automatización
Planta Física**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA INGENIERÍA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2006**

Nota de aceptación:

Aprobado por el comité de grado en Cumplimientos de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de ingeniero Mecatronico.

Ing. JOSE IGNACIO PEREZ

Jurado

Ing. JUAN CARLOS MENA

Jurado

Santiago de Cali, 30 de Junio de 2006

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. OBJETIVOS	13
1.1 OBJETIVO GENERALES	13
1.2 OBJETIVO ESPECIFICOS	13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
3. PLANEACION DE DISEÑO DE LA ESTACION DE BOMBEO	15
3.1 ESTRATEGIA DE DISEÑO	15
3.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES	16
3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	17
3.3.1 Especificaciones preliminares	18
3.4 ANTECEDENTES	18
3.4.1 A nivel Internacional	18
3.4.2 A nivel nacional	20
3.4.3 A nivel local	21
4. GENERACION DE CONCEPTOS	23
4.1 DESCOMPOCISION FUNCIONAL	23
4.1.1 Diagrama De Caja Negra	23
4.1.2 Descomposición Funcional	24
4.1.3 Refinamiento en bloques de subfunciones	25
4.1.4 Rama Crítica y Desglose de una Subfunción	26
4.2 GENERACION DE CONCEPTOS PARA SUBFUNCIONES	27
4.2.1 Sensar tanque de almacenado	27
4.2.2 Captura de datos del nivel de almacenado	27
4.2.3 Sensar nivel del mezclador	28
4.2.4 Abrir Flujo de agua	28
4.2.5 Etapa de control	28
4.2.6 Activar bomba	29
4.2.7 Activar válvula	29
4.2.8 Tanque de mezclado	29
4.2.9 Activar mezclador	30
4.3 COMBINACION DE CONCEPTOS	31
4.3.1 Prototipo A	33
4.3.2 Prototipo B	34
4.3.3 Prototipo C	35
4.3.4 Prototipo D	36
4.3.5 Prototipo E Referencia	37
5. SELECCIÓN DE CONCEPTOS	39
5.1 MATRIZ DE TAMIZAJE	39
5.2 ESPECIFICACIONES FINALES	40

6.	ARQUITECTURA DEL PRODUCTO	41
6.1	ANALISIS DE LA ARQUITECTURA DEL PRODUCTO	41
6.2	INTERACCIONES ENTRE ELEMENTOS FISICOS Y FUNCIONALES	41
6.3	ESQUEMA DE LA ESTACION	42
6.4	DISTRIBUCIÓN GEOMÉTRICA	43
6.5	IDENTIFICADOR DE INTERACCIONES FUNDAMENTALES E INCIDENTALS	44
6.6	ARQUITECTURA EN DIFERENTES NIVELES	44
6.7	ARQUITECTURA ELECTRÓNICA	45
7.	DISEÑO INDUSTRIAL	46
7.1	VALORACIÓN DEL DISEÑO INDUSTRIAL	46
7.1.1	Ergonomía	46
7.1.2	Estética	47
7.2	IMPACTO DEL DISEÑO INDUSTRIAL	47
7.2.1	Comunicación con el usuario	48
7.2.2	Facilidad de mantenimiento y reparación	48
7.2.3	Uso apropiado de los recursos	49
7.2.4	Diferenciación del producto	49
7.3	EVALUACION DE CALIDAD DEL DISEÑO INDUSTRIAL	49
8.	DISEÑO PARA MANUFACTURA Y ENSAMBLE	51
8.1	DISEÑO PARA MAUFACTURA	51
8.2	LISTADO DE MATERIALES Y COMPONENTES DE LA ESTACIÓN	51
8.2.1	Línea de agua	52
8.2.2	Línea de materia prima	52
8.2.3	Línea de aire	53
8.2.4	Bomba neumática	53
8.2.5	Línea eléctrica	54
8.2.6	Lista de componentes del homogenizador	54
8.2.7	Tanques da la estación	55
8.2.8	Base de la estación	55
8.3	COSTOS DE ENSAMBLE	55
8.3.1	Costo de mano de obra calificada	56
8.4	IMPACTO DEL DPM SOBRE OTROS FACTORES	56
9.	PROTOTIPADO	57
9.1	PROTOTIPOS UTILIZADOS Y SUS FUNCIONES	57
10.	DISEÑO DETALLADO	58
10.1	DISEÑO DE LA BASE DEL TANQUE DE HOMOGENIZADO	58
10.1.1	Columnas de la Base	58
10.1.1.1	Losa de Concreto	59
10.2	DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE ALMACENADO DE MATERIA PRIMA	60
10.2.1	Tanque de almacenado	60
10.2.2	Sensores de contacto flotante	62
10.2.3	Bomba neumática	64

10.2.4	Sistema de seguridad	67
10.3	SUBSISTEMA DE MEZCLADO	68
10.3.1	Tanque de mezclado y homogenizado	68
10.3.2	Sensores de nivel	69
10.3.3	Suministro de agua	70
10.3.4	Sistema de homogenizado por difusor	71
10.4	CONTROL	73
10.4.1	Descripción de la secuencia	74
11.	CONCLUSIONES	76
	BIBLIOGRAFIA	77
	ANEXOS	79

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Necesidades identificadas	17
Tabla 2. Especificaciones Técnicas Preliminares	18
Tabla 3. Combinación de Conceptos	32
Tabla 4. Matriz de tamizaje	39
Tabla 5. Especificaciones técnicas finales	40
Tabla 6. Evaluación general de calidad del diseño industrial	50
Tabla 7. Lista de materiales, línea de agua	52
Tabla 8. Lista materiales, línea materia prima	52
Tabla 9. Lista de materiales, línea de aire	53
Tabla 10. Lista de materiales de la bomba neumática	53
Tabla 11. Lista de materiales, línea eléctrica	54
Tabla 12. Lista de materiales del homogenizador	54
Tabla 13. Lista de tanques de la estación	55
Tabla 14. Lista de tanques de la estación	55
Tabla 15. Costos de la mano de obra	56
Tabla 16. Voltaje y corriente	63
Tabla 17. Características técnicas, sensores	63
Tabla 18. Ficha técnica	64
Tabla 19. Voltaje y corriente	69
Tabla 20. Características técnicas del sensor	69
Tabla 21. Secuencia	75
Tabla 22. Entradas y salidas digitales	75
Tabla 23. Distribución de costos	80

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Panel de Control portátil de un tanque de mezclado	19
Ilustración 2. Sensor De Flujo	20
Ilustración 3. Sensor De Nivel (Flotador) y Sensor de Nivel (Presión)	20
Ilustración 4. Bomba Neumática En Teflón	21
Ilustración 5. Contador De Flujo (agua)	22
Ilustración 6. Diagrama de Caja Negra	23
Ilustración 7. Descomposición funcional	24
Ilustración 8. Refinamiento en bloques de subfunciones	25
Ilustración 9. Rama Crítica de Subfunciones	26
Ilustración 10. Concepto A	33
Ilustración 11. Concepto B	34
Ilustración 12. Concepto C	35
Ilustración 13. Concepto D	36
Ilustración 14. Concepto E (Referencia)	37
Ilustración 15. Interacciones entre Elementos Físicos y Funcionales	41
Ilustración 16. Esquema general de la estación por bloques funcionales	42
Ilustración 17. Interacción incidental	44
Ilustración 18. Naturaleza del producto	47
Ilustración 19. Base del Tanque de mezclado	58
Ilustración 20. Estructura interna	59
Ilustración 21. Losa de concreto	59
Ilustración 22. Tanque de almacenado	61
Ilustración 23. Sensor de nivel	63
Ilustración 23. Partes del sensor	63
Ilustración 24. Bomba neumática P200 Wilden	67
Ilustración 25. Sistema alterno de seguridad	67
Ilustración 26. Tanque de mezclado	68
Ilustración 27. Sensor de contacto	69
Ilustración 28. Suministro de agua	71
Ilustración 29. Difusor	72
Ilustración 30. Sistema de seguridad del difusor	73
Ilustración 31. Proceso de control	74
Ilustración 32. Tablero de control	75

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Resultados esperados	79
Anexo 2. Presupuesto y financiación	80
Anexo 3. Código fuente	81
Anexo 4. Manejo de alarmas	82
Anexo 5. Actualización de salidas	83
Anexo 6. Plano del tanque de almacenado	84
Anexo 7. Plano del tanque de mezclado	86
Anexo 8. Plano de base de tanque	87
Anexo 9. Paper	88

RESUMEN

A lo largo del documento, se investigo acerca de las necesidades que tenia Distrimas al emplear un sistema autónomo para la fabricación del blanqueador, mejorando la productividad de un proceso que era totalmente manual, esta investigación se adapto a las necesidades, espacio, baja inversión y fácil uso para el usuario que requería la empresa.

Además de todos los requerimientos anteriores, en la elaboración de este proyecto se debió tener en cuenta de manera especial los materiales a utilizar ya que la materia prima utilizada en el proceso del blanqueador es altamente corrosiva, siendo un condicionante importante para la elaboración de este proyecto.

La primera etapa que se implementó en este proyecto fue la metodología diseño concurrente.

La segunda etapa, consistió en la arquitectura del producto y diseño industrial.

La tercera etapa consiste en el diseño detallado, esta tiene que ver con la escogencia de materiales.

En esta pasantia se aprovecho todos los conocimientos recogidos durante la carrera, la experiencia de profesionales en el campo, la información de libros e Internet de la misma temática, para así poder llevar a cabo en contenido del siguiente proyecto y dar a la empresa solicitante una solución viable para los problemas actuales que se presentan en el área de producción del blanqueador.

Finalmente con la implementación de este proyecto, Distrimas obtendrá beneficios como la automatización en el proceso del producto que tiene mayor demanda en el mercado, Aumento de productividad, reducirá mano de obra y obtendrá mayor homogenización y calidad, ofreciendo un mejor producto a sus clientes.

INTRODUCCIÓN

DISTRIMAS es una empresa distribuidora de productos de aseo y consumo a nivel institucional ubicada en el sector industrial de Acopi en la zona industrial de la ciudad de Cali, departamento del Valle del Cauca, donde se fabrica una línea de productos de aseo tales como jabón líquido, desengrasante de tipo industrial, desinfectantes, blanqueador, diferentes clases de ceras para pisos y baldosas, ácidos limpiadores y otra gama de productos para uso industrial, institucional y doméstico.

El área de producción es la encargada de fabricar los diferentes productos de aseo que ofrece la compañía en el mercado, el proceso de elaboración de estos productos inicia en la selección de la materia prima y finaliza en el proceso de dosificación y empaque del producto, todo el proceso de producción es completamente manual, por esta razón el generar un lote actualmente demanda gran tiempo de producción. Además debido al incremento en la demanda de productos, se empieza a superar la capacidad productiva de la empresa, por lo cual el departamento de producción debe incrementar sus esfuerzos para cumplir con sus clientes.

DISTRIMAS teniendo en cuenta que el producto que mayor movimiento tiene para la empresa es el de blanqueador Niveo, ve la necesidad de encontrar una solución para los inconvenientes en el área de producción que le permita mejorar los tiempos de producción del blanqueador generando beneficios en calidad del producto tal como la mejor dilución, una concentración más homogénea y un aumento significativo de la productividad.

Se decide resolver el problema diseñando una estación de bombeo que permita automatizar todo el proceso de fabricación del blanqueador, el diseño debe ser lo más sencillo posible pero resistente tanto al uso del operario como a las condiciones ambientales del área de producción y con un costo razonable para la empresa,

Después de un detallado análisis del proceso de producción sectorizado en las diferentes etapas del mismo, tales como selección de la materia prima, la etapa de mezclado y dilución del blanqueador.

Se realizó un diseño de una estación de bombeo que este en la capacidad de seleccionar la cantidad exacta de materia prima necesaria para fabricar el blanqueador y bombearla hasta el tanque de mezclado donde luego se activa el flujo de agua con la cantidad exacta para garantizar la concentración del

blanqueador y por ultimo se activa un sistema de homogenizado para completar el proceso de dilución del blanqueador.

Con ello, disminuye el tiempo de producción del blanqueador y genera un aumento de la productividad de la empresa que satisface la demanda del blanqueador en el mercado y brinda un mejor producto a los clientes.

1. OBJETIVOS.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una estación de bombeo que involucre un proceso de automatización que permita disminuir el tiempo de producción del blanqueador Níveo, permitiendo optimizar el proceso de fabricación logrando aumentar la producción, la calidad del producto y de paso aumentando la seguridad para los operarios.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1.2.1 Identificar los procesos que se puedan automatizar, visualizando el proceso de producción del blanqueador actual.

1.2.2 Identificar los puntos críticos que generan retrasos en el lote de producción del blanqueador durante todo el proceso.

1.2.3 Proponer y analizar un conjunto de soluciones para recomendar el mejor diseño de la estación de bombeo desde el punto de vista de la ingeniería Mecatrónica.

1.2.4 Obtener una reducción en los tiempos de fabricación del blanqueador optimizando el proceso de producción.

1.2.5 Garantizar la seguridad de los operarios.

1.2.6 Obtener una concentración del blanqueador homogénea.

1.2.7 Generar un diseño funcional a un costo moderado.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Distrimas tiene un departamento de producción que se encarga de fabricar la totalidad de la gama de productos de su portafolio, pero todos los procesos actuales que se emplean en la fabricación son completamente manuales.

Esto representa actualmente un problema para la empresa al ocurrir retrasos en los lotes de producción, especialmente por el incremento en la demanda del blanqueador.

Este incremento en la demanda de mercado, gracias al crecimiento y la solidez que la empresa ha tenido, empieza a generar un desequilibrio en las líneas de producción, trayendo como consecuencia retrasos en la entrega, pendientes en bodega de almacenado, incremento en turnos de trabajo y retrasos en la entrega final del producto.

A esto se adicionan los imprevistos que se generan en el proceso, tales como el aumento por error humano en la dosificación de los insumos variando con ello la calidad, concentración, desperdicio de materia prima, representando finalmente pérdidas económicas para la empresa.

Las directivas de la empresa decidieron buscar una solución óptima para darle más fluidez al proceso de producción y que sea acorde con el crecimiento de la demanda de sus productos en el mercado. Por esto, se decide empezar por uno de los productos que más demanda tiene en el mercado como es el blanqueador níveo.

Para ello se ha recurrido a solicitar el apoyo de un ingeniero Mecatrónico de la UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE, quien propondrá un diseño automático para la línea de producción del blanqueador NIVEO.

3 PLANEACION DE DISEÑO DE LA ESTACION DE BOMBEO.

3.1 ESTRATEGIA DE DISEÑO

Para desarrollar el diseño de la estación de bombeo fue necesario crear estrategias que permitan simplificar e identificar los puntos críticos del proceso de producción del blanqueador, y así formular la solución adecuada para cada etapa de fabricación, permitiendo enfocarse en las áreas críticas del proceso garantizando con esto un diseño eficiente para la estación de bombeo.

La estrategia creada ha sido el reconocimiento del área de producción que permitió delimitar el lugar disponible donde se implementaría el diseño en caso de ser aprobado por las directivas de la empresa, este reconocimiento permite dimensionar la estación en base al espacio asignado en producción. También se logró reconocer donde están ubicadas las líneas de energía, agua, alcantarillado, aire y conductos de ventilación que deben tenerse en cuenta al momento de desarrollar el diseño.

Otra estrategia que se implementó en el desarrollo del diseño de la estación de bombeo, fue la toma de tiempos durante todo el proceso de producción del blanqueador, esto se hizo con el fin de tener un registro aproximado del tiempo que se gasta actualmente en producir un lote de 190 galones de blanqueador nívoo. Este registro permite enfocar el diseño de la estación de bombeo a obtener una disminución considerable del tiempo de producción para garantizar que sea viable para la empresa.

- **Tiempo de selección de materia prima:** este tiempo fue tomado desde que el operario transporta la materia prima hasta que se suministra en el tanque de mezclado.
 - Tiempo promedio de 23.3 minutos.
- **Tiempo de suministro de agua:** este tiempo fue tomado por lo que se demora el flujo de agua en llenar la tina de mezclado de 190 galones
 - Tiempo promedio de 15.9 minutos.
- **Tiempo de mezclado:** este tiempo fue tomado por lo que dura el proceso manual de mezclado
 - Tiempo promedio de 7.5 minutos.

Aproximada mente la fabricación de un lote de blanqueador se demora 46.7 minutos hasta el proceso de homogenizado.

También se realizo un análisis puntual durante todo el proceso de producción del blanqueador para determinar que proceso genera retrasos en los lotes de producción y concentrar el diseño de la estación de bombeo en estas etapas para lograr una estación eficiente.

- El análisis puntual dio como resultado que la parte más crítica del proceso de producción, es la adecuada selección de materia prima de acuerdo con la aplicación, por esta razón el diseño de la estación de bombeo se enfocara por este subsistema.
- La segunda parte más crítica de todo el sistema es el suministro de agua al tanque de mezclado.

3.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES

Las necesidades surgen a partir de los requerimientos especificados en el planteamiento del problema, por entrevista con los operarios encargados del área de producción de la empresa, por el director del proyecto y directivas de la empresa y por el detallado análisis del proceso de producción del blanqueador realizado por el diseñador.

A continuación se muestra la necesidad de la empresa frente al diseño de la estación de bombeo

IMP. = Hace referencia a la importancia de la necesidad frente al diseño, la escala de calificación es entre 1 y 5.

- 5- muy importante.
- 4- importante.
- 3- necesario.
- 2- no tan importante.
- 1- no es necesario.

Tabla 1. Necesidades identificadas

#	NECESIDADES		IMP
1	La estación	Debe ser resistente a ambientes corrosivos	5
2	La estación	Debe cumplir los estándares del INVIMA	5
3	La estación	Debe ser fácil de operar	4
4	La estación	Debe ser fácil su mantenimiento	2
5	La estación	Debe ser confiable	5
6	La estación	Debe ser precisa	5
7	La estación	Debe ser segura para los operarios	4
8	La estación	Debe operar automáticamente	5
9	La estación	Debe disminuir el tiempo de producción	5
10	La estación	Debe anunciar cuando se agote la materia prima.	4
11	La estación	Debe tener un costo razonable	3
12	La estación	Debe tener gran robustez	4
13	La estación	Debe ser fácil de programar	4
14	La estación	Las dimensiones se deben adaptar al espacio asignado	5
15	La estación	Debe ser resistente al ambiente húmedo	4
16	La estación	El dispositivo consume potencia de forma moderada	3
17	La estación	El sistema funciona correctamente ante cualquier forma de uso	4
18	La estación	Debe trabajar manual mente si ocurre un error en la forma automática	5

3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Se realizo un estudio de las necesidades identificadas previamente para encontrar parámetros cuantificables que sirvan de guía para el diseño de la estación.

3.3.1 Especificaciones Preliminares.

Tabla 2. Especificaciones Técnicas Preliminares

#	#NC	METRICAS	IMP.	UNID.	VALOR
1	1,4,7, 2, 14,15	Dimensiones de la estación (En metros cuadrados)	5	M ² .	20
2	5,6,9	Velocidad de llenado del mezclador	5	GPM.	35
3	3,8	Facilidad programar	4	Subj.	4.5
4	1,14, 15,17	Adaptabilidad	4	Subj.	5
5	17,16	Alimentación eléctrica de estación	4	V.	110
6	1,4, 12,15	Vida útil de la estación	5	Años	10
7	7,9	Nivel máximo del mezclador	4	GL	500
8	11	Costo de la estación	3	Pesos	15000000
9	12,14	Peso de la estación	2	Kg.	2000
10	9	Flujo de materia prima	4	GPM	50
11	9	Flujo de agua	4	GPM	20
12	17	Presión de aire	3	Psi.	60-150
13	5,6,8, 9	Precisión	5	Subj.	5
14	5,7, 17	Confiabilidad	4	Subj.	5

3.4 ANTECEDENTES

3.4.1 A Nivel Internacional. A medida que surgen nuevas tecnologías en el sector industrial a nivel mundial se crea la necesidad de implementar departamentos de gestión tecnológica que permitan evaluar en que grado tecnológico se encuentran las empresas actualmente, introducir nuevos procesos tecnológicos que permitan la expansión y crecimiento de las mismas y a su vez cumplan con los estándares de calidad como las normas ISO para garantizar productos de excelente calidad en el mercado.

Ilustración 1 Panel de Control portátil de un tanque de mezclado



Control y potencia industrial, PLC TWIDO, [en línea] Cali: 2006 [consultado 7 de marzo 2006] disponible en Internet: <http://www.CPI.COM.CO>

Realizando una búsqueda de información sobre maquinaria empleada en procesos industriales para fabricar productos químicos, se encontró con diferentes sectores industriales que implementaron sistemas de bombeo similares para una producción masiva, como es el caso de la multinacional Unilever que cuenta con maquinaria industrial en una de las plantas donde fabrican el Sumagril con capacidad de fabricar 6000 galones por hora. Esta maquinaria funciona bajo condiciones adversas tales como ambientes muy húmedos, ambientes altamente corrosivos, alcalinos y ácidos.

Se encontró diversidad en los materiales con los que están elaborados los diferentes dispositivos como en el caso WILDEN una empresa norteamericana que distribuye aditamentos para bombeo de fluidos y sensores de nivel, sensores de flujo en materiales como PVC, teflón, empac, polipropileno entre otros.

En todos los casos investigados se observa que un cliente puede pedir la construcción de bombeo, de acuerdo con sus necesidades, pero generalmente estos diseños son construidos a la medida de las empresas y para el caso de DISTRIMAS, supera ampliamente las posibilidades económicas de automatizar su proceso de producción de blanqueador Níveo. Por esto surge la posibilidad de realizar un diseño acorde con sus necesidades tanto técnicas como económicas por parte de un estudiante a punto de obtener su correspondiente título como Ingeniero Mecatrónico de la UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE

Ilustración 2. Sensor de flujo



Instrumentación industrial, sensores de nivel [en línea] Cali: 2005 [consultado 20 marzo 2006] disponible en Internet: <http://www.instrumatic.com.co>

3.4.2 A Nivel Nacional. Se realizó un estudio a nivel nacional sobre maquinaria y dispositivos industriales y se encontró con una empresa en particular como JGB que produce el límpido JGB, esta empresa utiliza maquinaria de producción masiva de 4000 galones por minuto, también tienen maquinaria con capacidad para empacar aproximadamente 6000 envases de 1000cc, este límpido tiene unas características similares al blanqueador níveo y manejan niveles de corrosión altos, en el mercado nacional se encuentran dispositivos de almacenado y medición ideales para trabajar con fluidos corrosivos.

