



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**MONTAJE DE UNA INYECTORA DE CREMA PRESURIZADA DE
PASTELES, DE LA PLANTA BIMBO DE CENTROAMÉRICA S.A.**

Rafael Alexander Molina Cabrera
Asesorado por el Ing. Pablo Rolando Ortega Lainfiesta

Guatemala, agosto de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MONTAJE DE UNA INYECTORA DE CREMA PRESURIZADA DE
PASTELES, DE LA PLANTA BIMBO DE CENTROAMÉRICA S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

RAFAEL ALEXANDER MOLINA CABRERA
ASESORADO POR EL ING. PABLO ROLANDO ORTEGA
LAINFIESTA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, AGOSTO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton de León Bran
VOCAL V	Br Isaac Sultán Bran Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Álvaro Antonio Ávila Pinzon
EXAMINADOR	Ing. Héctor Alexander Juárez Reyes
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MONTAJE DE UNA INYECTORA DE CREMA PRESURIZADA DE PASTELES, DE LA PLANTA BIMBO DE CENTROAMÉRICA, S.A.,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 15 de marzo de 2007.



Rafael Alexander Molina Cabrera



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria, al Trabajo de Graduación titulado MONTAJE DE UNA INYECTORA DE CREMA PRESURIZADA DE PASTELES, DE LA PLANTA BIMBO DE CENTROAMÉRICA, S. A., del estudiante Rafael Alexander Molina Cabrera, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, agosto de 2009

JCCP/behdei

Guatemala, 7 de junio del 2009

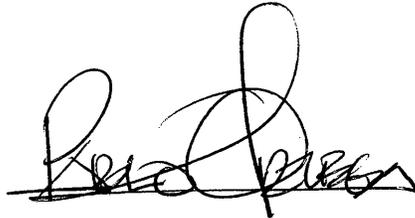
Ingeniero
Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador Área Complementaria
Escuela de Ingeniería Mecánica

Estimado Ingeniero:

Por este medio le informo que he revisado el trabajo de graduación titulado **“Montaje de una Inyectora de Crema Presurizada de Pasteles de la Planta Bimbo de Centroamérica S.A.”**, elaborado por el estudiante Rafael Alexander Molina Cabrera.

El mencionado trabajo llena los requisitos para dar mi aprobación, e indicarle que el autor y mi persona somos los responsables por el contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente,



Ing. Pablo Rolando Ortega Lainfiesta
Colegiado No. 6290
ASESOR

Pablo R. Ortega Lainfiesta
INGENIERO MECANICO
COLEGIADO No. 6290



El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado MONTAJE DE UNA INYECTORA DE CREMA PRESURIZADA DE PASTELES, DE LA PLANTA BIMBO DE CENTROAMÉRICA S.A., del estudiante Rafael Alexander Molina Cabrera, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador de Área

Guatemala, julio de 2009 .

/behdei



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **MONTAJE DE UNA INYECTORA DE CREMA PRESURIZADA DE PASTELES, DE LA PLANTA BIMBO DE CENTROAMÉRICA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Rafael Alexander Molina Cabrera**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, agosto de 200

/cc

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV

1. ANÁLISIS PREVIOS A LA APROBACIÓN DEL PROYECTO DE MONTAJE DE UNA INYECTORA DE CREMA PRESURIZADA DE PASTELES, DE LA PLANTA BIMBO DE CENTROAMÉRICA S.A.	1
1.1. Justificación del proyecto	2
1.1.1. Antecedentes	3
1.1.2. Necesidades	15
1.1.3. Problemas	17
1.2. Alcance de lo que se quiere lograr	18
1.3. Metodología o forma cómo se va a alcanzar (evaluación de opciones)	19
1.3.1. Compra de equipos	19
1.3.2. Modificaciones de equipo	20
1.4. Costo y tiempo de realización del proyecto	21
1.4.1. Cronograma de actividades generales	22
1.4.2. Costo de materiales y equipos	23
1.4.3. Costo de instalación	25