Ilustración 3. Sensor De Nivel (Flotador) y Sensor de Nivel (Presión)



Madison, sensores de nivel, [en línea] USA: madison ,2005 [consultado 02 marzo 2006] disponible en Internet: <http://www.MADISON.COM>

Se observó en el mercado nacional algunas empresas dedicadas a diseñar y fabricar maquinaria y dispositivos industriales que se adaptan a los procesos de producción de los clientes teniendo en cuenta las necesidades del cliente,

estas empresas se encargan desde fabricar las partes mecánicas de los dispositivos y maquinaria así como hasta el programa de funcionamiento y partes electrónicas, también se identifico un grupo de empresas dedicadas a vender parte de los componentes y sistemas que son necesarios para implementar el sistema.

3.4.3 Nivel Local. A nivel local se encontró una empresa que produce límpido patojito, esta empresa tiene una planta de producción de límpido con capacidad aproximada de 3000 galones por hora maneja diferentes volúmenes de llenado como 500cc, 1000cc.

Ilustración 4. Bomba Neumática En Teflón



WILDEN, Bombas neumáticas en teflón [en línea] argentina: wildenusa, 2005 [consultado 22 febrero del 2006] disponible en Internet <http://www.WILDEMPUMP.COM>

Una posibilidad que **DISTRIMAS** tiene en el mercado local es desarrollar un diseño que le permita satisfacer las necesidades en el área de producción y aumentar la productividad, rentabilidad a bajo costo. Diseñando una estación que permitan desarrollar procesos más eficientes y cumplir con los propósitos de la compañía.

Ilustración 5. Contador De Flujo



Instrumentación industrial, sensores de nivel [en línea] Cali: 2005 [consultado 20 marzo 2006] disponible en Internet: <http://www.instrumatic.com.co>

4. GENERACION DE CONCEPTOS.

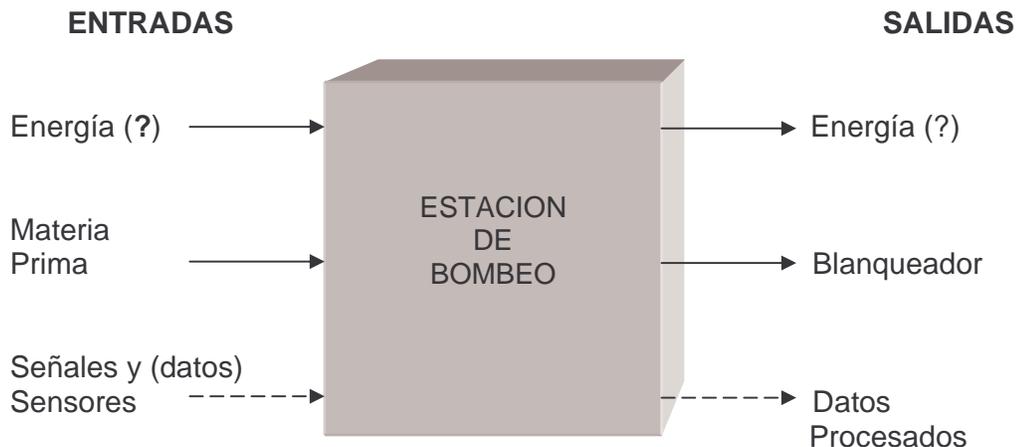
La fase del diseño de la estación de bombeo que descompone el problema en funciones para facilitar la visualización y comprensión del problema, permitió identificar la etapa más crítica del proceso para a partir de allí, documentarse sobre procesos similares o iguales a la producción de blanqueadores, entrevistar a los operarios de la empresa, a personal que este en contacto con blanqueadores, consultar en la Web, documentación sobre ambientes y dispositivos resistentes a zonas corrosivas y húmedas, para finalmente generar las ideas y plantear la mejor solución a presentar por el diseñador.

4.1 DESCOMPOCISION FUNCIONAL

En este diagrama se enfrenta al problema como una caja negra permitiendo visualizar las entradas y salidas de la estación de bombeo, para facilitar la comprensión del problema en todas sus dimensiones, con el fin de enfocarse en los problemas mas críticos y particulares de la estación.

4.1.1 Diagrama De Caja Negra.

Ilustración 6. Diagrama de Caja Negra

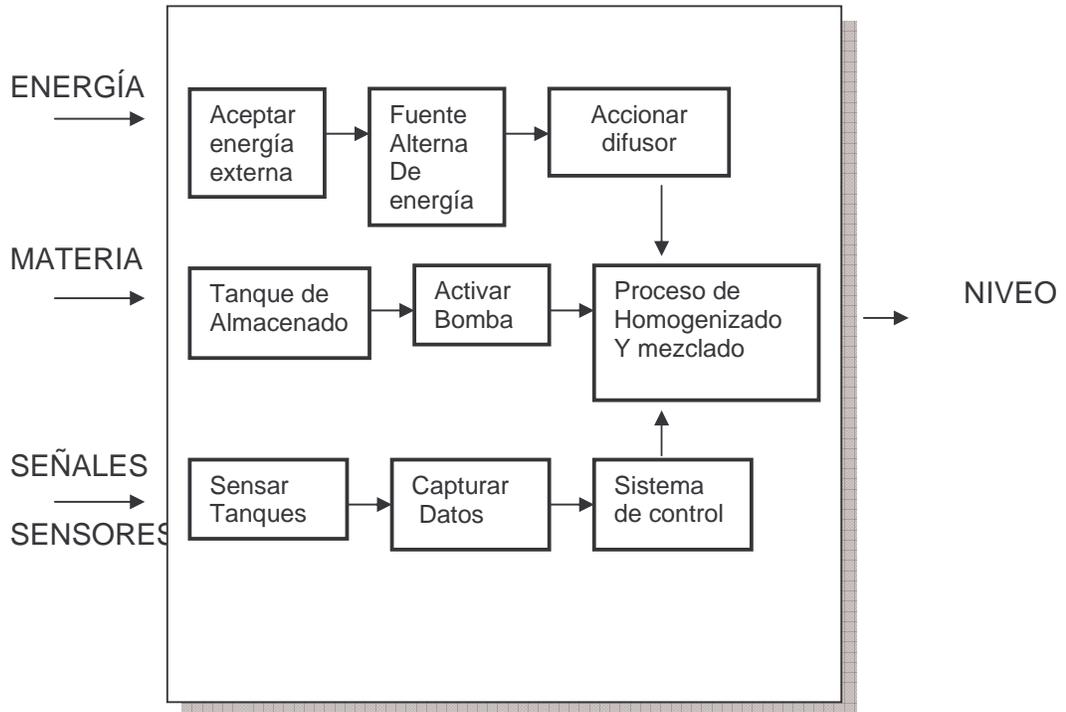


En la descomposición funcional se ve la caja negra desde otra perspectiva analizando las funciones que se deben cumplir en la estación de bombeo para realizarlas a cabalidad durante el proceso de producción del blanqueador. Se puede observar que no se especifica como se va a implementar ninguna de las funciones involucradas en el proceso de la producción del blanqueador.

Esta identificación, permite observar como se relacionan las diferentes funciones del proceso para iniciar la concepción de la forma en que se desarrollará la solución del proyecto.

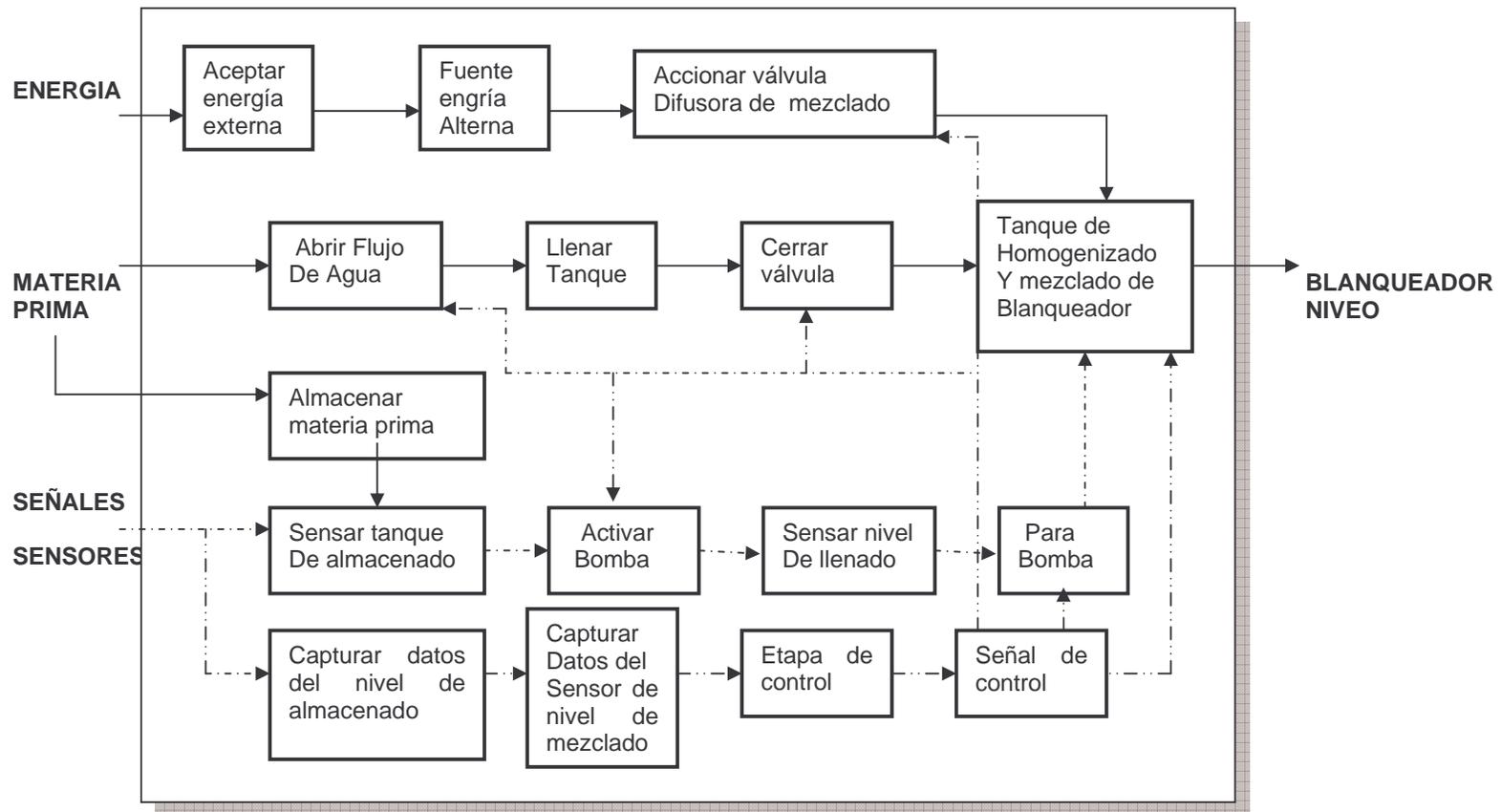
4.1.2 Descomposición Funcional.

Ilustración 7. Descomposición funcional



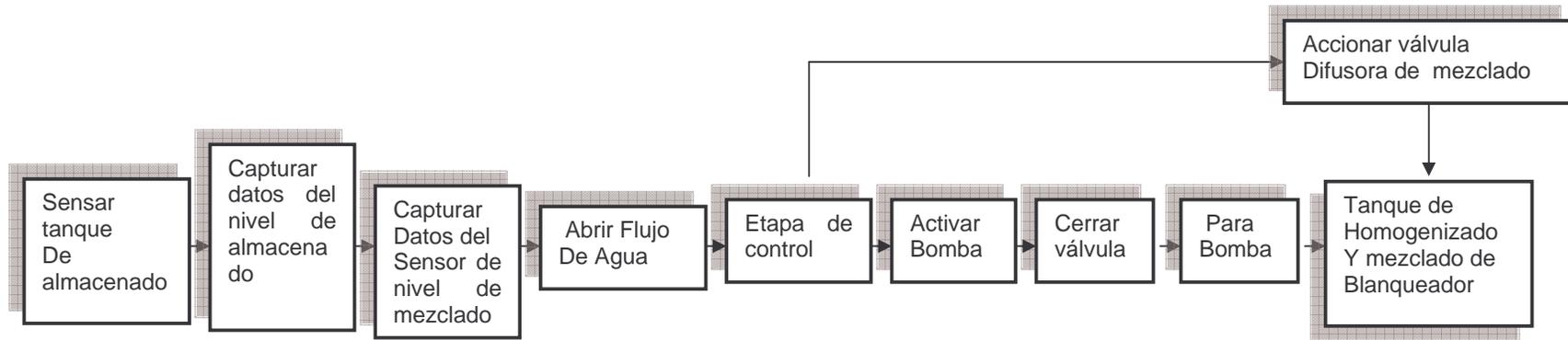
4.1.3 Refinamiento en bloques de subfunciones.

Ilustración 8. Refinamiento en bloques de subfunciones



4.1.4 Rama Crítica y Desglose de una Subfunción.

Ilustración 9. Rama Crítica de Subfunciones



4.2 GENERACION DE CONCEPTOS PARA SUBFUNCIONES

Para el diseño de la estación de bombeo se decide empezar por la función más crítica del sistema generando conceptos que se muestran en esta etapa de diseño.

4.2.1 Sensar tanque de almacenado. Esta función es de suma importancia para el funcionamiento de la estación porque permite conocer si se tiene almacenada suficiente materia prima para realizar la producción del lote de blanqueador y en caso contrario dará un aviso para su posterior recarga. Se debe tener en cuenta que la materia prima es altamente corrosiva, por esta razón se buscaron varias opciones de sensores:

- Sensores ultrasónicos
- Sensores infrarrojos
- Sensores Capacitivos
- Sensores flotador
- Sensores inductivos
- Sensores de presión
- Sensores de contacto flotante en polipropileno (ON –OFF)
- Sensores resistivos

4.2.2 Captura de datos del nivel de almacenado. Teniendo en cuenta que los lotes de producción son con volúmenes estándar, el sensar el tanque en los niveles mínimo, medio y alto, permite tener un dato preciso de la cantidad de volumen existente en el tanque, en cada uno de estos puntos. Estos datos resultan suficientes para el funcionamiento del proceso.

1. **Primer nivel**, este nivel indica cuando el tanque de almacenado esta en su capacidad máxima de llenado.
2. **Segundo nivel**, este nivel indica cuando el tanque se encuentra en la mitad de su capacidad de llenado.
3. **Tercer nivel**, este nivel indica que el fluido almacenado se esta acabando y es necesario llamar al proveedor para reabastecer el tanque.

4.2.3 Sensor nivel del mezclador. Este Sensado del nivel del tanque de mezclado es fundamental durante el proceso de producción del blanqueador porque permite tener un control sobre el tanque, evitando que se rebose la mezcla del tanque y que pueda causar un accidente o una falla en la estación. También permite sensar la cantidad exacta de materia prima que se suministro y la cantidad exacta de agua vertida en el tanque. Los posibles sensores seleccionados para esta aplicación son:

- Sensores ultrasónicos
- Sensores infrarrojos
- Sensores Capacitivos
- Sensores flotador
- Sensores inductivos
- Sensores de presión
- Sensores de contacto flotante en polipropileno (ON –OFF)
- Sensores resistivos
- Sensores de peso

4.2.4 Abrir flujo de agua. El agua hace parte fundamental de los componentes del blanqueador y al igual que la materia prima se recomienda tener una válvula eléctrica que permita el paso de agua para alcanzar la concentración ideal del blanqueador. Por esta razón se han seleccionado los siguientes dispositivos:

- Válvula solenoide ON - OFF
- Servo Válvula

4.2.5 Etapa de control. Esta etapa de control es la más importante del proyecto por que es el cerebro de la estación donde se recogen todas las señales provenientes de los sensores, se analiza la lectura de los mismos y se toma la decisión con respecto al ciclo de producción del blanqueador mandando las señales de control a los actuadores de la estación.

El grado de control determina realmente cuando un sistema es inteligente por esta razón y debido al análisis detallado del proceso de producción del blanqueador, la estación de bombeo debe ser autónoma en su totalidad, esta tarea debe implementarse con un controlador que pueda operar bajo las condiciones del entorno donde la estación entrara en funcionamiento.

Por esta razón se candidatizaron los siguientes dispositivos:

- Microcontrolador Atmel 89C51 de la familia Intel
- Microcontrolador PIC 16F87X DE Microchip
- Microcontrolador BX – 01/24/35 de la BasicX
- Microcontrolador 68HC08 motorota
- PLC Siemens (16 IN – 16 OUT) digitales
- PLC Schneider (16 IN – 16 OUT) digitales

4.2.6 Activar bomba. Esta etapa del sistema es la encargada de suministrar el principal insumo que contiene el blanqueador, es necesario implementar un dispositivo que permita transportar el insumo desde el tanque de almacenamiento hasta el tanque de mezclado (homogenizado).

Un factor importante que se debe tener en cuenta para seleccionar la bomba de succión para la estación de bombeo, es el ambiente corrosivo que se encuentra en el área de producción el cual puede afectar la bomba en su exterior por los vapores generados y el insumo la puede afectar en su parte interior. Teniendo en cuenta esto, se escogieron las siguientes opciones:

- Bombas neumáticas
- Bombas eléctricas
- Motobombas
- Sistema por gravedad

4.2.7 Activar válvula. El segundo insumo importante empleado en la fabricación de blanqueador es agua, por eso es necesario colocar una electro válvula en la tubería de admisión del agua. La activación de esta válvula se logra cuando el sensor de nivel de materia prima manda un pulso electrónico al controlador y este activa la solenoide para suministrar el flujo de agua requerido en la concentración de la mezcla del blanqueador. Se seleccionaron las siguientes válvulas:

- Válvula solenoide (ON – OFF) a 110 Voltios N/A
- Válvula solenoide (ON – OFF) a 110 Voltios N/C
- Servo válvula 110 Voltios

4.2.8 Tanque de mezclado. Esta etapa del proceso de producción del blanqueador es la más importante de la estación, por que aquí es donde se mezclan todos los insumos que componen el blanqueador, cuando los insumos

están suministrado en el tanque se activara la etapa de homogenizado que consiste en un dispositivo de mezclado que produce un movimiento que produce un flujo constante dentro del tanque permitiendo que el blanqueador quede homogenizado garantizando una excelente concentración de blanqueador.

Por esta razón el tanque debe cumplir las siguientes características:

- Un tanque de de mezclado con capacidad de 500 galones con 2 entradas de fluido, una para la materia prima y otra para el flujo de agua con una salida de una pulgada en la parte inferior del tanque un conducto alterno para implementar en sensor de nivel.
- El tanque debe ser resistente a la corrosión por eso se manda ha fabricar en materiales resistentes como polipropileno, polietileno teflón etc.
- La parte inferior del tanque debe acoplarse con las guías del la estructura donde se instalara
- Su forma debe ser completamente circular y lineal, debe permitir instalar el difusor encargado del mezclado y homogenizado.

4.2.9 Activar mezclador. En esta etapa del proceso culmina la fabricación del blanqueador y él ultimo paso es la homogenización que se logra activando un mezclador que producen un flujo constante dentro del tanque permitiendo que todos los componentes del blanqueador se mezclen homogéneamente esto se logro con sistemas agitadores tales como:

- Agitador neumática
- Agitador por vibración
- Agitador de pistón hidráulico
- Agitador por burbujas difusoras de aire
- Agitador por (motor – reductor)
- Agitador por licuado
- Batidor

4.3 COMBINACION DE CONCEPTOS

Para lograr un diseño óptimo para la estación de bombeo y llegar a la mejor solución para los problemas actuales en el departamento de producción de la empresa con respecto a la fabricación del blanqueador es necesario que la estación responda a las necesidades y las métricas expuestas en el capítulo anterior.

Se siguió con la metodología de diseño concurrente elaborando una tabla de combinación de conceptos convirtiéndose en una herramienta fundamental para realizar un sondeo sistemático en los conceptos generados y poder observar las posibilidades como sistemas que interactúan logrando todos los mismos objetivos.

A continuación se mostrara la tabla de combinación de conceptos del diseño de la estación de bombeo.

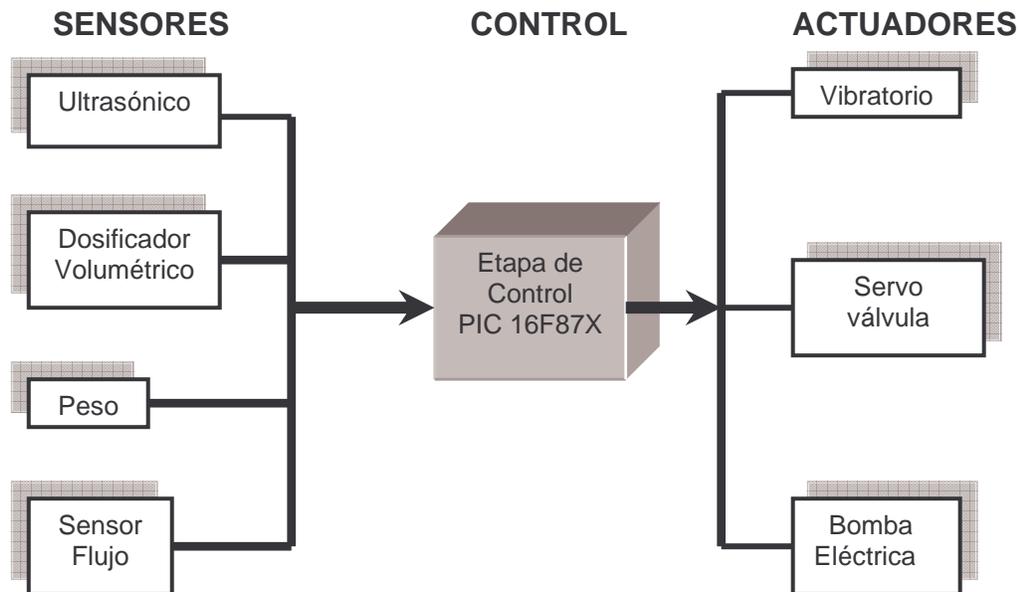
COMBINACIÓN DE CONCEPTOS

Tabla 3. Tabla de Combinación de Conceptos

Sensar tanque	Capturar Datos del Nivel almacenado	Capturar Datos del S. Nivel	Abrir flujo De Agua	Etapa de control	Activar Bomba	Cerrar válvula	Accionar mezclador
Ultrasónico	Contador Flujo	Ultrasónico	Solenoide ON/OFF	Atmel 89C51	Neumática	Solenoide ON/OFF	Neumático
Infrarrojos	Sensor Flujo	Infrarrojos	Servo válvula	PIC 16F87X	Eléctrica	Servo válvula	Vibratorio
Capasitivos	Medidor Caudal	Capasitivos		BX – 01/24/35	Motobomba		Hidráulico
Flotador		Flotador		68HC08	Gravedad		Difusor aire
Inductivos	Contacto ON/OFF	Inductivos		PLC siemens			Motor
Presión	Dosificador Volumétrico	Presión		PLC schneider			Batidora
Contacto ON/OFF		Contacto ON/OFF					Licudo
Resistivos		Resistivos					
		Peso					

4.3.1 Prototipo A.

Ilustración 10. Concepto A



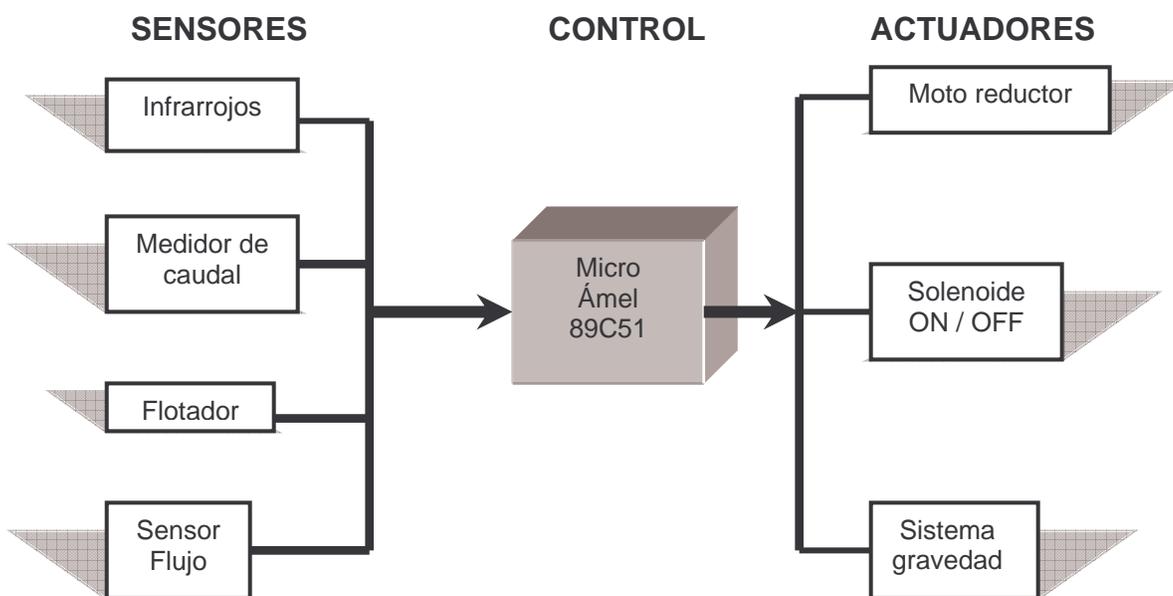
Este sistema está compuesto por un sensor ultrasónico ubicado en el tanque de almacenamiento y su función es indicar cuántos galones de materia prima se cuenta para producir el lote de blanqueador, el dosificador volumétrico indica cuántos galones de materia prima se han bombeado hasta el tanque de mezclado permitiendo seleccionar la cantidad exacta para realizar el homogenizado, el sensor de peso permite tener un punto de referencia para garantizar la cantidad máxima que el tanque puede almacenar y evitar el rebosamiento del tanque evitando pérdida del blanqueador y por seguridad del lugar.