2.	DESCRIPCIÓN LA INYECTORA DE CREMA PRESURIZADA	29
2.1.	Esquema del proceso	29
2.2.	Incorporación de ingredientes de crema	29
2.3.	Aeración de crema	30
2.4.	Alimentación al cabezal presurizado	31
3.	CONSIDERACIONES TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DEL ÁREA DONDE SE REALIZARÁ EL MONTAJE DE UN CABEZAL DE LLENADO	39
3.1.	Generación de ingeniería de detalle	39
3.1.1.	Fase de investigación	40
3.1.2.	Fase de cálculos y propuestas preliminares	42
3.1.3.	Desarrollo de planos	60
3.1.4.	Fase de documentación de propuestas definitivas	62
3.2.	Etapa de preparación del área donde se realizara el montaje	62
3.2.1.	Definición de la mano de obra	63
3.2.2.	Personal de la empresa	63
3.2.3.	Personal contratado	63
3.3.	Desarrollo de cronogramas detallados de cada etapa de la instalación	64
3.4.	Definición de la herramienta y equipo especializado que se utilizará para el manejo total	65
3.5.	Revisión de los envíos de equipos, materiales y accesorios que se utilizarán con base al listado de materiales y a los diagramas de flujo desarrollados en la fase de ingeniería a detalle	65
3.6.	Limpieza de área donde se realizará el montaje	66

4. ETAPA DE MONTAJE DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE INYECTADO DE CREMA LÍNEA DE PROCESO, LÍNEAS DE SERVICIOS Y EQUIPOS PERIFÉRICOS	67
4.1. Realización de los cimientos, anclajes y refuerzos donde se montarán los equipos	69
4.2. Montaje y alineación de los equipos transmisión en base a planos y puntos de referencia de la planta	71
4.3. Fabricación e instalación de tubería de acero inoxidable	73
4.4. Instalación de líneas de proceso y servicio (agua, aire, electricidad)	74
4.5. Pruebas de equipos, líneas de proceso y servicios	78
4.6. Realización de listas de pendientes con las áreas de producción y mantenimiento	83
4.7. Finalización de trabajos	87
4.8. Trabajos adicionales	89
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	95
ANEXOS	97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Plano actual del área de cremas e inyectado	4
2. Ejemplo de memoria de cálculo	6
3. Esquema de etapa de inyectado	7
4. Placa de cavidad	9
5. Pistones para movimiento	9
6. Placa de movimiento	10
7. Placa de agujas	10
8. Esquema de proceso	29
9. Aereador	31
10. Bomba <i>Waukesha</i>	32
11. Inyectora presurizada	33
12. Diales para compensación de crema	35
13. Buje de montaje de la aguja	36
14. Plano general del sistema de inyectado	45
15. Plano mecánico	60
16. Diagrama de fuerza	61
17. Esquema de tablero eléctrico	61
18. Cronograma detallado de actividades	64
19. Herramientas de trabajo	65

TABLAS

I. Cronograma de actividades	23
II. Ejemplo de presupuesto de compra de equipo y materiales	24
III. Tabla general de compra de equipo y materiales	25

IV. Ejemplo de gastos de instalación y montaje	27
V. Tabla general de gastos	27
VI. Tabla para elección y revoluciones de la bomba <i>Waukesha</i>	32
VII. Distribución de cargas por tablero eléctrico	48
VIII. Separaciones mínimas verticales	53
IX. Espacio sugerido entre soportes	57
X. Lista de pendientes	85

LISTA DE SÍMBOLOS

ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
bar	Bares
cm.	Centímetro
Cpm	Método de la ruta crítica
FM	Pie métrico (<i>foot metric</i>)
GPM	Galones por minuto
HP	Caballos de potencia
Hz	Hertz
kg	Kilogramo
m	Metro
min.	Minuto
mm	Milímetro
MPa	Megapascal

PSI	Libra sobre pulgada cuadrada
RPM	Revoluciones por minuto
seg.	Segundo
ton	Tonelada
V	Voltio
Φ	Diámetro

GLOSARIO

Agujas:	Tubería de diferentes diámetros y largo utilizado para distintas aplicaciones.
Crema batida:	Mezcla de manteca vegetal, sabores colores, vitaminas.
Cronograma:	Medición de tiempos aplicado a actividades, carreras etc.
Dial:	Superficie graduada sobre la que se mueve un indicador que mide la cantidad de cada movimiento.
Embrague:	Aditamento mecánico utilizado para hacer que un mecanismo o eje participe del movimiento de otro.
Flecha:	Sinónimo de eje.
Freático:	Niveles en el subsuelo donde se encuentra acumulada agua.
Hormigón:	Mezcla de piedra, arena, agua y mortero de cemento.