El sensor de flujo permite tener un registro de cuántos galones de agua se necesitan para completar la mezcla garantizando la concentración exacta del blanqueador, el control está a cargo de un microcontrolador BX – 01/24/35 de la basicX que su función es interpretar las señales que los sensores y emitir una señal de control a los diferentes actuadores del sistema, la etapa de bombeo está a cargo de una bomba eléctrica, y la etapa final está compuesta por un proceso vibratorio que se encarga que el blanqueador quede homogenizado.

- Este concepto tiene como desventaja el alto costo del dosificador volumétrico y se le suma la carcasa de la bomba y partes internas son vulnerables a los ambientes corrosivos.
- La ventaja de este sistema es la etapa de dosificación, la cual es muy precisa

4.3.2 Prototipo B.

Ilustración 11 Concepto B



Este concepto B combina una serie de sensores, como los infrarrojos que se encuentran ubicados en el tanque de almacenamiento y su principal función consiste en realizar el número de galones de materia prima disponibles para producir el lote de blanqueador. Otro sensor empleado en este concepto es un medidor de caudal que de acuerdo al diámetro de la tubería permite conocer cuanto fluido ha pasado por la tubería permitiendo registrar la cantidad exacta de materia prima. El sensor de flotador permite conocer el nivel del tanque de mezclado y cuando la mezcla llega a su nivel máximo da un aviso al controlador para parar el proceso evitando el rebosamiento del tanque.

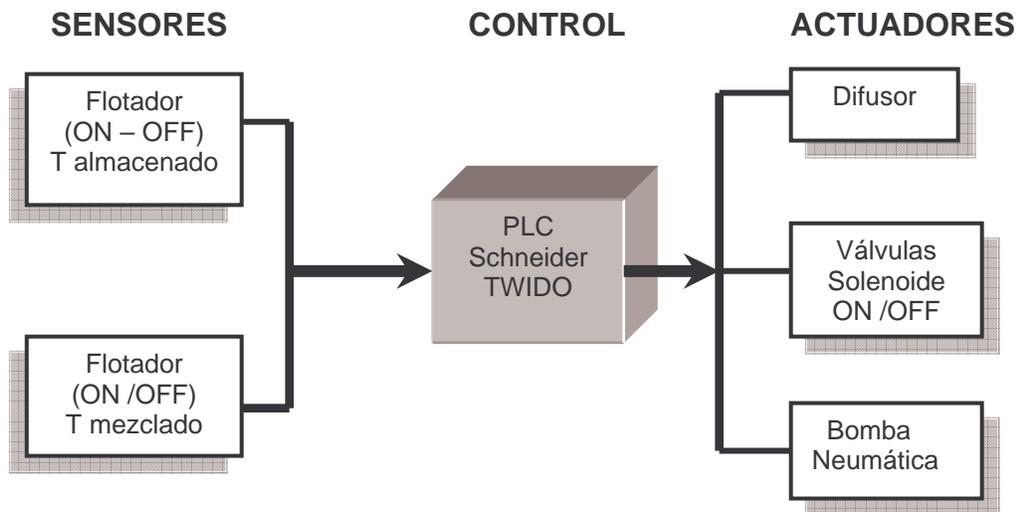
El sensor de flujo permite tener un registro de cuantos galones de agua se necesitan para completar la mezcla garantizando la concentración exacta del blanqueador, el control está a cargo de un microcontrolador Ámel 89C51 de Intel cuya función es interpretar las señales de los sensores y emitir una señal de control a los diferentes actuadores del sistema, la válvula solenoide se encarga de cerrar el flujo de agua, el

sistema por gravedad consiste en suministrar la materia prima por acción de la gravedad al tanque de mezclado lo cual implica instalar el tanque de almacenamiento a una altura considerable para el sistema, la etapa de homogenizado esta a cargo de un moto reductor acoplado a un eje con dos aspas de mezclado.

- Este concepto presenta desventajas en el sistema, puesto que el bombeo de la materia prima al carecer de presión la tubería se aumenta el tiempo de bombeo, resulta mas complejo de implementar que otros dispositivos y la estructura es costosa. Los vapores emanados por el blanqueador afectan la armadura y rodamientos del motor y reductor.

4.3.3 Prototipo C.

Ilustración 12. Concepto C



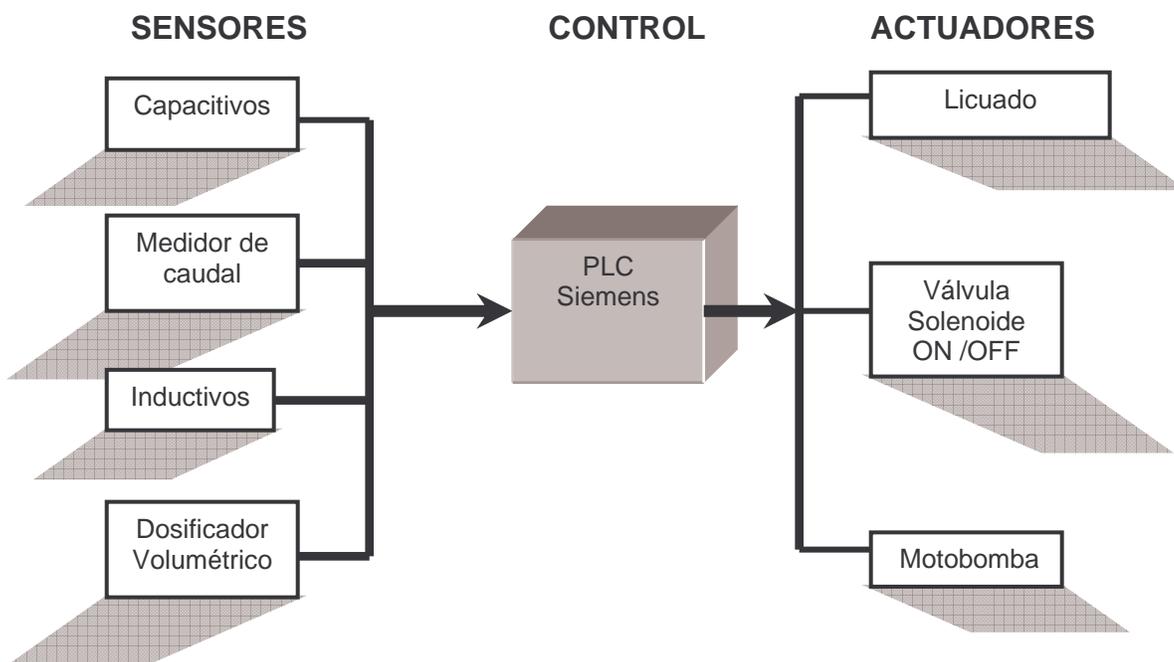
Este concepto es interesante porque todos los sensores y actuadores seleccionados brindan alta resistencia a los ambientes y fluidos corrosivos. El sensor de flotador permite llevar un registro de los galones de materia prima que quedan en el tanque de almacenado. Los sensores de flotador instalados en el tanque lineal de mezclado generan siempre la misma señal correspondiente a una cantidad fija de insumos, garantizando un producto con la misma concentración en todos los lotes de producción.

Como etapa de control se implementara un PLC Schneider TWIDO que simplifica un poco el diseño electrónico de la estación de bombeo. La bomba que transporta el insumo al tanque de mezclado está fabricada en teflón, esto la hace ideal para trabajar con fluidos corrosivos. La válvula solenoide es la encargada de cortar el flujo de agua de acuerdo a la información que arroja el sensor de flotación. La etapa de homogenizado esta a cargo de un difusor de aire que permite crear una capa uniforme de burbujas que recorren el tanque desde la parte inferior hasta la parte superior, logrando una dilución optima de los insumos que componen el blanqueador garantizando un excelente producto homogenizado.

- Este concepto tiene ventajas como la resistencia de los componentes a la corrosión.
- el costo razonable de los componentes y se consiguen en el mercado local.
- Este es un diseño simplificado y funcional, se adapta a las condiciones y necesidades de la empresa.
- El controlador no requiere de acondicionamiento de señales, dado que viene listo para trabajar en ambiente industrial, con señales de sensores y para actuadores estándar.

4.3.4 Prototipo D.

Ilustración 13. Concepto D



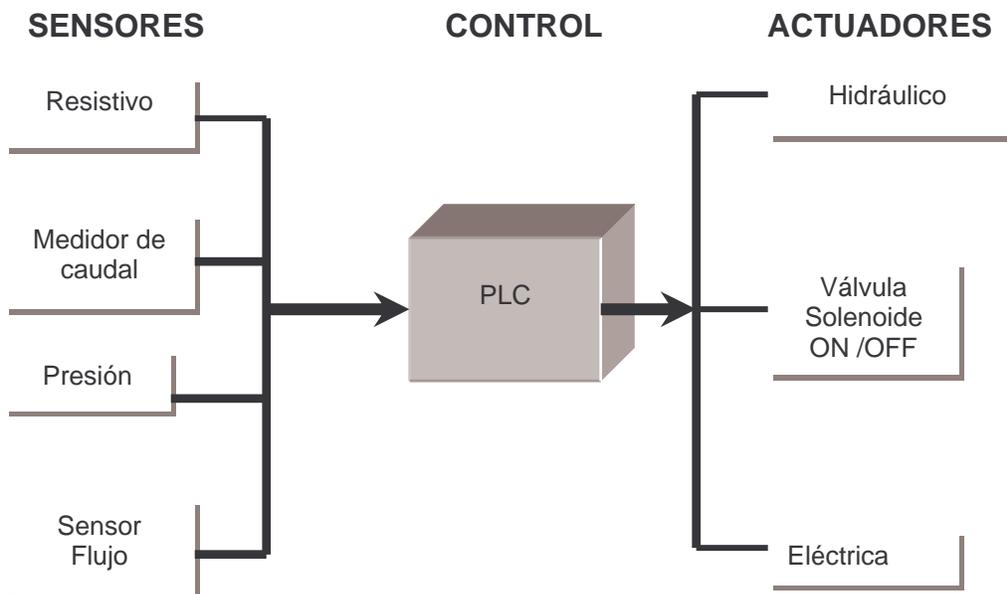
Este concepto D presenta una combinación de sensores como los capacitivos que se encuentran ubicados en el tanque de almacenamiento y su principal función es la de registrar el número de galones de materia prima. Otro sensor empleado en este concepto es un medidor de caudal que de acuerdo al diámetro de la tubería permite conocer cuanto fluido ha pasado por la misma, permitiendo registrar la cantidad exacta de materia prima. Los sensores inductivos permiten conocer el nivel del tanque de mezclado y cuando la mezcla llega a su nivel máximo da un aviso y evita el rebosamiento del tanque.

El dosificador volumétrico entrega la cantidad exacta de agua que se necesitan para completar la mezcla garantizando la concentración exacta del blanqueador, el control esta a cargo de un PLC siemens que su función es interpretar la señales que los sensores y emitir una señal de control o los diferentes actuadores del sistema, la válvula solenoide ON / OFF se encarga de cerrar el flujo de agua, el sistema de bombeo estará a cargo de una motobomba, la etapa de homogenizado esta a cargo de un sistema de licuado en el fondo del tanque de homogenizado.

- Este concepto maneja un grado de complejidad al implementar una motobomba pues la etapa de control es compleja.
- Algunos dispositivos son demasiados costosos generando un incremento sustancial en el presupuesto.

4.3.5 Prototipo E Referencia.

Ilustración 14. Concepto E Referencia



Este sistema esta compuesto por un sensor resistivo que simplemente a cambiar de nivel el fluido cambia su resistencia y gracias a la instrumentación del sensor permite saber cuantos galones queda en el tanque de almacenado, el medidor de caudal indica cuantos galones de materia prima se han bombeado hasta el tanque de mezclado permitiendo seleccionar la cantidad exacta para realizar el homogenizado, el sensor de presión se puede calibrar en un punto de referencia para garantizar la cantidad máxima que el tanque puede almacenar y evitar el rebosamiento del tanque.

El sensor de flujo permite tener un registro de cuantos galones de agua se necesitan para completar la mezcla garantizando la concentración exacta del blanqueador, el control esta a cargo de un PLC quien tiene como función interpretar las señales que los sensores y emitir una señal de control o los diferentes actuadores del sistema, la etapa de bombeo esta a cargo de una bomba eléctrica, la válvula solenoide es para interrumpir el flujo de agua cuando el PLC emita la señal de control y la etapa final esta compuesta por un pistón hidráulico que se encarga agitar la mezcla para que el blanqueador quede homogenizado.

5. SELECCIÓN DE CONCEPTOS.

En esta fase de selección de conceptos se evalúan las diferentes alternativas bajo la matriz de tamizaje y otra de selección para determinar cual de los conceptos es el más apropiado para implementar la estación de bombeo.

5.1 MATRIZ DE TAMIZAJE

Tabla 4. Matriz de Tamizaje

Criterio de selección	Conceptos				
	A	B	C	D	E (Ref.)
Facilidad de uso	0	-	+	0	0
Costo de la estación	-	-	+	-	0
Velocidad de llenado del mezclador	0	-	0	0	0
Precisión en la dosificación	+	-	+	0	0
Facilidad del mantenimiento	0	0	+	-	0
Facilidad de operar	0	-	0	-	0
Tamaño de la estación	0	-	+	0	0
Resistencia a la corrosión	-	0	+	-	0
POSITIVOS (+)	1	0	6	0	0
IGUALES (0)	5	2	2	4	0
NEGATIVOS (-)	2	6	0	4	8
Total	-1	-6	6	-4	0
Clasificación	4	5	1	4	3
¿Continuar?	No	No	Si	No	No

La matriz es una herramienta de filtrado de conceptos, que al comparar los conceptos con una referencia (Concepto E), evaluando según los criterios seleccionados como mejor (+), igual (0) o peor (-).

5.2 Especificaciones Finales. Después de la selección de conceptos y los últimos retoques al diseño se efectúa una revisión de las métricas y los valores reales según el concepto aprobado originando las especificaciones finales

Tabla 5. Especificaciones Técnicas Finales

#	#NC	METRICAS	IMP.	UNID.	VALOR
1	1,4,7, 2, 14,15	Dimensiones de la estación (En metros cuadrados)	5	M ² .	20
2	5,6,9	Velocidad de llenado del mezclador	5	GPM.	35
3	3,8	Facilidad programar	4	Subj.	4.5
4	1,14, 15,17	Adaptabilidad	4	Subj.	5
5	17,16	Alimentación eléctrica de estación	4	V.	110
6	1,4, 12,15	Vida útil de la estación	5	Años	10
7	7,9	Nivel máximo del mezclador	4	GL	500
8	11	Costo de la estación	4	Pesos	15000000
9	12,14	Peso de la estación	2	Kg.	2000
10	9	Flujo de materia prima	4	GPM	50
11	9	Flujo de agua	4	GPM	20
12	17	Presión de aire	3	Psi.	60-150
13	5,6,8, 9	Precisión	5	Subj.	5
14	16	Consumo de potencia	4	Kw/h	55
15	5,7, 17	Confiabilidad	4	Subj.	5

6. ARQUITECTURA DEL PRODUCTO.

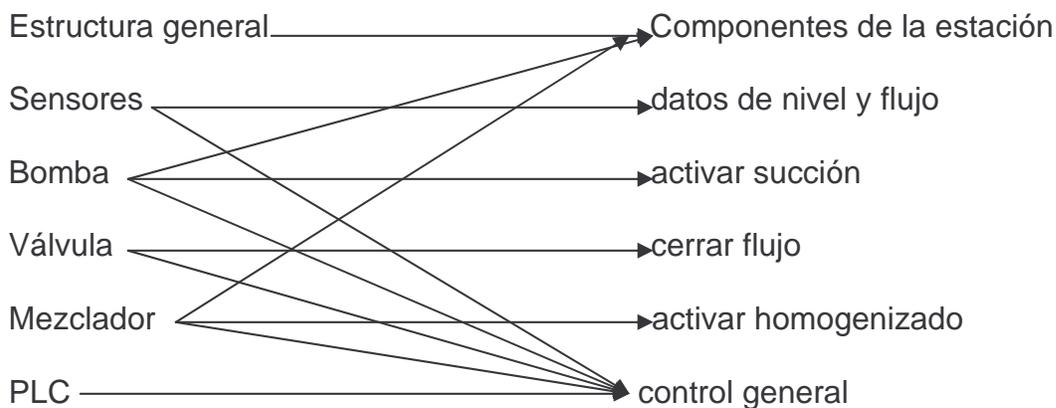
6.1 ANALISIS DE LA ARQUITECTURA DEL PRODUCTO

Para el desarrollo de la estación de bombeo es de vital importancia que sea resistente a la corrosión y la capacidad que tenga la estación de bombeo para adaptarse a las condiciones ambientales del área de producción, debido a que en este lugar se fabrican más productos y la estación estará expuesta a más químicos y vapores que pueden causar daños en la estación.

De esta manera es posible valorar cuidadosamente la arquitectura modular que brinda ventajas para el desarrollo de la estación fortaleciéndola ante condiciones extremas de trabajo y permite tener en cuenta las futuras mejoras que se pueden implementar a la estación o las ideas que no se pensaron inicialmente en la etapa de diseño.

6.2 INTERACCIONES ENTRE ELEMENTOS FISICOS Y FUNCIONALES

Ilustración 15. Interacciones entre Elementos Físicos y Funcionales

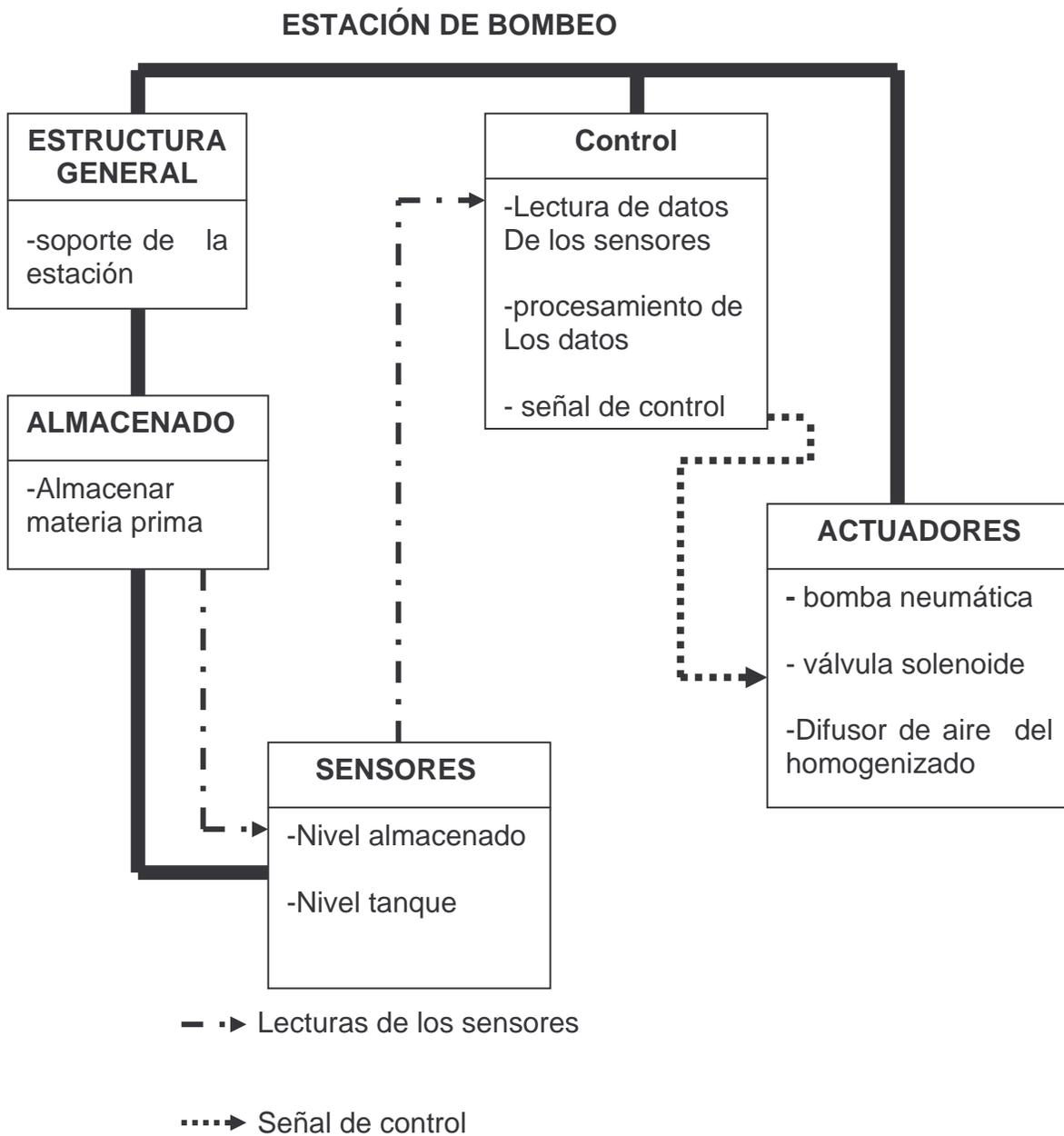


La relación entre los elementos físicos y funciones define una arquitectura completamente modular y muestra la relación entre los componentes de la estación.