Levas:	Pieza mecánica geoméricamente variada para poder transmitir movimientos, de acuerdo a las necesidades de los equipos o mecanismos.
Líneas de Servicios:	Se le llama así a las tuberías de alimentación de los servicios necesarios para cada proceso; electricidad, agua de enfriamiento, agua para ingredientes, vapor, aire comprimido etc.
Manifold:	Pieza rígida que contiene múltiples salidas para alimentación o desfogue.
Mercadeo:	Departamento dentro de la empresa encargado de realizar el promocional de productos.
Memoria de cálculo:	Hoja de cálculo en la cual se ingresan los valores y ritmos de la línea completa, con esto logramos tener el acceso de la información total en la misma hoja.
Rotámetro:	Es un medidor de caudal en tuberías de área variable, de caída de presión constante.
Pistones neumáticos:	Actuadores con movimiento alternativo o rotativo que utilizan aire comprimido para su efecto.
Potenciómetro:	Equipo mecánico utilizado para recibir un voltaje constante y su salida es variable pudiéndose graduar.

RESUMEN

El presente trabajo consiste en una descripción general sobre un montaje o cambio del tipo de una inyectora de crema de un tipo volumétrico por un tipo presurizado, tomando en cuenta funcionalidad, eficiencia de trabajo, optimización del producto a inyectar bajo control de peso depositado y por encima de todo la calidad de los productos. Se hará un estudio comparativo donde se tomarán los datos actuales del equipo, rendimientos de operación (capacidad de entrega de producto), ventajas operacionales (Tiempos de acceso de operación, seguridad operacional, tiempos de limpieza).

Con todos los datos se determina ya los factores importantes para el seguimiento de un montaje en general, que bien puede ser aplicado en cualquier equipo, porque se describen los trabajos de planificación, cálculo y trabajos de campo.

En el transcurso del trabajo se verifica análisis previo a realizar cualquier cambio de maquinaria, luego se presenta el equipo que califica para realizar el cambio enlistando sus características siendo aclarado pasamos a realizar las consideraciones técnicas para el montaje, preparación de planos, listados de tareas, listados de equipos y materiales, crear cronogramas de actividades, siendo esta la etapa donde se determina toda la planificación dejando ya preparada la etapa de campo.

Todo lo anteriormente expuesto, es una referencia de todo el proceso que conlleva el montaje de una inyectora que como ya se expuso es aplicable a cualquier equipo.

OBJETIVOS

General:

Realizar una guía para el montaje de equipos en el área de inyección de crema para las personas que estén interesadas o que por su trabajo necesiten involucrarse en este tipo de actividad.

Específicos:

1. Realizar una guía con los pasos y aspectos que se deben tomar en cuenta al momento de justificar, desarrollar y realizar un montaje de equipo para un área industrial de alimentos.
2. Conocer cuáles son los equipos de inyección más novedosos existentes, así como también sus aplicaciones, selección y correcta instalación con todos sus accesorios de norma.
3. Conocer los lineamientos que deben tomarse en consideración durante el inicio del montaje de equipo de un área de inyección de pasteles y después de concluido el mismo, las herramientas de control que pueden ser utilizadas para hacerlo más eficiente.

INTRODUCCIÓN

La industria alimenticia es una de las industrias más competitivas en todo el mundo, la cual conlleva a innovar gran cantidad de maquinaria y los procesos, tal es el caso de la industria panificadora. Con la diversidad de procesos se puede definir en cada uno los pasos o etapas como la fabricación de pastelitos rellenos. Este proyecto se enfocará en el montaje de la máquina que de manera integral prepara e inyecta la crema.

Con este trabajo, se pretende realizar un estudio de la cimentación, anclaje, montaje y operación del sistema de inyección de crema, mediante el diagnóstico del funcionamiento y las observaciones de la instalación actual que se puedan realizar, con ello proponer acciones correctivas para lograr un aumento en la eficiencia.

Para realizar este trabajo, el primer paso consiste en el chequeo de funcionamiento de la inyectora de crema instalada actualmente, ya que la preparación de crema lleva demasiado tiempo y el peso depositado en cada ciclo de inyectado es variado constituyendo pérdidas de crema, tal como se explicara en este trabajo. Para realizar el diagnóstico de la inyectora instalada actualmente, se realizarán mediciones de peso antes de ser inyectado el pastelito, y después de serlo, mediante el uso de una balanza calibrada por laboratorio, para determinar cuál es la desviación de depositado.