6.3 ESQUEMA DE LA ESTACION

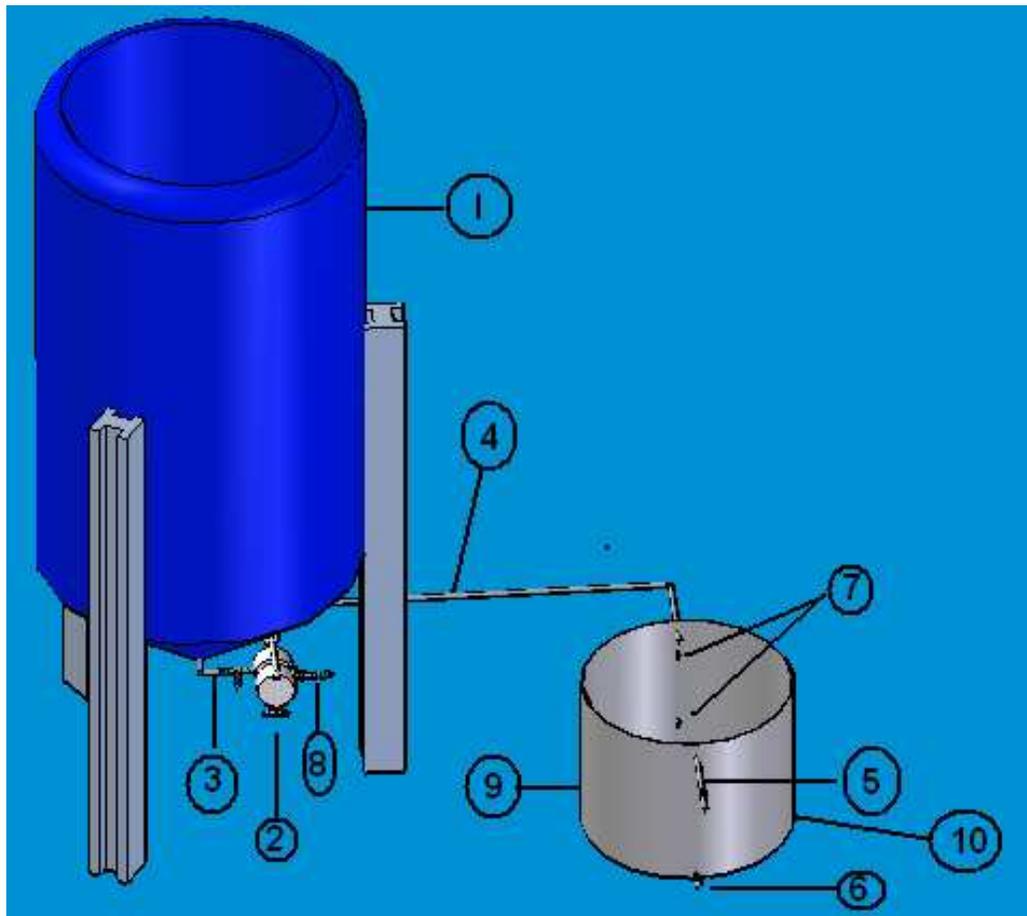
En el esquema mostrado a continuación se puede ver claramente los diferentes módulos que lo compone de acuerdo a sus funciones.

Ilustración 16. Esquema general de la estación por bloques funcionales



6.4 DISTRIBUCIÓN GEOMÉTRICA

Estación de bombeo



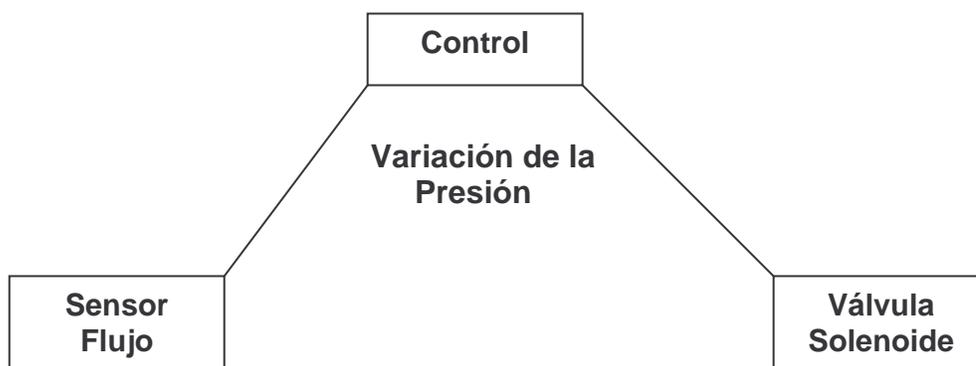
- a. Tanque de almacenado.
- b. Bomba neumática.
- c. Sistema alternativo de alimentación.
- d. Línea de suministro de materia prima.
- e. Línea de suministro de agua.
- f. Válvula de llenado de tanque.
- g. Sensores de nivel.
- h. Alimentación neumática de la bomba.
- i. Alimentación de aire del difusor.
- j. Tanque de mezclado.

6.5 IDENTIFICADOR DE INTERACCIONES FUNDAMENTALES E INCIDENTALES

Una posible interacción no planificada en el diseño de la estación de bombeo puede generar un efecto negativo en el funcionamiento de la estación, se debe a la variación de presión en la tubería que alimenta el tanque de mezclado, donde se realiza la mezcla de todos los insumos del blanqueador.

Esta variación de presión puede ser causada por muchos motivos como por ejemplo; El sistema de bombeo del acueductos en el día disminuye por causa del consumo de la ciudadanía y por las noches se nota un aumento de la presión, esta variación de presión puede generar un mal funcionamiento de la estación a causa de una lectura errónea del sensor de flujo que se puede ver reflejada en el proceso de mezclado porque puede disminuir el flujo de agua o aumentarlo variando los porcentajes requeridos ideales de agua, afectando la concentración del blanqueador.

Ilustración 17. Interacción incidental



Este aspecto se tuvo en cuenta para implementar un regulador de presión en la planta de producción que garantizara una presión constante independientemente de la variación que se produzca.

6.6 ARQUITECTURA EN DIFERENTES NIVELES

La arquitectura de los sistemas de la estación de bombeo que más prevalece en el diseño es la arquitectura modular y en algunos de los subsistemas empleados en el diseño cuenta con una arquitectura integral.

Con esta combinación de arquitecturas lo que busca es cumplir con las especificaciones y conseguir una estación de bombeo eficiente.

6.7 ARQUITECTURA ELECTRÓNICA

Para lograr una definición del sistema eléctrico de la estación de bombeo se pensó en la necesidad de simplificar los circuitos electrónicos que hacen partes de la instrumentación de los sensores y actuadores de la estación, al simplificar el sistema electrónico se reduce la posibilidad de fallas ocasionadas por los gases altamente corrosivos emanados por los insumos químicos almacenados en el área de producción, de igual manera se logra reducir el cableado y conexiones eléctricas de la estación.

Con esto en mente se desarrollo una arquitectura modular para la estación logrando disminuir posibles fallas eléctricas y al mismo tiempo facilita su reparación y mantenimiento, así se logra optimizar el funcionamiento y eficiencia de la estación de bombeo.

7. DISEÑO INDUSTRIAL.

7.1 VALORACIÓN DEL DISEÑO INDUSTRIAL

La estación de bombeo empleada en el proceso de fabricación de blanqueador níveo, esta diseñada precisamente para la empresa **DISTRIMAS** y se ajusta a las necesidades y el entorno en el área de producción de la empresa. Es necesario tener algunas consideraciones como el ambiente corrosivo y lo húmedo del lugar donde se piensa implementar en el área de producción,

Se realizó una valoración del diseño industrial para aplicar algunos conceptos y componentes para mejorar el diseño de la estación de bombeo. La mejor forma de lograr una valoración del diseño industrial consiste en hacer un análisis de ergonomía y las necesidades estéticas de la estación de bombeo así como un análisis de los materiales aptos para implementar la estación de bombeo.

Estas consideraciones son de gran importancia en el desarrollo del diseño porque resaltan los aspectos como la facilidad de uso, la resistencia a la corrosión y humedad, los estándares de seguridad del INVIMA, la seguridad y apariencia física son de suma importancia para la estación porque ofrece un valor agregado al diseño.

7.1.1 Ergonomía. Un aspecto de importancia para el diseño es la facilidad de uso que la estación brinda al operario, puesto que es una de las necesidades de la empresa ya que el personal que manipulara la estación es poco calificado para operar sistemas electrónicos. Por ende debe permitir un fácil control y manipulación.

La estación de bombeo maneja un nivel de complejidad medio, lo cual asegura que parte del mantenimiento de la estación lo puede efectuar el operario con tareas como limpieza de tanques, revisión de válvulas, aplicar anticorrosivo, la tornillería y remaches, En cuanto al mantenimiento del sistema electrónico lo puede realizar un técnico electrónico.

Como la estación esta diseñada para ser operada por el personal autorizado de producción se ha tenido en cuenta algunas opciones de seguridad tales como: Que personas de otros departamentos no puedan manipular el panel de control de la estación, aislar las conexiones eléctricas, evitar derramamiento de los tanques de la estación.

7.1.2 Estética. Es necesario que la estación tenga un impacto visual positivo a pesar de los factores y limitaciones que actúan en el diseño y están presentes en el área de producción como:

El espacio asignado para implementar la estación es un gran limitante para el diseño porque se debe enfocar en un perímetro determinado guardando una simetría entre los componentes y actuadores del sistema para evitar que quede muy comprimido o con demasiado espacio, porque estéticamente no sería correcto.

Otro aspecto que limita la estética del diseño son los gases y sustancias corrosivas que generan cambios en los materiales de la estación limitándolo solo a los que puedan resistir la corrosión. Como la estación no se comercializara poca importancia tiene la imagen y la moda en este diseño por ser exclusividad de **DISTRIMAS**

Ilustración 18. Naturaleza del producto



A la hora de definir la estación esta dominada por la tecnología, debido a que esta enfocada para realizar una tarea técnica específica como la producción de blanqueador. Además los requerimientos ingeniérriles y técnicos predominan ante otros.

7.2 IMPACTO DEL DISEÑO INDUSTRIAL

Este impacto de diseño industrial se ve reflejado en las categorías que interactúan con el operario.

7.2.1 Comunicación con el usuario. La estación de bombeo tiene un breker de protección contra cortos circuitos, adicional a este funciona como interruptor de prendido y apagado energizando todo el sistema (PLC, actuadores y sensores).

También tiene un interruptor de emergencia para detener el proceso de producción cuando ocurra un evento inesperado y otro de modo manual por si la parte automática presenta fallas.

El modulo de control de la estación de bombeo es la parte principal del sistema pues esta a cargo de un PLC (Schneider TWIDO) que consta de 16 entradas digitales y 16 salidas digitales, cuatro entradas análogas, con una línea de alimentación v_{cc} y tierra donde se conectaran los sensores y actuadores seleccionados, da la posibilidad de sustituir un sensor por cualquier tipo de sensor instrumentado.

En el panel de control se encuentra un indicador lumínico que indica cuando el nivel del tanque de almacenado esta llegando a niveles bajos y debe reabastecerse, también un indicador lumínico en el tanque de almacenado que emita la señal cuando el tanque esta en su capacidad máxima de nivel y otro que indique que el proceso termino.

7.2.2 Facilidad de mantenimiento y reparación. En la línea de suministro de agua se implemento una válvula de bola de seguridad que permite cortar el flujo de agua cuando se realice un mantenimiento preventivo a la estación o para facilitar el arreglo de la tubería o el sensor flotación y la válvula solenoide ON – OFF.

De igual manera se implemento una llave de seguridad plástica en la línea de suministro de materia prima de la estación con el fin de aislar el tanque de almacenamiento del resto del sistema, esto permite realizar el mantenimiento preventivo al tanque de almacenado o permite repararlo cuando tenga una avería o fuga, además cuenta con una tubería auxiliar que permite acoplar canecas de 55 galones para que la estación siga funcionando sin necesidad del tanque de almacenado.

La línea que suministra el aire a la bomba neumática de la estación también se le implemento una válvula manual de seguridad y un filtro de purga para sacar el agua condensada de la línea.

La parte eléctrica esta diseñada para funcionar sin necesidad de mantenimiento y en caso de avería por cortocircuito o quema de un componente electrónico un técnico estará capacitada para realizar el arreglo.

7.2.3 Uso apropiado de los recursos.

- Los materiales seleccionados son apropiados para trabajar en ambientes corrosivos y en términos de costo y calidad

- Todas las características son necesarias para el funcionamiento de la estación.
- Los desechos de la estación son arrojados al canal de aguas residuales donde se les da un trato especial para verterlos en las cañerías del municipio y los gases emanados son evacuados del lugar por los conductos de ventilación de producción.

7.2.4 Diferenciación del producto. La estación se puede distinguir fácilmente en el área de producción debido a ser el primer dispositivo autónomo en el departamento de producción y su diseño es muy llamativo al permitir que se vean todos los actuadores del sistema.

7.3 EVALUACION DE CALIDAD DEL DISEÑO INDUSTRIAL

A continuación se muestra la tabla de evaluación de diseño industrial general, que se realizó basado en las técnicas de diseño industrial empleadas en el desarrollo de la estación de bombeo de Distrimas

EVALUACION DE CALIDAD

Tabla6. Evaluación general de calidad del diseño industrial

CATEGORÍA	NIVEL DE IMPORTANCIA
	Bajo medio alto
Calidad de las interfaces de usuario	
Requerimientos emocionales	
Facilidades de mantenimiento	
Uso apropiado de los recursos	
Diferenciación del producto	

8. DISEÑO PARA MANUFACTURA Y ENSAMBLE.

8.1 DISEÑO PARA MANUFACTURA

Debido a que el diseño de la estación de bombeo es únicamente para la empresa distrimas y busca satisfacer las necesidades actuales que tiene la empresa en el proceso de fabricación del blanqueador se pensó en integrar las partes de la estación, de esta forma se aprovecho la base central donde esta instalado el tanque de homogenizado para derivar los subsistemas como el suministro de agua y el insumo primario que originan el blanqueador.

Los sistemas electrónicos se diseñaron por módulos independientes para cada sensor y actuador del sistema, reduciendo el cableado y aumentando la confiabilidad y seguridad de la estación.

Se seleccionaron materiales resistentes a la corrosión y a los parámetros establecidos por el INVIMA y la unidad ejecutora de saneamiento ambiental (UES).

La etapa de homogenizado esta a cargo de un sistema difusor de aire que cumple con la función de convertir el flujo de aire que alimenta el sistema en pequeñas burbujas de aire uniformes que recorren verticalmente el tanque de mezclado desde la parte inferior del tanque hasta la base superior del tanque creando una serie de pequeños vortices que permiten que los insumos del blanqueador se diluyan creando así un producto homogéneo en su concentración.

8.2 LISTADO DE MATERIALES Y COMPONENTES DE LA ESTACIÓN

A continuación se muestran los listados de los materiales y componentes de cada subsistema de la estación y la cotización de la mano de obra de la estación de bombeo.

8.2.1 Línea de agua.

Tabla 7. Lista de materiales, línea de agua

Componentes	Cantidad	Costo estimado (unitario)\$	Costo estimado (total) \$
Tubería PVC de pulgada	10 metros	1500	15000
T de pulgada	3	700	2100
Adaptador roscado macho de pulgada	6	1000	6000
Adaptador roscado hembra de pulgada	4	1000	4000
Codos PVC de pulgada	6	700	4200
Válvula cheque pulgada	1	13500	13500
Válvula solenoide 1 “	1	85000	85000
Llaves de bola 1”	1	7500	7500
Llave de bola plástica de pulgada	2	8500	17000
Sensor flotador ON – OFF en polipropileno	1	70000	70000
Acople universal de 1”	1	1300	1300
Grapa de 1 “	20	100	2000
Pegante PVC	1	3000	3000
Limpiador de PVC	1	2900	2900
Cinta de teflón	4	500	2000

8.2.2 Línea de materia prima.

Tabla 8. Lista materiales línea materia prima

Componentes	Cantidad	Costo estimado (unitario)\$	Costo estimado (total) \$
Adaptador roscado hembra de pulgada	2	1200	2400
Válvula de purga de aire de pulgada en PVC	1	14000	14000
Sensor de flotación ON - OFF En polipropileno	3	70000	210000
Tubería PVC de pulgada	12 metros	3000	36000
Codos de PVC de pulgada	5	1000	5000
Grapa para tubería	20	100	2000

8.2.3 Línea de aire.

Tabla 9, Lista de materiales línea de aire

Componentes	Cantidad	Costo estimado (unitario)\$	Costo estimado (total) \$
Tuberías galvanizada de ½” pul	6 metros	4830	29000
Acople rápido para mangueras ½”	2	7000	14000
Niple roscado ¼ de pulgada	4	800	3200
Codos galvanizados de ½ pul	2	1500	3000
Filtro de aire	2	70000	140000
Llave de bola	2	7000	14000
Abrazaderas de 1/4	2	600	1200
Grapa para tubería galvanizada de ½ “	5	100	500
Regulador de presión	2	70000	140000

8.2.4 Bomba neumática.

Tabla 10, Lista de materiales de la bomba neumática

Componentes	Cantidad	Costo estimado (unitario)\$	Costo estimado (total) \$
Bomba neumática	1	950000	950000
Soporte plástico	2	7500	15000
Base plástico	1	20000	20000
Tornillos de sujeción para la bomba	4	400	1600
Chazos de expansión para los soportes	6	600	3600
Manguera plástica 1/4”	2 metros	1000	2000
Abrazadera de ½”	2	400	800

El precio de la bomba esta dado en dólares y se cotizo a la tasa representativa de 2350 pesos correspondiente al día de la cotización

8.2.5 Línea eléctrica.

Tabla 11, Lista de materiales línea eléctrica

Componentes	Cantidad	Costo estimado (unitario)\$	Costo estimado (total) \$
Caja de fusible plástica	1	50000	50000
PLC Schneider TWIDO 110-240Vca, 14E a 24Vcc,10S relé	1	797.000	797.000
Cable de programación multifunción al	1	417.000	417.000
Programa de secuencia de la estación	1	400000	400000
Breker protector de corto circuito	2	6000	12000
Tubería eléctrica	10	2000	20000
Codo tubería eléctrica	6	700	4200
Cable de 120 V línea eléctrica con cobertura plástica	22 metros	800	17600
Grapas	25	100	2500
interruptor de paro de emergencia	1	7500	7500
Indicador piloto (LED)	3	3500	10500
Resistencias	15	50	750
Panel de control	1	200000	200000

8.2.6 Lista de componentes del homogenizador.

Tabla 12, Lista de materiales del homogenizador

Componentes	Cantidad	Costo estimado (unitario)\$	Costo estimado (total) \$
difusor de membrana 140 cm.	2	45000	90000
difusor de membrana 120 cm.	2	40000	80000
difusor de membrana 100 cm.	2	35000	70000
Manguera de presión de 1/8	3	2500	7500
Acoples de manguera de presión	2	1000	2000
Válvula solenoide para aire	1	90000	90000
Válvula cheque para aire	1	17500	17500

8.2.7 Tanques de la estación.

Tabla 13, lista de tanques de la estación

Componentes	Cantidad	Costo estimado (unitario)\$	Costo estimado (total) \$
Tanque de cisterna de almacenamiento de 5000 galones	1	9000000	9000000
Tanque de mezclado	1	1500000	1500000

8.2.8 Base de la estación.

Luego de un detallado análisis para encontrar la estructura adecuada de soporte del tanque de mezclado de la estación se llegó a la conclusión de fabricar la base con cemento y ladrillo, de esta manera la base no sufre problemas de corrosión y su costo es de 160000 pesos.

Tabla 14, lista de tanques de la estación

Componentes	Cantidad	Costo estimado (unitario)\$	Costo estimado (total) \$
Ladrillo	100	300	30000
Cemento por bulto	2	19500	39000
Varilla de ½ pulgada hierro	15 MTS	1200	18000
Balastro por bulto	3	3000	9000
Secante	1	15000	15000
Mano de obra		59000	59000

8.3 COSTOS DE ENSAMBLE

El costo de ensamble es muy importante para el desarrollo de la estación porque permite llevar un registro financiero del proyecto, y en este caso hace referencia a las etapas que involucran mano de obra calificada como son:

- El montaje de la línea de agua.
- El montaje de la línea de suministro de insumo principal.
- El montaje del homogenizador.
- El montaje de la línea eléctrica.
- El montaje de la base de la estación.
- Extensión de la línea de aire.

8.3.1 Costo de mano de obra calificada.

Tabla 15, Costo de mano de obra calificada

MONTAJE	VALOR POR METRO \$	VALOR TOTAL \$
Línea de agua	2500	25000
Línea de suministro de materia prima	2500	30000
Estructura del homogenizador	-----	15000
La línea eléctrica	3000	45000
Base de la estación.	-----	170000
Extensión de la línea de aire	6000	18000

El costo total de la estación de bombeo se estima en 14'946.650 pesos, un 25 por ciento menos que lo presupuestado por la empresa.

8.4 IMPACTO DEL DPM SOBRE OTROS FACTORES

Se estima alrededor de un 40% del tiempo de investigación invertida en el diseño de manufactura, ya que se debía investigar que materiales y componentes son aptos para resistir las condiciones ambientales presentes en el área de producción, tales como corrosión y humedad, verificar que los componentes y materiales cumplan los parámetros establecidos por el INVIMA y la unidad ejecutora de saneamiento ambiental (UES). Al realizar un proceso de manufactura adecuado para los componentes y subsistemas de la estación, se elevan los niveles de calidad y seguridad de todo el sistema.

9. PROTOTIPADO.

9.1 PROTOTIPOS UTILIZADOS Y SUS FUNCIONES

Durante el proceso de diseño de la estación de bombeo se generaron diversos prototipos

- **Prototipo 1:** prototipos del diseño para el sistema electrónico, se simularon las señales emitidas por los sensores para probar el funcionamiento real de los circuitos electrónicos que llevara la estación de bombeo.
- **Prototipo 2:** prototipos analíticos de los subsistemas de la estación usando herramientas CAD, especialmente para analizar las dimensiones de la estación y tener una idea clara de cómo la estación quedará finalmente diseñada.
- **Prototipo 3:** Para el diseño de la estructura de la estación, se realizaron pruebas con diferentes materiales con el fin de ver su comportamiento ante sustancias corrosivas y determinar cuales pueden ser seleccionados para conformar la base de la estación.

10. DISEÑO DETALLADO.

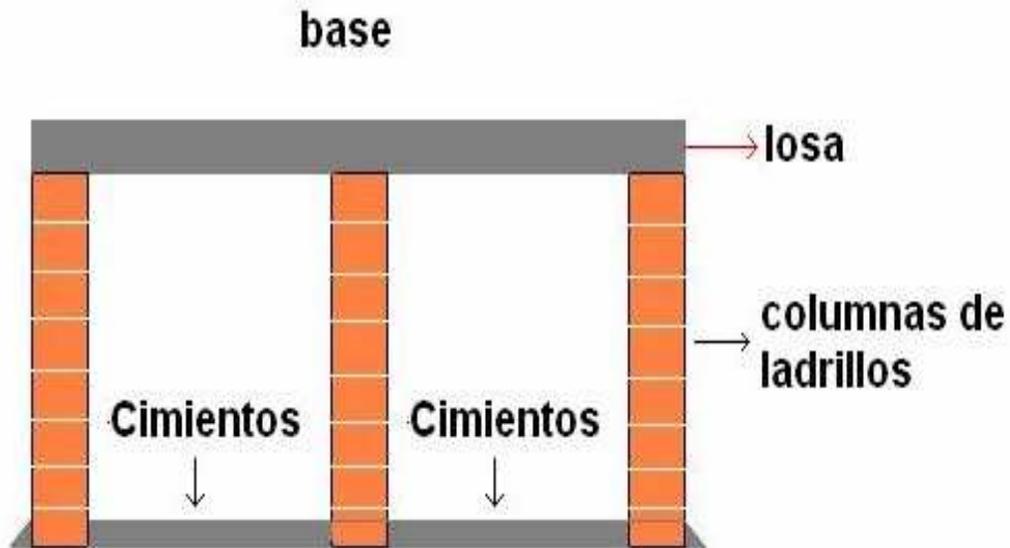
10.1 DISEÑO DE LA BASE DEL TANQUE DE HOMOGENIZADO

Teniendo en cuenta que el ambiente de trabajo es altamente corrosivo. Los materiales apropiados para trabajar bajo estas condiciones y que cumplan los parámetros establecidos por el INVIMA y la unidad ejecutora de saneamiento ambiental (UES) son pocos.

10.1.1 Columnas de la Base. Las columnas de la base se deben hacer con ladrillo y cimientos permitiendo que la carga (el peso del tanque) sea distribuida por la losa de concreto, transmitiendo la carga entre las tres columnas para dirigirla al piso.

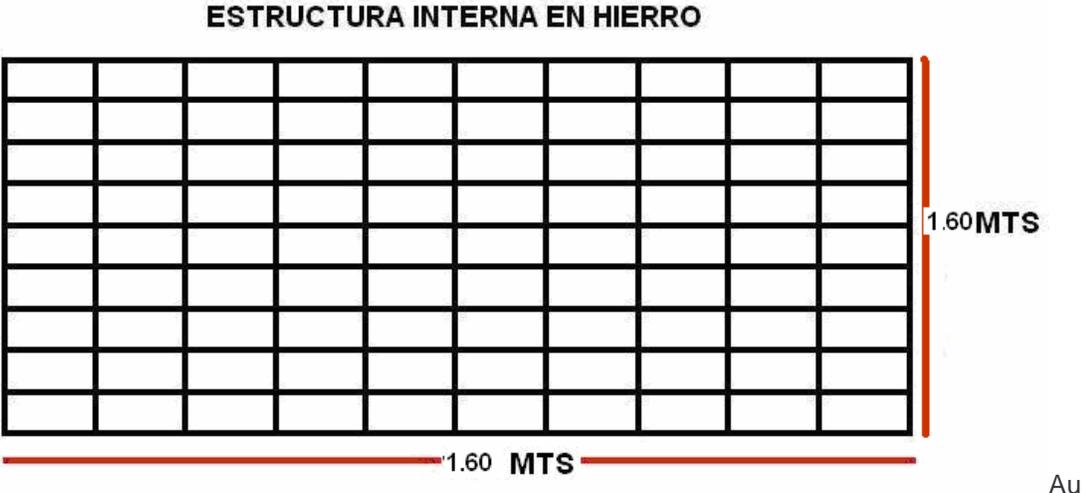
La altura de la base es de 0.50 metros. Y se puede observar en el siguiente diagrama.

Ilustración 19. Base del Tanque de mezclado



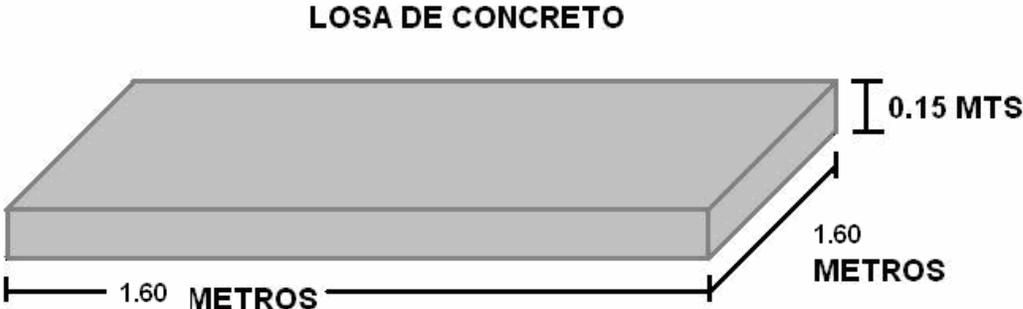
10.1.1.1 Losa de Concreto. Se decide hacer una base de concreto que permita soportar el peso del tanque de mezclado y que sea resistente a la corrosión producida por los insumos químicos, esta losa de concreto esta compuesta por una estructura interna en forma de maya compuesta por 11 varillas de 160 metros de largo y de ½ pulgada con un amarre perpendicular a 10 varillas de 1.60 metros de largo y de ½ pulgada como se muestra a continuación:

Ilustración 20. Estructura interna



A la mezcla de concreto se le adiciona un impermeabilizante para proteger la estructura metálica de una posible filtración de blanqueador y evitar una falla en la estructura por oxidación de la maya.

Ilustración 21. losa de concreto



10.2 DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE ALMACENADO DE MATERIA PRIMA

Este subsistema de almacenado optimiza el proceso de producción del blanqueador disminuyendo considerablemente el tiempo de selección del material ya que actualmente el operario debe transportar una caneca de 55 galones con un peso promedio de 250 kilos hasta la tina de mezclado, luego por medio de un sistema de sifón el insumo es vertido en contenedores de 20 litros y luego se deposita en la tina de mezclado.

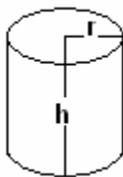
Con este diseño, por medio de una tubería y una bomba neumática el insumo es transportado hasta el tanque de mezclado con la cantidad exacta, este subsistema de almacenado esta compuesto por un tanque de almacenado de 5000 galones, tres Sensores de contacto flotante en polipropileno (ON –OFF), una bomba neumática de teflón especial para productos químicos.

10.2.1 Tanque de almacenado. El tanque de almacenado esta diseñado para almacenar sustancias corrosivas como el hipoclorito de sodio, por esta razón se emplea polietileno porque es un material apto para almacenar insumos químicos ya que no altera la sustancia química y por ser resistente a los químicos corrosivos.

La capacidad en galonaje del tanque es de 5000 galones (de hipoclorito al 13%), el tanque tiene una altura de 4 metros y un diámetro de 2.48 metros, en la parte inferior tiene una tolva cónica circular recta cuya función es dirigir el fluido hasta la línea de suministro. Esta tolva tiene una altura de 1 metro y un radio de 1.24 metros.

El tanque de almacenado esta acoplado a una base, conformado por tres vigas de acero recubierto por una cobertura anticorrosivo, la base esta anclada en tres puntos por unos soportes al suelo.

Para determinar la capacidad en galones del tanque es necesario conocer el volumen del tanque en la parte cilíndrica por eso el volumen de un cilindro es:



$$1) V = \pi * r^2 h$$

$$1) V = \pi * 1.24m^2 \times 4m$$

$$2) V = 19.322m^3$$

Entonces para calcular la capacidad de galonaje del tanque de

almacenamiento es necesario dividir el volumen cilíndrico sobre 3800cm^3

$1\text{galón} = 3800\text{ cm}^3$

$19.322\text{ m}^3 = 19322096\text{ cm}^3$

Entonces:

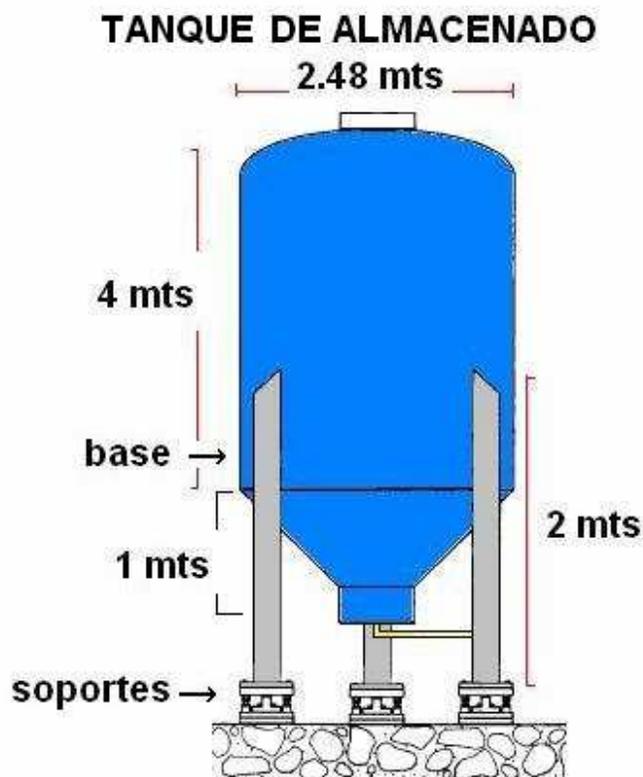
$$4) \frac{19322096\text{cm}^3}{3800\text{ cm}^3}$$

5) 5084galones

El tanque en la forma cilíndrica tiene una capacidad de almacenamiento de 5000 galones aproximadamente.

Por medida de seguridad se le aumenta la capacidad de galonaje al tanque para evitar accidentes en el reabastecimiento, se diseño una tolva para dirigir el fluido a la línea de suministro.

Ilustración 22. Tanque de almacenado



10.2.2 Sensores de contacto flotante. La etapa de registro de inventario de la materia prima esta a cargo de los sensores de contacto flotante ON – OFF en polipropileno especial para trabajar con químicos corrosivos marca MADISON, estos sensores están distribuidos a lo largo de la línea de medición lineal (galones) del tanque de almacenamiento:

- El primer sensor esta ubicado en la línea vertical de medición lineal en el primer cuarto de tanque, esto traducido en galones es aproximadamente 1250 galones y la función principal de este sensor es dar un aviso lumínico por medio de un piloto, cuando el nivel del fluido llegue a este punto, avisa al operario que solo queda materia prima para generar solo cinco lotes más de 500 galones de blanqueador, por otro lado el operario con esta señal genera la orden de compra para reabastecer el tanque de almacenamiento aproximadamente en tres días .
- El segundo sensor esta ubicado en la mitad de la línea vertical de medición del tanque donde indica 2500 galones, y su función es simplemente tener un registro de inventario de la materia prima.
- El tercer sensor esta ubicado en la línea vertical de medición en 5000 galones y su función principal es indicar que el tanque esta completamente abastecido, esta señal se ve por medio de un piloto que emite una señal lumínica en el panel de control.

Los sensores están instalados rígidamente de manera que el flotador pueda moverse libremente sobre el vástago a medida que el nivel del fluido desciende.

El sensor esta montado en la línea vertical de nivel, porque en esta zona el tanque experimenta menos turbulencia del fluido y evita que el sensor produzca señales de error que interrumpen el proceso, además por seguridad se le implementa un protector de chapoteo.

El vástago del sensor esta instalado de forma vertical para obtener el mejor desempeño del sensor y disminuir los riesgos de fallas que puedan causar mediciones erróneas.

A continuación se puede observar una foto del sensor de contacto de flotación y un esquema donde se pueden observar las partes del sensor.

Ilustración 23. Sensor nivel

Ilustración 23 - A Partes del Sensor



Madison, sensores de nivel, [en línea] USA: madison ,2005 [consultado 02 marzo 2006] disponible en Internet: <http://www.MADISON.COM>

A continuación se muestra una tabla de corriente y voltaje del sensor

Tabla 16, Voltaje y Corriente

Watts	Voltaje	Corriente Amp
60	220 AC	0.4
	110 AC	0.5
	120 DC	0.2
	24 DC	0.5

Características técnicas de los sensores de contacto flotantes ON - OFF

Tabla 17, Características Técnicas Sensores

Materiales Vástago flotador	Temp. Máx. °C	Rosca	Presión Máx. (psi)	Watts
polipropileno	150	¼ NPT	100	60

Para garantizar el óptimo rendimiento y prolongar la vida útil del sensor de contacto flotante, no se deben exceder los límites de presión, temperatura, voltajes y corrientes

especificados en las características técnicas del sensor. Otra manera de garantizar el rendimiento de los sensores y alargar la vida útil es minimizando los riesgos de ser afectados por vibraciones, cambios bruscos de temperatura, exposición a campos magnéticos o golpes.

El mantenimiento preventivo del sensor lo puede realizar el personal asignado en el área de producción, el mantenimiento no es complejo y se trata simplemente de limpiar periódicamente el vástago y el flotador, garantizando que el flotador se pueda desplazar libremente sobre el vástago.

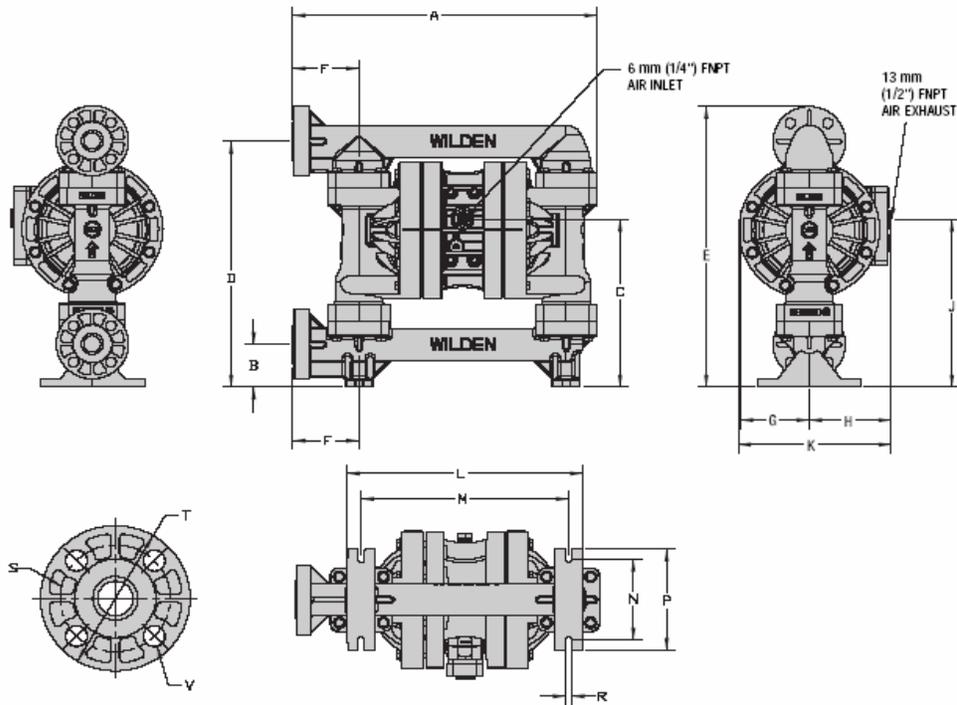
10.2.3 Bomba neumática. Para seleccionar la bomba se tuvo en cuenta las características químicas del fluido tales como densidad, viscosidad, nivel de corrosión. Se realizó un proceso de selección para ver cual de los actuadores que se encuentran en el mercado es el más indicado para implementarlo en el desarrollo la estación de bombeo.

Los resultados de este proceso de selección muestran que el actuador que más resiste a las características químicas del fluido, es una bomba neumática de referencia P200 ADVANCED de marca WILDEN con una capacidad máxima de bombeo de 58 GPM o 210 LPM, funciona con un rango de presión entre 60 y 125 PSI siendo 60 la presión mínima requerida para funcionar y 125 la escala máxima de funcionamiento, el material empleado en la fabricación de la bomba es teflón igualmente el sistema de succión, la P200 presenta la facilidad de desarme para realizar mantenimiento y en caso de que alguna pieza se dañe, sea por desgaste o por golpes se encuentra los repuestos, desde un tornillo hasta el soporte o carcasa.

Tabla 18, Ficha Técnica

Materiales	Temp. Máx. °C	GPM	Presión Máx. (psi)
Teflón	80	(10-58)	(60 – 125)

Dimensiones de la bomba



DIMENSIONS - P200 ADVANCED™ PLASTIC		
ITEM	METRIC (mm)	STANDARD (inch)
A	457	18.0
B	66	2.6
C	260	10.2
D	378	14.9
E	434	17.1
F	99	3.9
G	104	4.1
H	122	4.8
J	259	10.2
K	231	9.1
L	353	13.9
M	310	12.2
N	124	4.9
P	158	6.2
R	10	0.4
	DIN (mm)	ANSI (inch)
S	85.0 DIA.	3.125 DIA.
T	115.0 DIA.	4.25 DIA.
U	14.0 DIA.	.620 DIA.

WILDEN, Bombas neumáticas en teflón [en línea] argentina: wildenusa, 2005 [consultado 22 febrero del 2006] disponible en Internet <http://www.WILDEMPUMP.COM>

La P200 tiene una ventaja ante otros dispositivos de bombeo que se encuentran en el mercado porque no necesita ser cebada al empezar a funcionar, la P200 mantiene la fuerza de bombeo hasta una altura de aproximada de 10 Mts.

La P200 tiene una ventaja ante otros dispositivos de bombeo que se encuentran en el mercado porque no necesita ser cebada al empezar a funcionar y este equipo mantiene la fuerza de bombeo hasta una altura de aproximada de 10 Mts,

Si la presión de alimentación de la bomba esta calibrada a 70 PSI la bomba se programo para que entregue un flujo de 25 GPM, si por algún motivo la presión se incremento a 80 PSI el flujo que entrega la bomba se incrementa debido al aumento en la fuerza de succión, así los pulsos enviados por el controlador sean los mismos.

Es por esta razón que se implemento una medida de seguridad para la estación que garantice siempre el mismo flujo de aire con la misma presión de 90 PSI que es la presión que la bomba va a recibir, con un regulador de presión para evitar que las variaciones afecten el sistema y para proteger la bomba ya que la presión máxima que puede soportar es 125 PSI.

- Por cada galón de blanqueador se requiere 0.42galones de hipoclorito

Entonces:

- $500Galones \times 0.42Galones = 210Galones$ de hipoclorito.

El tiempo que se demora en llegar el hipoclorito a los 210 galones se calcula de la siguiente manera:

- El flujo de salida de la bomba esta regulado a 30 GPM a una presión de 90 PSI, si el flujo salida de la bomba es constante el tiempo de llenado se calcula de la siguiente manera:

- $$\frac{210G}{30G * M} = t$$

- $$t = 7M$$

El tiempo que tarda el flujo de hipoclorito en llenar el tanque de mezclado en el nivel de los 210 galones es 7 minutos, con este tiempo se programa un temporizador que dispara una alarma para que detenga el proceso en caso de que el sensor de nivel falle.

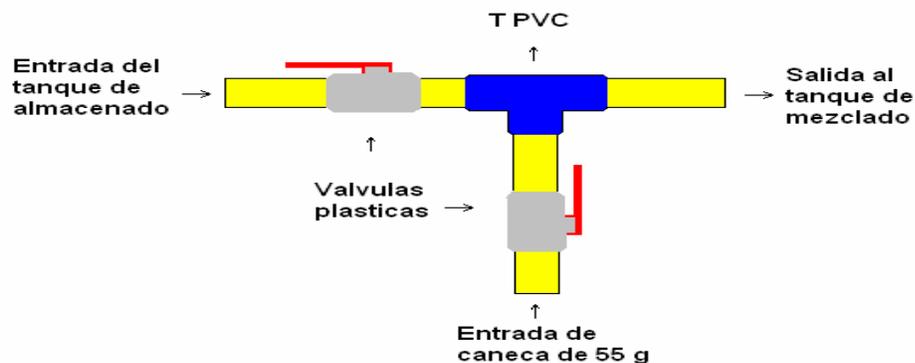
Ilustración 24. Bomba Neumática P200 WILDEN



WILDEN, Bombas neumáticas en teflón [en línea] argentina: wildenusa, 2005 [consultado 22 febrero del 2006] disponible en Internet <http://www.WILDEMPUMP.COM>

10.2.4 Sistema de seguridad. En el diseño de la estación se considero la posibilidad de falla en el tanque de almacenado y por esta razón se diseño un sistema de alimentación alterno que esta compuesto por un sistema de válvulas manuales de plásticos que permita aislar el tanque de almacenado y habilitar un conducto alterno donde se instalara una caneca de 55 galones que permite realizar el proceso de forma manual sin parar la producción.

Ilustración 25. Sistema Alterno de Seguridad



10.3 SUBSISTEMA DE MEZCLADO

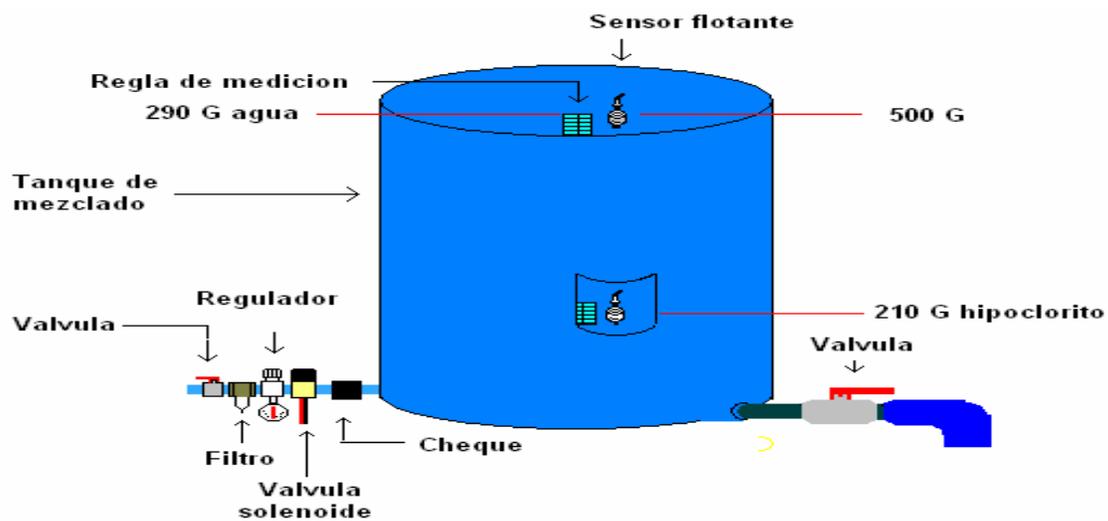
Este subsistema está diseñado para realizar la etapa de mezclado y homogenizado del blanqueador, está conformado por un tanque de mezclado con capacidad de 500 galones, dos sensores de contacto flotante, un sistema difusor de aire.

10.3.1 Tanque de mezclado y homogenizado. En este tanque se realiza el proceso de mezclado de los insumos que dan origen al blanqueador. El lote de producción aprobado por la empresa distrimas es de 500 galones, Por esta razón el tanque de mezclado que se seleccionó tiene una capacidad de 500 galones, el material (polietileno) ideal para fabricar el tanque porque es resistente a los fluidos corrosivos, el tanque al ser lineal permite llevar un registro a través de una regla de medición con una escala de cada 10 galones, al tanque se le implementaron dos sensores de nivel de contacto flotante.

La base del tanque tiene un canal que dirige el blanqueador a una válvula de salida que evita desperdicio de blanqueador, el tanque tiene una entrada por un costado en la parte inferior que permite implementar el difusor que se encarga del proceso de homogenizado.

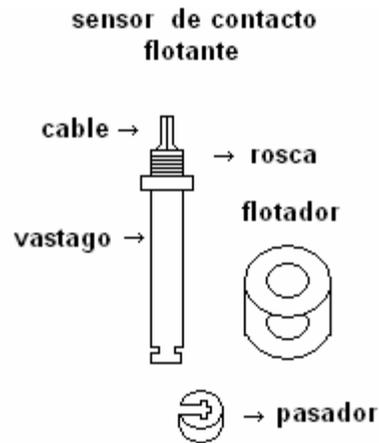
En la siguiente ilustración se puede observar el tanque y los diferentes sistemas que conforman la etapa de homogenizado.

Ilustración 26, tanque de mezclado



10.3.2 Sensores de nivel. Los sensores que se instalaran en el tanque de mezclado son sensores de contacto flotante idénticos a los sensores seleccionados en el tanque de almacenado.

Ilustración 27. Sensor de contacto



A continuación se muestra una tabla de corriente y voltaje del sensor

Tabla 19, Voltaje y Corriente

Watts	Voltaje	Corriente amp
60	220 AC	0.4
	110 AC	0.5
	120 DC	0.2
	24 DC	0.5

Características técnicas de los sensores de contacto flotantes ON - OFF

Tabla 20, Características técnicas Sensor

Materiales Vástago flotador	Temp. Máx. °C	Rosca	Presión Máx. (psi)	Watts
polipropileno	150	¼ NPT	100	60

A pesar de ser iguales que los empleados en el tanque de materia prima, cambia la función, de manera tal que se lleve un registro del nivel del tanque pero a la vez un control de la cantidad de hipoclorito y agua que se ha suministrado.

- El **primer sensor**: Esta instalado en la regla de medición exactamente en 210 galones que representa la cantidad exacta de hipoclorito de sodio (con una concentración al 13%) cantidad que se necesita del blanqueador para generar un lote de 500 galones, el sensor emite un uno lógico al controlador indicando que la selección de la materia prima esta lista y el controlador activa la siguiente etapa del proceso.
- El **segundo sensor** esta instalado en la regla de medición exactamente donde marca los 500 galones que representa la capacidad volumétrica máxima del tanque, a la vez el sensor marca los 290 galones restantes de agua que se necesitan para obtener blanqueador níveo con una concentración del cinco por ciento, al activarse el sensor manda un uno lógico al controlador indicando que el proceso de llenado finalizo y activa la válvula solenoide del difusor para comenzar el homogenizado.

10.3.3 Suministro de agua. Esta etapa del proceso se encarga de suministrar el agua al tanque de mezclado para obtener la reducción de concentración de un 13 por ciento a un 5 por ciento dando origen al blanqueador níveo.

El tanque de suministro de agua de la empresa entrega un flujo constante de 20 GPM, gracias a un regulador y bomba de presión instalado a la salida del tanque de suministro, este sistema no hace parte del diseño de la estación pero logra beneficiarse con el flujo de 20 galones por minuto.

Para un lote de 500 galones se requiere de 290 galones de agua para obtener blanqueador al 5 por ciento, el cálculo de esta proporción es muy sencillo:

- Por cada galón de blanqueador se requiere 0.58galones de agua

Entonces:

- $500Galones \times 0.58Galones = 290Galones$ de agua

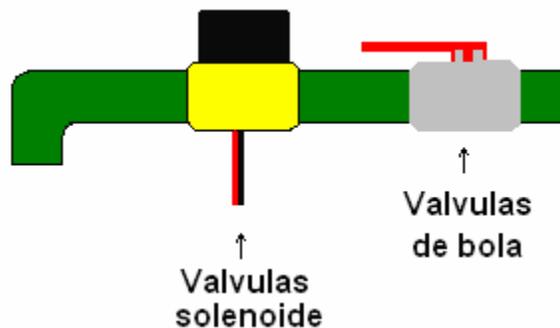
El tiempo de llenado se calcula de la siguiente manera:

- El flujo de suministro es constante, 20 GPM en cuanto tiempo se llenan 290 G
- $\frac{290G}{20G * M} = t$
- $t = 14.5M$

En 14.5 minutos el tanque de mezclado alcanza los 290 G de agua, este tiempo se calculo para activar una alarma de seguridad por si el sensor no manda el uno lógico en el controlador y se detiene el proceso, ya sea si se sobrepaso el nivel o se disminuyo el flujo de agua.

El sistema de suministro de agua esta conformado por una tubería y una válvula solenoide, la electro válvula se activa cuando el sensor de de hipoclorito manda el uno lógico al controlador, el controlador emite la señas de control y abre válvula solenoide permitiendo pasar el flujo de agua y cuando el sensor de nivel de agua se dispare el controlador cierra la válvula y pasa a la siguiente etapa.

Ilustración 28, Suministro de Agua



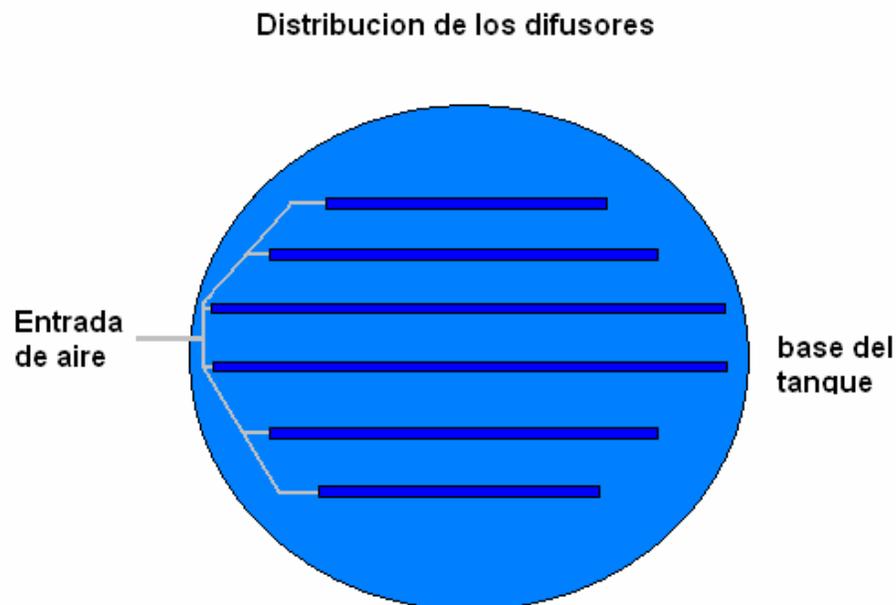
10.3.4 Sistema de homogenizado por difusor. La etapa de homogenizado empleada en la proceso de fabricación del blanqueador es para asegurar que la dilución de los insumos sea la adecuada y consiste en agitar la mezcla de los insumos por un tiempo

determinado, las propiedades químicas del hipoclorito y del agua son similares generando que la dilución entre estos dos insumos sea muy rápida.

Se realizó un análisis de los sistemas empleados en el sector industrial destinados a esta etapa de homogenizado, encontrando variada gama de dispositivos utilizados en la industria como el agitador o batidora compuesto por un moto-reductor, una base y un soporte de toda la estructura, un sistema de vibración, el difusor de aire que es empleado para químicos corrosivos, en plantas de tratamientos de aguas.

Se diseñó una etapa de homogenizado por medio de un sistema difusor de aire que libera diminutas burbujas de aire que emergen a la superficie arrastrando la mezcla hasta la superficie donde el flujo de burbuja de aire y mezcla del blanqueador forman pequeños vortices que aceleran el proceso de dilución, por otro lado se aprovecha la ventaja que tiene el blanqueador al diluirse rápidamente logrando disminuir el tiempo de producción.

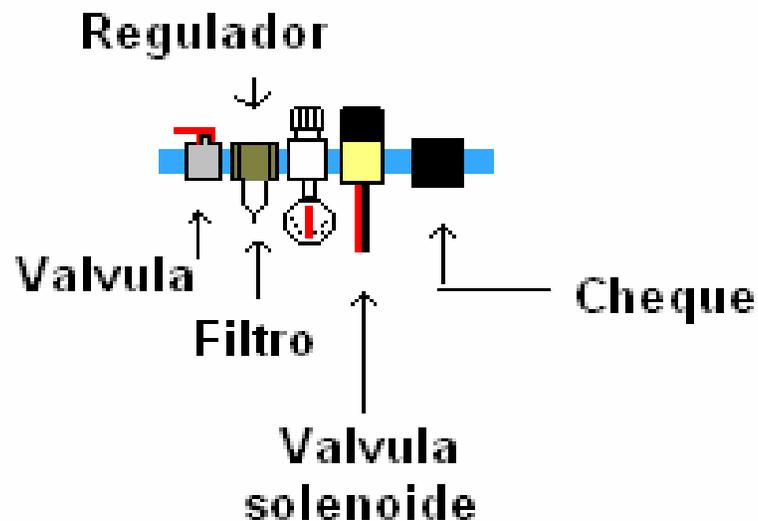
Ilustración 29 difusor



Se implementó un sistema con 6 tubos difusores para cubrir la base del tanque, Los tubos difusores están separados por una distancia de 25 centímetros uno del otro para garantizar un flujo homogéneo de burbujas en todo el tanque.

El tamaño de los difusores es el ideal para implementarlo en un tanque con las características y capacidad del tanque de mezclado, el sistema funciona con un rango de presión entre (20 -40) PSI, es necesario implementar un regulador de presión, filtro de aire, una válvula solenoide de aire, una válvula cheque de seguridad que evite el riesgo de que el blanqueador entre al sistema de aire.

Ilustración 30. Sistema de Seguridad del Difusor



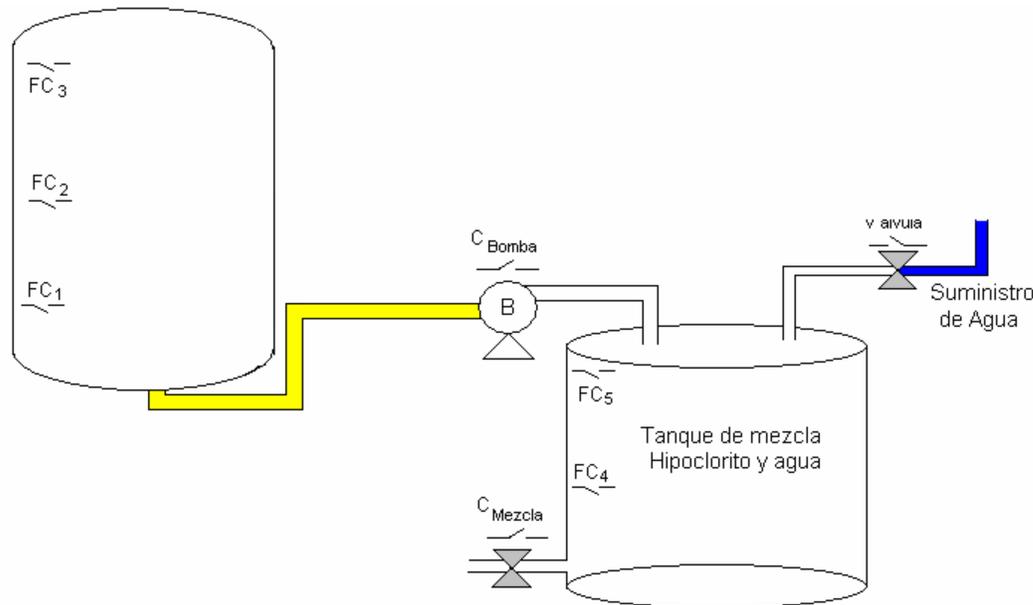
Cuando termina la etapa de llenado del tanque de mezclado, el controlador activa el temporizador y este emite una señal a la válvula solenoide para que abra el flujo de aire, empezando la etapa de homogenizado cuando pasan tres minutos el temporizador se desactiva parando el proceso de homogenizado.

10.4 CONTROL

La etapa de control esta a cargo de un PLC TWIDO SCHNEIDER modular Con 16 entradas a 24_{vcc} digitales y 16 salidas digitales a 110 voltios y un modulo de visualización y modificación de datos compactos.

Proceso

Ilustración 31. Proceso de Control



10.4.1 Descripción de la secuencia. La secuencia del proceso de producción de blanqueador nívleo comienza en la etapa de selección de materia prima (hipoclorito de sodio) en el tanque de almacenado de 5000 galones. El proceso comienza una vez se tenga como condición que el tanque de almacenado se encuentre a $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ o lleno. A partir de ahí el operario en el panel de control selecciona la opción en modo automático presionando el botón RUN.

El proceso seguirá, activando la bomba neumática para extraer hipoclorito del tanque de almacenado y transportarlo hasta el tanque de mezclado y llenar 210 galones correspondientes a la cantidad exacta de hipoclorito para generar el lote de producción de 500 galones, garantizando la concentración del 5 por ciento del blanqueador, en el tanque de mezclado, los 210 galones se sensan gracias al sensor de contacto flotante FC₄ que entrega un uno lógico cuando se activa el sensor.

El uno lógico es procesado por el PLC y emite una señal de control a la bomba neumática para detener el proceso de bombeo, inmediatamente el PLC manda la señal de control a la válvula solenoide que permitirá el paso de agua al tanque de mezcla, cuando se activa el sensor de contacto flotante FC₅ se desactiva la electro-válvula que permitió pasar 290 galones de agua restantes para completar la concentración del blanqueador, para un total de 500 galones entre hipoclorito y agua. Finalmente la electro válvula del difusor se activa mezclando con aire ambas sustancias por 3

minutos, una vez finalizado los tres minutos de mezcla se desactiva la electro válvula de mezcla y el proceso secuencial finaliza.

Ilustración 32. Tablero de control

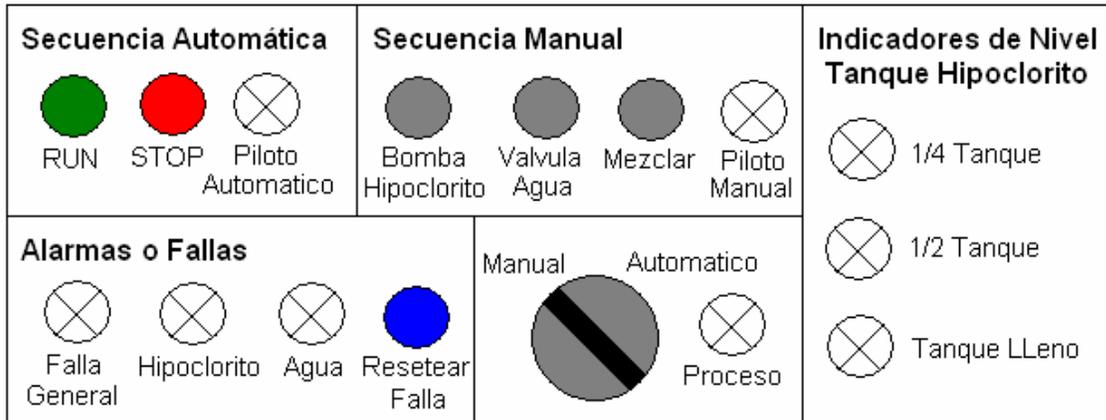


Tabla de Secuencia

Tabla 21. Secuencia

Secuencia	Evento	Acción
M ₁	S ₁ +S ₂ +C.I.	C _{Bomba}
M ₂	FC ₄	Válvula
M ₃	FC ₅	Mezcla, T ₁
M ₄	T ₁	

Entradas y Salidas Digitales

Tabla 22. Entradas y salidas digitales

Entradas Digitales	Estado de la entrada	Salidas Digitales
FC ₁	NA	C _{Bomba}
FC ₂	NA	C _{Válvula}
FC ₃	NA	C _{Mezcla}
FC ₄	NA	Piloto Automático
FC ₅	NA	Piloto Manual
S ₀ (STOP)	NC	Piloto Proceso
S ₁ (RUN)	NA	Piloto Falla General
S ₂ (Man/Auto)	NA (para Manual)	Piloto Hipoclorito
S ₃ (Reset falla)	NA	Piloto Agua
Bomba _M	NA	Piloto ¼ Tanque
Válvula _M	NA	Piloto ½ Tanque
Mezcla _M	NA	Piloto Tanque Lleno

11. CONCLUSIONES

A lo largo del periodo de diseño de la estación de bombeo se implementaron metodologías de diseño estructurado que permitieron simplificar el diseño, permitiendo reducir costos y manteniendo la efectividad del sistema, teniendo en cuenta todos los factores involucrados en el proceso de producción; de esta manera se investigó en áreas de la ingeniería que permitieran cumplir con cada una de las funciones implicadas en este sistema como tales como: resistencia de materiales a productos químicos, sistemas de mezclado especiales para insumos químicos, sistemas de automatización industrial en procesos químicos, en sistemas de almacenado de fluidos corrosivos. Etc.

El diseño de la estación de bombeo logró satisfacer los objetivos propuestos, logrando identificar las etapas de producción que se pueden automatizar durante el proceso de producción del blanqueador níveo, de la misma manera se incrementó el lote de producción a 500 galones por lote fabricado logrando satisfacer la demanda del producto en el mercado.

Con el diseño de la estación de bombeo se logró reducir el tiempo de producción del blanqueador a 30 minutos y aumentar el número de unidades por lote fabricado.

Al automatizar el proceso de fabricación del blanqueador se logra disminuir el contacto de los operarios con el hipoclorito, de igual manera se evita el contacto de los vapores con los ojos y mucosas de los operarios, esto genera seguridad para los operarios.

Debido a la flexibilidad de la arquitectura diseñada, la estación de bombeo tiene la ventaja de detectar las fallas fácilmente debidas a la simplicidad de su arquitectura, permitiendo realizar las reparaciones correspondientes al sistema, los sensores de nivel pueden ser remplazados por cualquier sensor que cumpla con los rangos de operación definidos.

A demás el diseño de la estación se desarrolló con una arquitectura modular que permite realizar futuras mejoras a la estación de bombeo de acuerdo al crecimiento de la demanda del producto, sin que se vea afectado todo el sistema.

BIBLIOGRAFIA

Catalogo de seguridad industrial: manipulación de productos químicos, vapores, ácidos, corrosivos, tóxicos, volátiles. Santiago de Cali. Universidad del valle, facultad de química pura, 1998. 26 p.

Catalogo productos químicos: procesal, características químicas del hipoclorito de sodio, Santiago de Cali, 2006. 20 p.

Control y potencia industrial, PLC TWIDO. [En línea]. Cali: 2006. [Consultado 7 de marzo 2006] .disponible en Internet: <http://www.CPI.COM.CO>

DISTRIMAS S.A. Ficha técnica del blanqueador níveo, Santiago de Cali, 2006. 30 p.

Instrumentación industrial, sensores de nivel. [en línea] .Cali: 2005 .[consultado 20 marzo 2006]. disponible en Internet: <http://www.instrumatic.com.co>

Materiales corrosivos, manipulación de insumos químicos. [en línea]. España: 2004. [Consultado 12 marzo 2006]. disponible en Internet: http://www.qimica-insumos/corrosivos/materiales/doc_12

MENDEZ PUPO, Arnaldo. Diapositivas de diseño mecatrónico 1. Santiago de Cali, 2002. 25 diapositivas.

MENDEZ PUPO, Arnaldo. Diapositivas de diseño mecatrónico 2. Santiago de Cali, 2002. 25 Diapositivas.

Madison, sensores de nivel, [en línea] USA: madison ,2005. [Consultado 02 marzo 2006. disponible en Internet: <http://www.MADISON.COM>

ORTIZ, Rosas Adolfo. Introducción a la programación de autómatas. Cali: Faid Editores, 2001. 600 p.

TANQUES, tanques para almacenado de químicos, [en línea]. Medellín: 2005. [consultado 15 de marzo 2006]. disponible en Internet: <http://www.rotoplas.epm.net.co>

ULRICH, kart T; EPPINGER, Esteben D. Product Design and Development: 2 ed. Boston: McGraw Hill, 2000. 50 p.

VEGA instrumentos S.A. catalogo de instrumentos de medición para la industria química, España, 2006. 40 p.

VEGA instrumentos S.A. instrumentos de medición para la industria química,[en línea] España: 2006. [consultado 11 de marzo 2006]. disponible en Internet: <http://www.vega.com>

WILDEN, Bombas neumáticas en teflón [en línea]. Argentina: wildenusa, 2005 [consultado 22 febrero del 2006]. disponible en Internet: <http://www.WILDEMPUMP.COM>

ANEXOS

RESULTADOS ESPERADOS

El diseño de la estación de bombeo para la fabricación de productos químicos, para la empresa Distrimas cumplió los objetivos propuestos, ya que la estación incrementa el lote de producción del blanqueador de 190 galones a 500 galones, también se logra una disminución en el tiempo de producción a la mitad del tiempo actual, con la ventaja que se producen 500 unidades por lote generando un aumento considerable en la productividad de la empresa, garantizando la seguridad de los operarios evitando el contacto con los insumos químicos.

Un factor importante de la estación es su costo moderado ya que se encuentra un 25 por ciento debajo de lo presupuestado por la empresa, permitiendo invertir este porcentaje en otro dispositivo para optimizar otro proceso en el departamento.

El diseño de la estación de bombeo posee una arquitectura modular que permite realizar cambios en la estación sin afectar el funcionamiento como tal. Se proyecta a tres años que la empresa aumentara un 60 por ciento las ventas del blanqueador, la estación brinda la posibilidad de reubicar los sensores de nivel en el tanque de mezclado de acuerdo con los nuevos porcentajes, gracias a los sensores de contacto se puede realizar esta modificación al diseño sin afectar la etapa de control.

Si la demanda del blanqueador supera la capacidad del tanque simplemente se cambia el tanque de mezclado por un tanque lineal, con la capacidad adecuada y se instalan los sensores en los niveles exactos.

PRESUPUESTO Y FINANCIACIÓN

La empresa distrimas tiene presupuestado 20000000 millones de pesos para invertir en el departamento de producción, en un dispositivo autónomo que le permita optimizar el proceso de producción del blanqueador Níveo

El costo de la estación de bombeo se estima en 14'946.650 millones de pesos. Distribuidos de la siguiente manera:

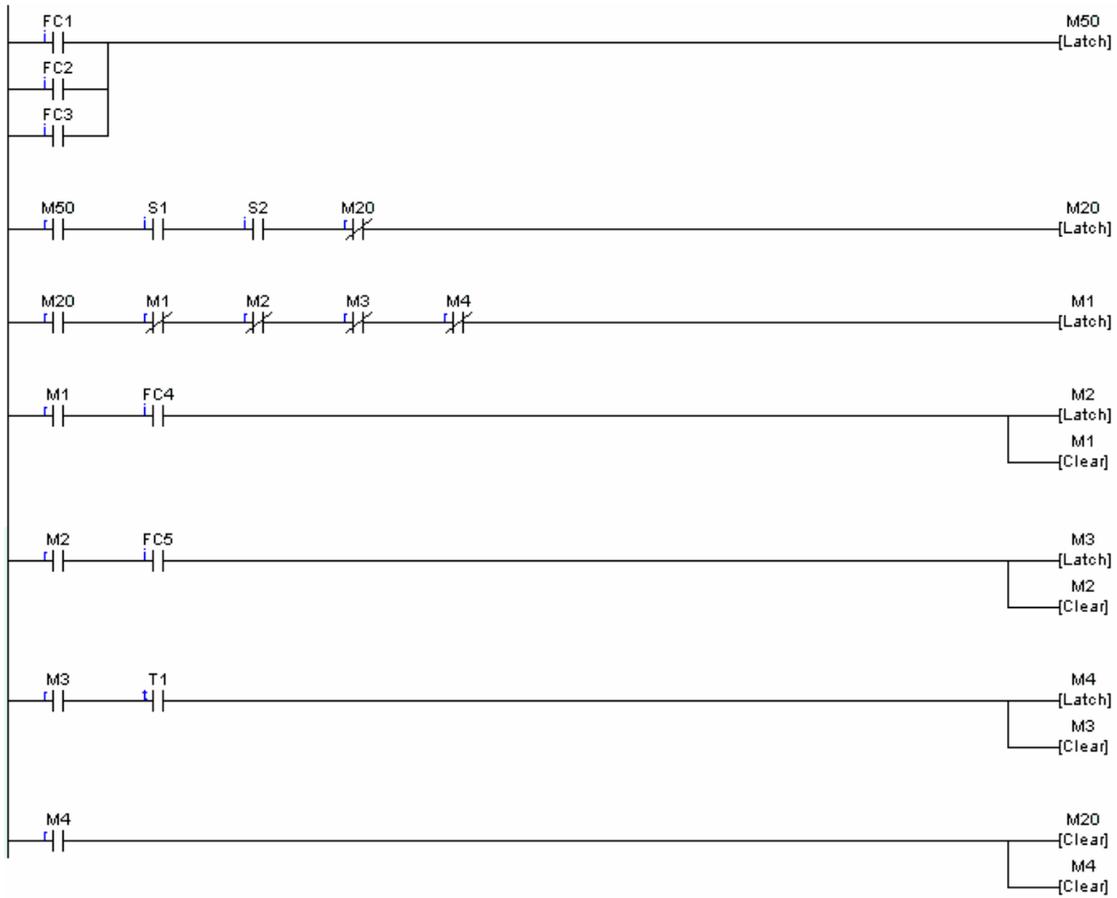
Tabla 23 distribución de costos

Costo de componentes	VALOR TOTAL \$
Línea de agua	235500
Línea de suministro de materia prima	274200
Línea de aire	344900
Sistema de bombeo	993000
La línea eléctrica	1939050
Homogenizador	357000
Tanque de almacenado	9000000
Tanque de mezclado	1500000
Costo de mano de obra	303000
Costo total	14'946.650

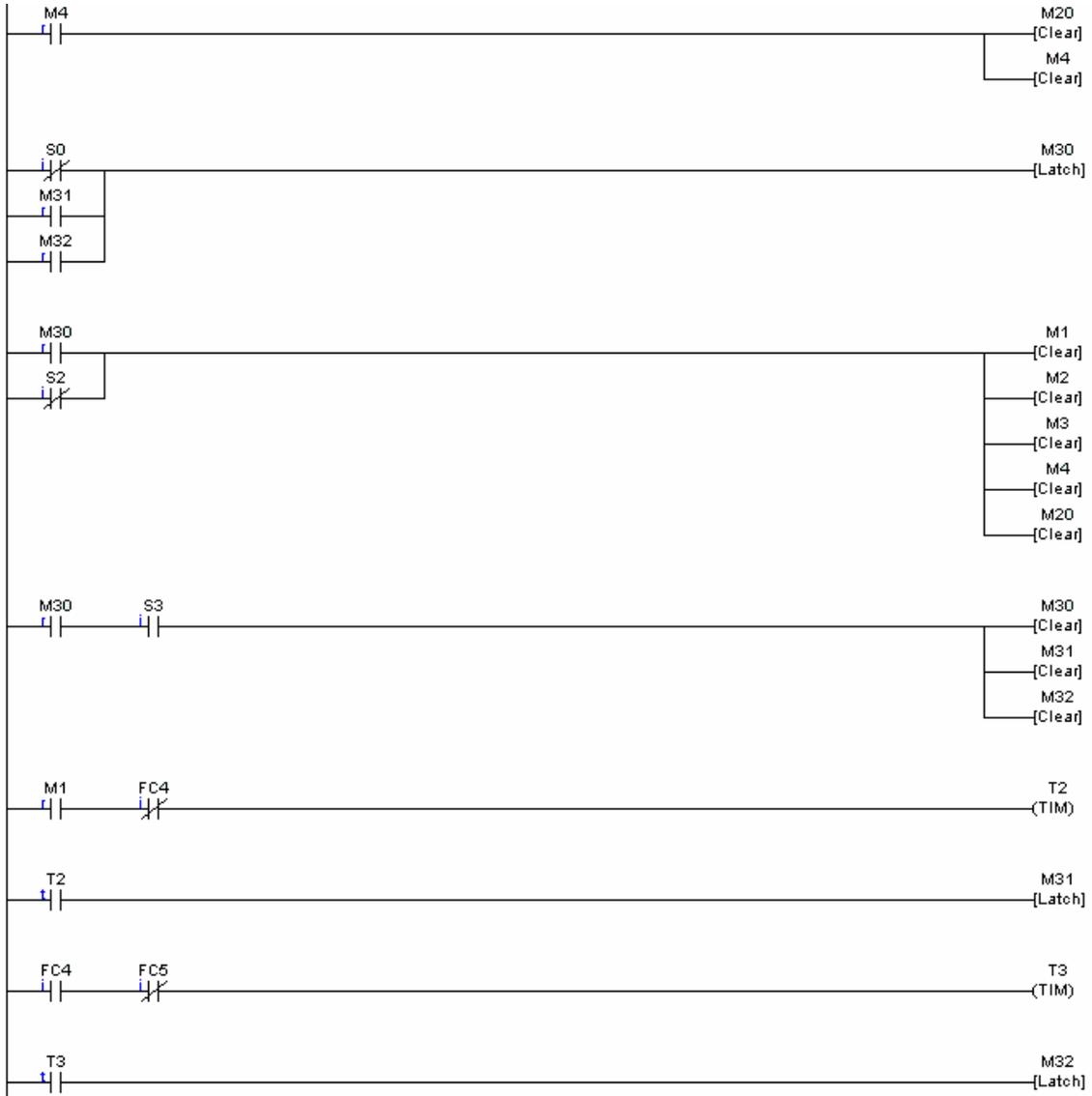
El diseño de la estación de bombeo cumple con las expectativas planteadas en la empresa para el departamento de producción, agregando una reducción aproximada en el presupuesto inicial del 25 por ciento.

CÓDIGO FUENTE

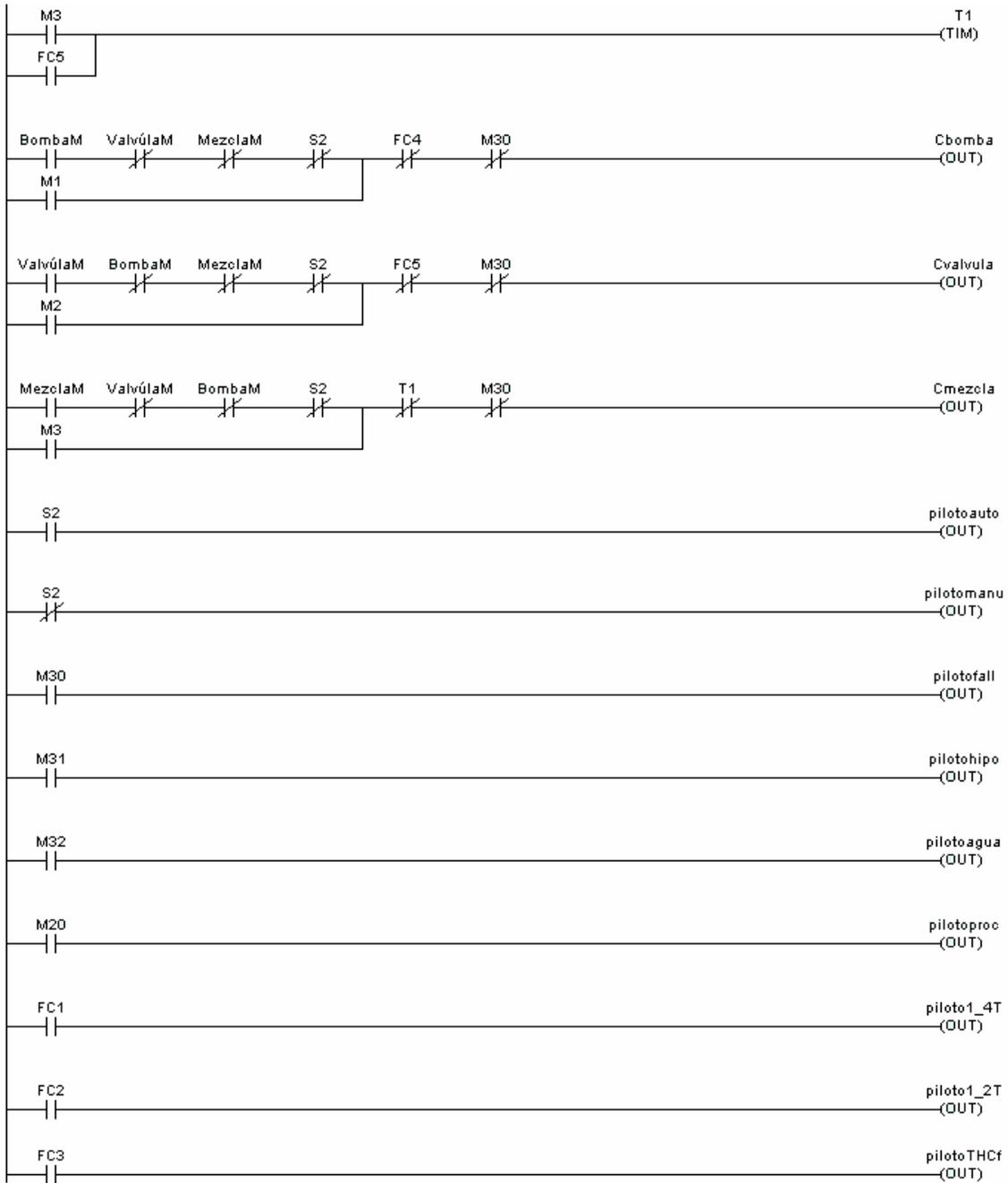
ESTRATEGIA DE CONTROL



MANEJO DE ALARMAS



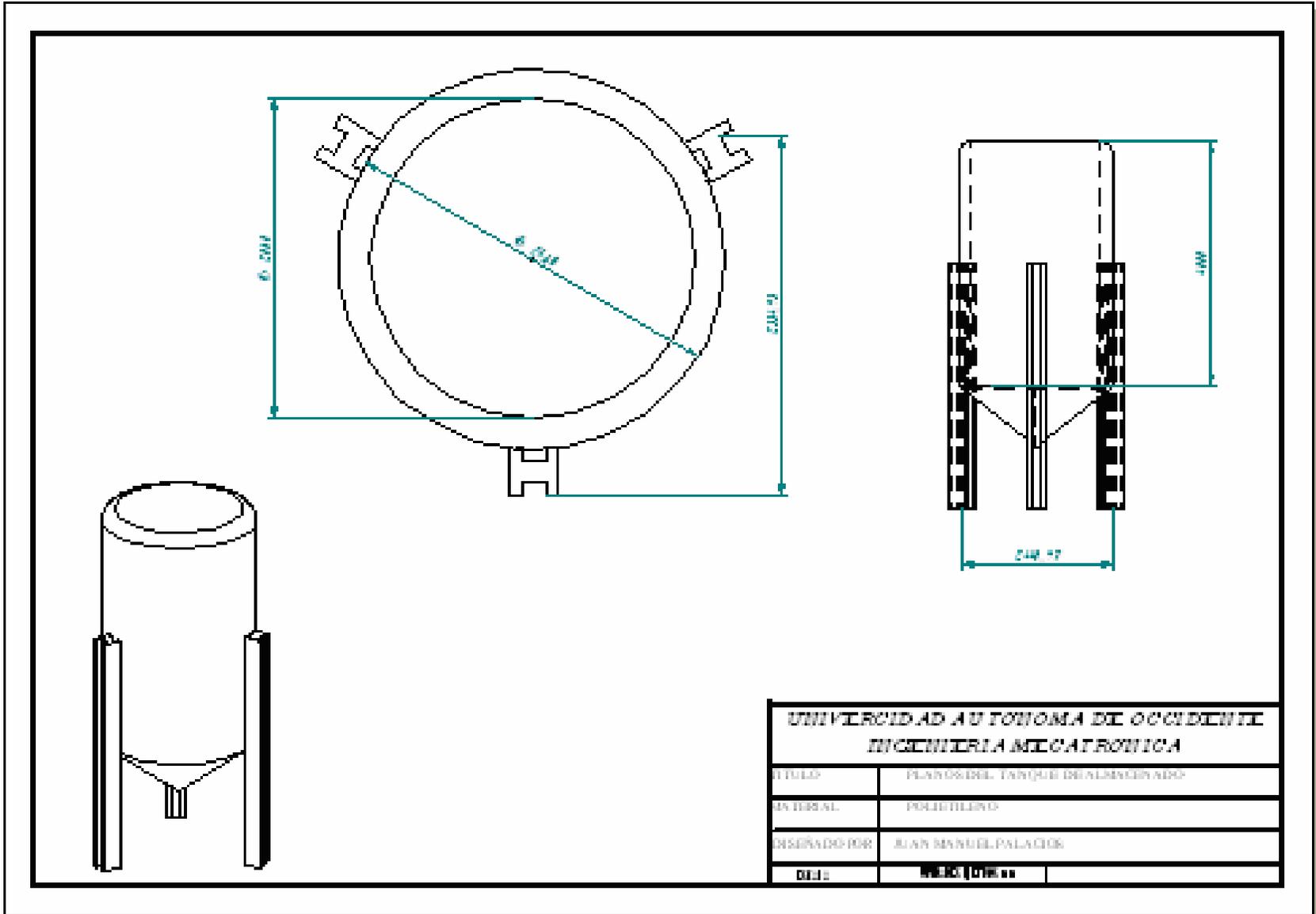
ACTUALIZACION DE SALIDAS

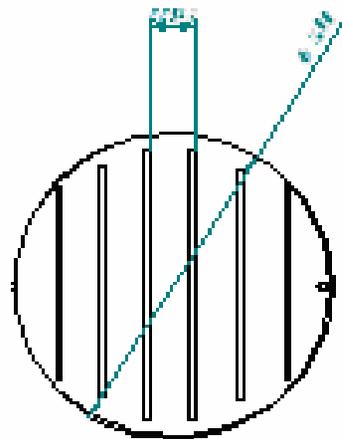
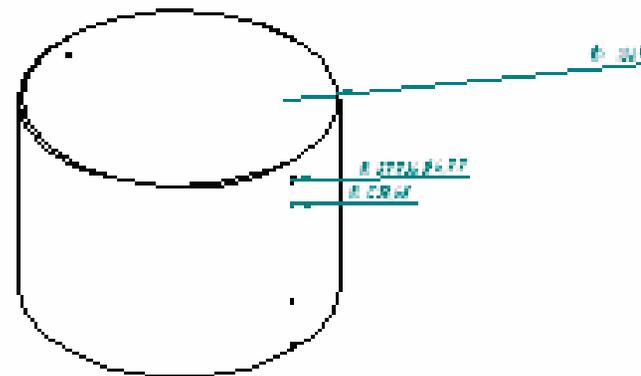


El temporizador T1 se activa y contabiliza 3 minutos, para la mezcla del Hipoclorito y del agua después desactiva la válvula de mezcla

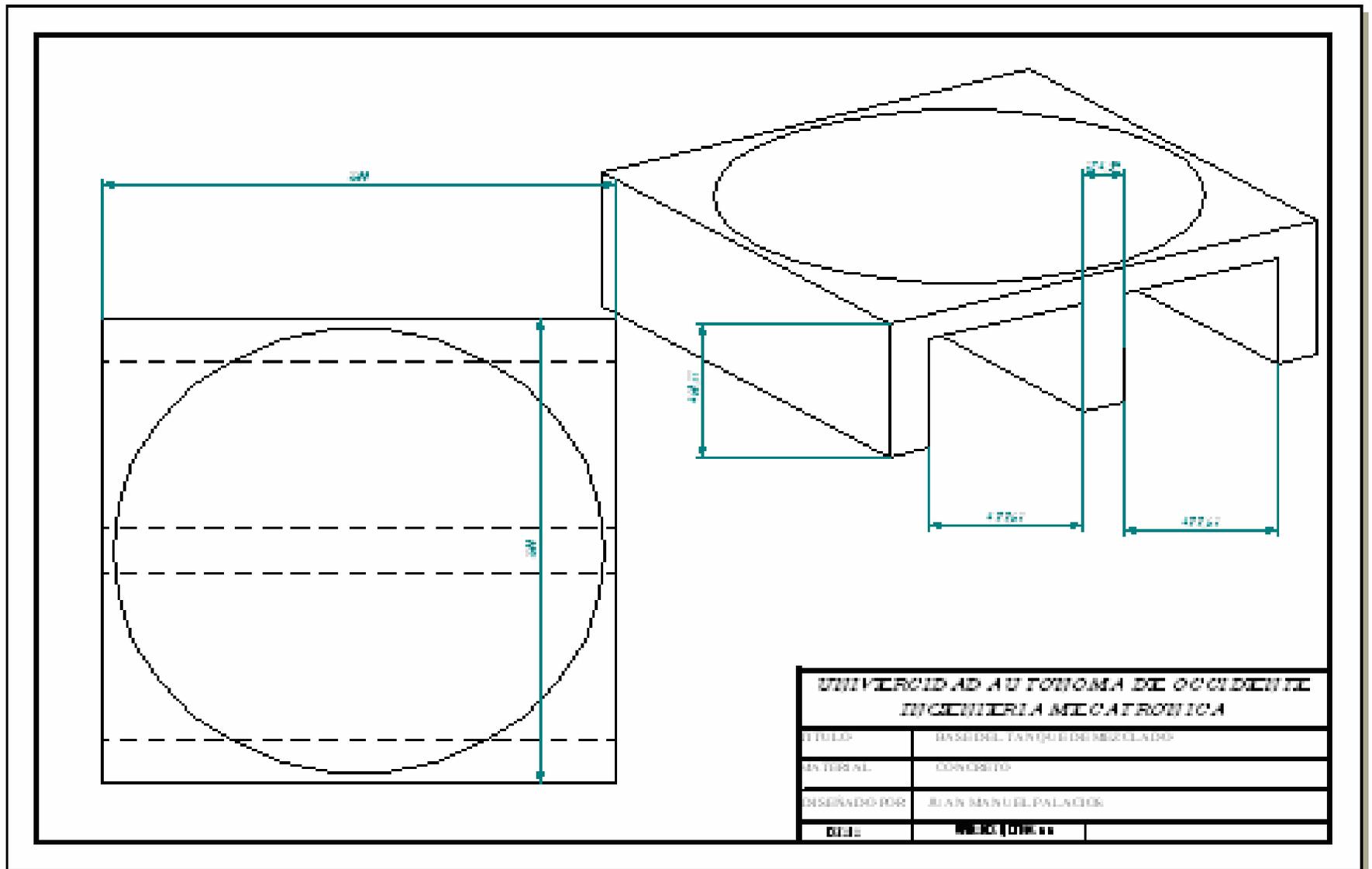
El temporizador T2 se activa y contabiliza 7 minutos, si en dicho tiempo el sensor de contado flotante (FC4) no fue activado habrá una falla o alarma que será indicada con su respectivo piloto

El temporizador T3 se activa y contabiliza 14 minutos con 50 segundos, si en dicho tiempo el sensor de contado flotante (FC5) no fue activado habrá una falla o alarma que será indicada con su respectivo piloto





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE		
INGENIERÍA MECATRÓNICA		
TÍTULO:	PLANOS DEL TANQUE INMEDIATO	
ASIGNATURA:	POLITÉCICO	
ENSAYO POR:	JUAN MANUEL PALACIOS	
FECHA:	FECHA DE ENTREGA:	



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE		
INGENIERIA MECATRONICA		
TITULO	BASE DEL TANQUE DE MEZCLADO	
EXTERNO	CONTENIDO	
DISEÑADO POR	JUAN MANUEL PALACIOS	
DTA.	08/03/2016	

PAPER

DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Juan Manuel Palacios Campo

*Universidad Autónoma de Occidente, kilómetro 2 vía Jamundi,
juanpalaciosc@hotmail.com, Cali*

Abstract: este documento contiene de manera muy breve y puntual la descripción de cómo se desarrollo la pasantia en la empresa Distrimas en el departamento de producción. El documento muestra concretamente el proceso de diseño estructurado que se aplica en el desarrollo de la estación de bombeo. La metodología implementada muestra técnicas utilizadas en ingeniería para optimizar el proceso de diseño y permite escoger la solución mas apropiada para el diseño final. La metodología consiste en identificar las necesidades reales de la planta, luego desglosar totalmente el problema para su mejor comprensión y estudio para generar conceptos de posibles soluciones hasta escoger la mejor de las planteadas para su ejecución total, todo lo anterior siempre visto desde el punto de vista Mecatrónico.

Keywords: corrosión, almacenado, actuador, homogenizado, bombeo,

1. INTRODUCCION

Distrimas es una empresa distribuidora de productos de aseo y consumo a nivel institucional ubicada en el sector de Acopi en la zona industrial de la ciudad de Cali, donde se produce una línea de aseo tales como jabón líquido, desengrasante de tipo industrial, desinfectantes, blanqueador, diferentes clases de ceras para pisos y baldosas, ácidos limpiadores y otra gama de productos para uso industrial, institucional y doméstico.

El área de producción es la encargada de fabricar los diferentes productos de aseo que ofrece la compañía en el mercado, el proceso de elaboración de estos productos inicia en la selección de la materia prima y finaliza en el proceso de dosificación y empaque del producto, todo el proceso (de producción del blanqueador) es completamente manual, por esta razón el producir un lote actualmente requiere gran tiempo de producción. Adicionalmente, debido al incremento en la demanda de los productos y teniendo en cuenta que el número de unidades por lote se mantiene igual, se supera la capacidad productiva de la empresa, haciendo que el departamento de producción doble los esfuerzos para cumplir la demanda de sus clientes.

Teniendo en cuenta lo anterior, aunado a que el producto de mayor demanda es el blanqueador, se decide contribuir a minimizar el problema diseñando una estación de bombeo que permita automatizar

todo el proceso de fabricación del blanqueador, permitiendo mejorar el tiempo de producción, una mezcla más homogénea de los ingredientes del producto, un empackado más preciso, rápido y una mayor seguridad en la totalidad del proceso. El diseño debe ser lo más sencillo posible, acorde con las condiciones ambientales del área de producción y con un costo razonable para la empresa,

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una estación de bombeo que involucre un proceso de automatización que permita disminuir el tiempo de producción del blanqueador níveo, permitiendo optimizar el proceso de fabricación logrando aumentar la productividad, brindando calidad del producto y seguridad para los operarios.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Distrimas tiene un departamento de producción que se encarga de fabricar la totalidad de productos de su portafolio y todos los procesos actuales que se emplean en la fabricación son completamente manuales.

Esto representa un problema para la empresa al ocurrir retrasos en los lotes de producción, imprecisión en las dosis de materia prima, desigualdad en la calidad del producto, incumplimientos en la producción, incremento de los lotes de producción, turnos extras de parte de los empleados, peligro con la manipulación de la materia prima y sobre costos para la empresa.

Las directivas de la empresa decidieron empezar a buscar una solución óptima

para darle fluidez al departamento de producción y que sea acorde con el crecimiento de la demanda de sus productos en el mercado. Se decide comenzar por uno de los productos más vendidos en el mercado como es el blanqueador niveo el cual tiene un proceso de fabricación completamente manual.

La solución en parte a esta problemática se resuelve automatizando el proceso de producción del blanqueador Niveo, desde el almacenamiento y vertimiento de la materia prima, pasando por el proceso de mezclado, hasta obtener el producto final. Con esto se logra un mayor grado de seguridad para los operarios, una mejor y más homogénea mezcla del producto y un ahorro significativo de tiempo para producir el blanqueador.

4. PLANEACION DE DISEÑO DE LA ESTACION DE BOMBEO

4.1 ESTRATEGIA DE DISEÑO

Para desarrollar el diseño de la estación de bombeo fue necesario crear estrategias que permiten simplificar el proceso de diseño e identificar los puntos críticos del proceso de producción del blanqueador y así plantear la solución adecuada para cada etapa de fabricación del blanqueador permitiendo enfocar el diseño en las áreas críticas del proceso, garantizando con ello un diseño eficiente de la estación de bombeo para la fabricación de blanqueador.

Una de las estrategias usadas en el proyecto del diseño de la estación de bombeo fue la toma de tiempos durante todo el proceso de producción del blanqueador, esto se hizo con el fin de tener un registro aproximado del tiempo que se emplea actualmente en producir un lote de 190 galones de blanqueador niveo. Este registro permite demostrar las bondades del proyecto frente al proceso actual.

- **Tiempo de selección de materia prima:**
 - un promedio de 23.3 minutos.
- **Tiempo de suministro de agua:**
 - un promedio de 15.9 minutos.
- **Tiempo de mezclado:**
 - un promedio de 7.5 minutos.

Aproximadamente la fabricación de un lote de blanqueador se demora 46.7 minutos, hasta el proceso de homogenizado.

4.2 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

#	NECESI NECECI DADES		IMP
1	La estación	Debe ser resistente a	5

		ambientes corrosivos	
2	La estación	Debe cumplir los estándares del INVIMA	5
3	La estación	Debe ser fácil de operar	4
4	La estación	Debe ser fácil su mantenimiento	2
5	La estación	Debe ser confiable	5
6	La estación	Debe ser precisa	5
7	La estación	Debe ser segura para los operarios	4
8	La estación	Debe operar automáticamente	5
9	La estación	Debe disminuir el tiempo de producción	5
10	La estación	Debe anunciar cuando se agote la materia prima.	4
11	La estación	Debe tener un costo razonable	3
12	La estación	Debe tener gran robustez	4
13	La estación	Debe ser fácil de programar	4
14	La estación	Las dimensiones se deben adaptar al espacio asignado	5
15	La estación	Debe ser resistente al	4

		ambiente húmedo	
16	La estación	El dispositivo consume potencia de forma moderada	3
17	La estación	El sistema funciona correctamente ante cualquier forma de uso	4
18	La estación	Debe trabajar manual mente si ocurre un error en la forma automática	5

Las necesidades surgen a partir de los requerimientos especificados en el planteamiento del problema, por entrevista con los operarios encargados del área de producción de la empresa, por el director del proyecto y directivas de la empresa y por el detallado análisis del proceso de producción del blanqueador realizado por el diseñador.

Tabla 1 necesidades identificadas

4.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Se realizó un estudio de las necesidades identificadas previamente para encontrar parámetros cuantificables que sirvan de guía para el

Diseño de la estación.

ESPECIFICACIONES PRELIMINARES

Tabla 2 Especificaciones Técnicas Preliminar

4.4 ANTECEDENTES

4.4.1 A Nivel Internacional

A medida que surgen nuevas

#	#N C	METRICAS	im p	Unid	valo r
1	1,4 ,7, 2, 14, 15	(En metros cuadrados)	5	M ² .	20
2	5,6 ,9	Velocidad de llenado del mezclador	5	GPM	35
3	3,8	Facilidad programar	4	Subj.	4.5
4	1,1 4,1 5,1 7	adaptabilidad	4	Subj.	5
5	17, 16	Alimentación eléctrica de estación	4	V.	110
6	1,4 , 12, 15	Vida útil de la estación	5	Años	10
7	7,9	Nivel máximo del mezclador	4	GL	500
8	11	Costo de la estación	3	Pesos	150 000 00
9	12, 14	Peso de la estación	2	Kg.	200 0
10	9	Flujo de materia prima	4	GPM	50
11	9	Flujo de agua	4	GPM	20
12	17	Presión de aire	3	Psi.	60- 150
13	5,6 ,8, 9	Precisión	5	Subj.	5
14	5,7 , 17	confiabilidad	4	Subj.	5

tecnologías en el sector industrial a nivel mundial se crea la necesidad de implementar departamentos de gestión tecnológica que permitan evaluar en que grado tecnológico se encuentran las empresas actualmente, introducir nuevos procesos tecnológicos que permitan la expansión y crecimiento de las mismas y a su vez cumplan con los estándares de calidad como las normas ISO para garantizar productos de excelente calidad en el mercado.

Realizando una búsqueda de información sobre maquinaria empleada en procesos industriales para fabricar productos químicos, se encontró con diferentes sectores industriales que implementaron sistemas de bombeo similares para una producción masiva, como es el caso de la multinacional unilever que cuenta con maquinaria industrial en una de las plantas donde fabrican el sumagril con capacidad de fabricar 6000 galones por hora, esta maquinaria funciona bajo condiciones adversas tales como ambientes muy húmedos, ambientes altamente corrosivos, alcalinos y ácidos.

4.4.2 A Nivel Nacional

Se realizo un estudio a nivel nacional sobre maquinaria y dispositivos industriales y se encontró con una empresa en particular como JGB que produce el límpido JGB, esta empresa utiliza maquinaria de producción masiva de 4000 galones por minuto, también tienen maquinaria con capacidad para empacar aproximadamente 6000 envases de 1000cc, este límpido tiene unas características similares al blanqueador niveo y manejan niveles de corrosión altos, en el mercado nacional se encuentran dispositivos de

almacenado y medición ideales para trabajar con fluidos corrosivos.

4.4.3 Nivel Local

A nivel local se encontró una empresa que produce límpido patojito, esta empresa tiene una planta de producción de límpido con capacidad aproximada de 3000 galones por hora maneja diferentes volúmenes de llenado como 500cc, 1000cc.

5. GENERACION DE CONCEPTOS

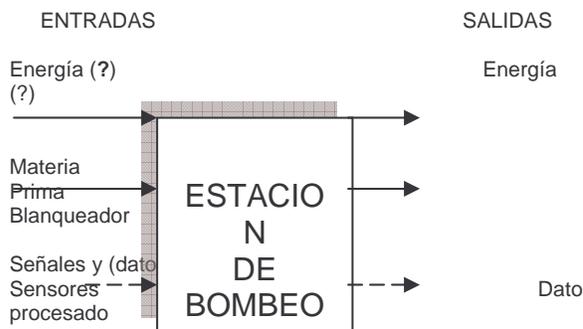
Esta fase del diseño de la estación de bombeo que descompone el problema en funciones para facilitar la visualización y comprensión, permitiendo identificar la etapa más crítica del proceso para partir de estos, generar conceptos a través de búsquedas internas y externas por ejemplo: Documentarse sobre procesos similares o iguales a la producción de blanqueadores, entrevistas con los operarios de la empresa y con personal que este en contacto con blanqueadores, consultas en la Web, documentación sobre ambientes y dispositivos resistentes a zonas corrosivas y húmedas, las ideas generadas por el diseñador.

5.1 DESCOMPOSICION FUNCIONAL

En este diagrama se enfrenta al problema como una caja negra que permite visualizar las entradas y

salidas de la estación de bombeo para facilitar la comprensión del problema en todas sus dimensiones y nos conduce a la próxima etapa de diseño que consiste en realizar una descomposición funcional del problema, permitiendo enfocarse en los subproblemas más críticos de la estación.

Ilustración 6 Diagrama de Caja Negra



5.2 Prototipo A

Esta compuesto por sensores ultrasónicos, un dosificador volumétrico, un sensor de peso y un sensor de flujo, la etapa de control esta a cargo de un microcontrolador PIC 16F87X, la etapa de homogenizado se efectúa por vibración, el sistema de bombeo se hace por bomba eléctrica.

5.3 Prototipo B

Esta compuesto por sensores infrarrojos, un medidor de caudal, un sensor de flotador y un sensor de flujo, la etapa de control esta a cargo de un microcontrolador Ámel 89C51, la etapa de homogenizado se efectúa por un moto reductor, el sistema de bombeo se hace por un sistema de suministro por garbead.

5.4 Prototipo C

Este prototipo esta compuesto por sensores de contacto por flotador instalados en el tanque de almacenado y en el tanque de mezclado, la etapa de control esta a cargo de un PLC Schneider TWIDO que simplifica un poco el diseño electrónico de la estación de bombeo. La bomba es neumática por su alta resistencia a la corrosión.

5.5 Prototipo D

Esta compuesto por sensores capacitivos, un medidor de caudal, un sensor inductivo y un dosificador volumétrico, la etapa de control esta a cargo de un PLC siemens, la etapa de homogenizado se efectúa por un sistema de licuado, el sistema de bombeo se hace por motobomba.

5.4 Prototipo E Referencia

Este compuesto por sensores resistivos, un medidor de caudal, un sensor de presión y un sensor de flujo, la etapa de control esta a cargo de un PLC, la etapa de homogenizado se efectúa por agitador neumático, el sistema de bombeo se hace por bomba eléctrica.

6. SELECCIÓN DE CONCEPTOS

En esta fase de selección de conceptos se evalúan las diferentes alternativas bajo la matriz de tamizaje y otra de selección para determinar cual de los conceptos es el más apropiado para implementar la estación de bombeo.

El mejor prototipo para desarrollar fue el C gracias a las matrices de evaluación.

7. ARQUITECTURA DEL PRODUCTO

Para el desarrollo de la estación de bombeo es de vital importancia que sea resistente a la corrosión y la capacidad que tenga la estación de bombeo para adaptarse a las condiciones ambientales del área de producción, debido a que en este lugar se fabrican más productos y la estación estará expuesta a más químicos y vapores que pueden causar daños en la estación.

8. DISEÑO INDUSTRIAL

La estación de bombeo empleada en el proceso de fabricación de blanqueador níveo, esta diseñada precisamente para la empresa **DISTRIMAS** y se ajusta a las necesidades y el entorno en el área de producción de la empresa. Es necesario tener algunas consideraciones como el ambiente corrosivo y lo húmedo del lugar donde se piensa implementar en el área de producción,

Con en animo de crear un diseño de mayor impacto visual y funcional en aquellos que tienen que ver con la estación de bombeo, se realizo una valoración del diseño industrial para aplicar algunos conceptos y mejorar de esta forma el producto. Según la metodología expuesta en el libro de Ulrich (ver bibliografía), la mejor forma de lograr una valoración de diseño

industrial consiste en realizar un análisis de las necesidades ergonómicas (todos los aspectos que tienen que ver con el contacto del producto con las personas), así como también teniendo en cuenta las necesidades estéticas (relacionadas con el impacto visual del producto). Estas consideraciones son de gran importancia pues resaltan aspectos como la facilidad de uso, la calidad de las interfaces con el usuario, la seguridad y la apariencia física, características de suma importancia para un usuario final y que brindan un valor agregado al producto.

9. DISEÑO PARA MANUFACTURA Y ENSAMBLE

Debido a que el diseño de la estación de bombeo es únicamente para la empresa distrimas y busca satisfacer las necesidades actuales que tiene la empresa en el proceso de fabricación del blanqueador se pensó en integrar las partes de la estación, de esta forma se aprovecho la base central donde esta instalado el tanque de homogenizado para derivar los subsistemas como el suministro de agua y el insumo primario que originan el blanqueador.

Los sistemas electrónicos se diseñaron por módulos independientes para cada sensor y actuador del sistema, reduciendo el cableado y aumentando la confiabilidad y seguridad de la estación. Se seleccionaron materiales resistentes a la corrosión y a los parámetros establecidos por el

INVIMA y la unidad ejecutora de saneamiento ambiental (UES).

La etapa de homogenizado esta a cargo de un sistema difusor de aire que cumple con la función de convertir el flujo de aire que alimenta el sistema en pequeñas burbujas de aire uniformes que recorren verticalmente el tanque de mezclado desde la parte inferior del tanque hasta la base superior del tanque creando una serie de pequeños vortices que permiten que los insumos del blanqueador se diluyan creando así un producto homogéneo en su concentración.

IMPACTO DEL DPM SOBRE OTROS FACTORES

Se estima alrededor de un 40% del tiempo de investigación invertida en el diseño de manufactura, ya que se debía investigar que materiales y componentes son aptos para resistir las condiciones ambientales presentes en el área de producción, tales como corrosión y humedad, verificar que los componentes y materiales cumplan los parámetros establecidos por el INVIMA y la unidad ejecutora de saneamiento ambiental (UES).

10. PROTOTIPADO

Los prototipos usados se basaron en grandes multinacionales fabricantes de productos de aseo similares al blanqueador, estas empresas tienen una maquinaria especializada para generar una producción a gran escala, de este modo se tuvo en cuenta aspectos relevantes en dichos dispositivos para ejecutarlos en el

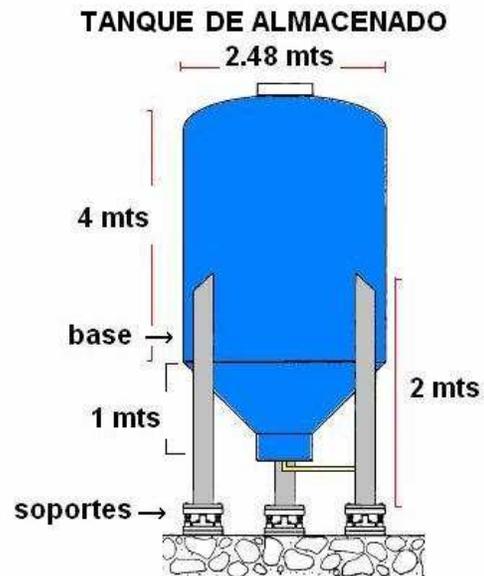
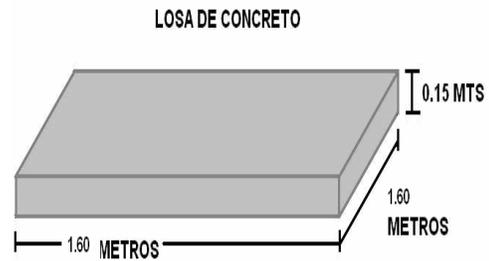
diseño de la estación de bombeo ya que la empresa distrima no requiere de un dispositivo de producción masiva.

El diseño de la estación de bombeo se centra solo en los requerimientos y necesidades que distrima tiene en el proceso de producción del blanqueador, teniendo en cuenta que la empresa no tienes volúmenes de producción tan elevados ni el presupuestó para invertir en maquinaria tan compleja, se realizo un diseño final encontrado para la estación de bombeo sitúa al mismo nivel de las mas modernas maquinas actualmente construidas para este tipo de aplicación.

11. DISEÑO DETALLADO

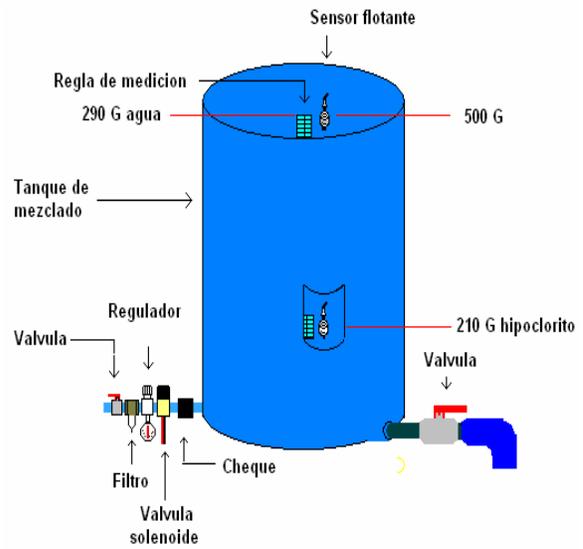
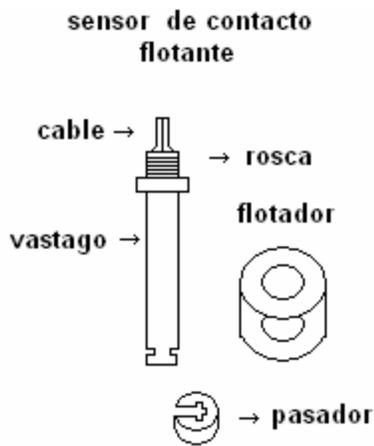
Teniendo en cuento que el ambiente de trabajo es altamente corrosivo. Los materiales apropiados para trabajar bajo estas condiciones y que cumplan los parámetros establecidos por el INVIMA y la unidad ejecutora de saneamiento ambiental (UES) son pocos.

Al implementar el diseño detallado en el desarrollo de la estación de bombeo permite seleccionar los componentes adecuada para cada etapa de producción del blanqueador, considerando las etapas mas critica del proceso y el ambiente corrosivo donde se implementara la estación para garantizar excelente desempeño del dispositivo.



El tanque de almacenado esta diseñado para almacenar sustancias corrosivas como el hipoclorito de sodio, por esta razón se emplea polietileno porque es un material apto para almacenar insumos químicos ya que no altera la sustancia química y por ser resistente a los químicos corrosivos.

La etapa de registro de inventario de la materia prima esta a cargo de los sensores de contacto flotante ON – OFF en polipropileno especial para trabajar con químicos corrosivos marca MADISON, estos sensores están distribuidos a lo largo de la línea de medición lineal (galones) del tanque de almacenamiento:



Bomba Neumática P200 WILDEN



Tanque de mezclado

12. CONCLUSIONES

A lo largo del periodo de diseño de la estación de bombeo se implementaron metodologías de diseño estructurado que permitieron simplificar el diseño, permitiendo reducir costos y manteniendo la efectividad del sistema, teniendo en cuenta todos los factores involucrados en el proceso de producción; de esta manera se investigó en áreas de la ingeniería que permitieran cumplir con cada una de las funciones implicadas en este sistema como tales como: resistencia de materiales a productos químicos, sistemas de mezclado especiales para insumos químicos, sistemas de automatización industrial en procesos químicos, en sistemas de almacenado de fluidos corrosivo. Etc.

El diseño de la estación de bombeo logró satisfacer los objetivos propuestos, logrando automatizar el proceso de producción del blanqueador níveo, aumentando la productividad de

la empresa al producir 500 galones por lote fabricado, obteniendo una disminución en el tiempo de producción, garantiza la seguridad de los operarios, el sistema se adapta a las condiciones ambientales del área producción, el costo de la estación razonable. Debido a la flexibilidad de la arquitectura diseñada, la estación de bombeo tiene la ventaja de detectar las fallas fácilmente debidas a la simplicidad de su arquitectura, permitiendo realizar las reparaciones correspondientes al sistema, los

sensores de nivel pueden ser remplazados por cualquier sensor que cumpla con los rangos de operación definidos.

A demás el diseño de la estación se desarrolla con una arquitectura modular que permite realizar futuras mejoras a la estación de bombeo de acuerdo al crecimiento de la demanda del producto, sin que se vea afectado todo el sistema.