1. ANÁLISIS PREVIOS A LA APROBACIÓN DEL PROYECTO DE MONTAJE DE UNA INYECTORA DE CREMA PRESURIZADA DE PASTELES, DE LA PLANTA BIMBO DE CENTROAMÉRICA S.A.

Todo proyecto de montaje de equipo en una planta industrial, en general, se desarrolla con la finalidad de satisfacer una o varias necesidades prioritarias de la misma, ya sea incrementar la capacidad productiva, simplificar y dar mayor eficiencia de las operaciones actuales, reducir el costo de mantenimiento, mejorar la calidad de los productos, mejorar la seguridad de las instalaciones, producir un nuevo producto, etc.

La solución cualquiera de estas necesidades puede ser lo suficientemente importante para mantener o mejorar el costo de producción o la calidad de los productos manufacturados en la planta y, como consecuencia de esto, también incidirá en la competitividad de los mismos frente a productos similares de otras empresas en el mercado de consumo.

Pero antes de que un proyecto de montaje sea iniciado es necesario tener aprobación y el financiamiento de los ejecutivos de la empresa para realizar el mismo; por lo que es un requisito indispensable y muy importante que los mismos estén convencidos de lo conveniente y necesaria que será la inversión que ellos aprobarán, para que proporcionen el apoyo y recursos necesarios para que el proyecto se lleve a cabo.

Para esto es necesario presentarles a las autoridades de la empresa un estudio completo, o ingeniería básica, donde se haga ver lo siguiente:

- Justificación del proyecto.
- Antecedentes generales de la planta.
- Las necesidades existentes.
- Los problemas y limitaciones que se tienen.
- El alcance de lo que se quiere lograr.
- La forma en que se piensa alcanzar.
- El costo y tiempo de realización del proyecto.

Este estudio deberá ser realizado y presentado por la persona o grupo de personas encargadas que el proyecto se lleve a cabo y su contenido tendrá como objetivo demostrar la viabilidad del proyecto, tanto en su funcionalidad final como en la recuperación económica del mismo.

Por otra parte, las autoridades de la empresa deberán evaluar si los resultados proyectados como fruto del estudio son aceptables para realizar la inversión y si los objetivos del mismo cumplen con las políticas de la empresa; de ser aceptado el proyecto, podrán continuarse las etapas de desarrollo a detalle y, finalmente, realizar el montaje de equipos en el área designada.

1.1 Justificación del proyecto.

A la etapa de justificación de un proyecto de montaje de equipos debe dedicársele una buena cantidad de tiempo para obtener información adecuada y confiable que sirva para poder realizar un buen estudio, y se puedan obtener los resultados y conclusiones que soportarán la viabilidad de realizar el proyecto.

La información que se utilizará para realizar el estudio deberá ser obtenida a través de investigación de campo sobre las áreas de producción que serán afectadas.

También será necesario saber las perspectivas de los departamentos de Ventas y Mercadeo, para también adicionar sus necesidades a este proyecto y poder justificarlo de una mejor manera en función de las proyecciones futuras de venta, en conjunto con la de producción de la planta. De esto se dará más detalle en las secuencias siguientes.

Analizaremos en el estudio la situación actual de una línea de producción de pasteles inyectados, la cual nos dará un estimado de nuestro estado, se está visualizando ampliar su mercado actual, que es Guatemala. A los demás países Centroamericanos y del Caribe, y para esto se necesitará aumentar la producción actual de su planta, ubicada en Guatemala.

Los ejecutivos de la empresa y el grupo encargado de la planta han establecido que las proyecciones que se tienen del crecimiento de las ventas son mayores a la capacidad productiva actual de la planta, y que para aumentar la producción a los niveles deseados en el futuro, será necesario mejorar la capacidad de una de sus áreas de producción, que es la que suministra un elemento indispensable para sus productos inyectados y que quien genera el cuello de botella o punto crítico de ésta, lo cual no permite aumentar la producción total. Esto deberá realizarse mejorando los procedimientos de operación actuales del área o con la inversión de equipos nuevos y ampliación de equipos existentes.

1.1.1. Antecedentes.

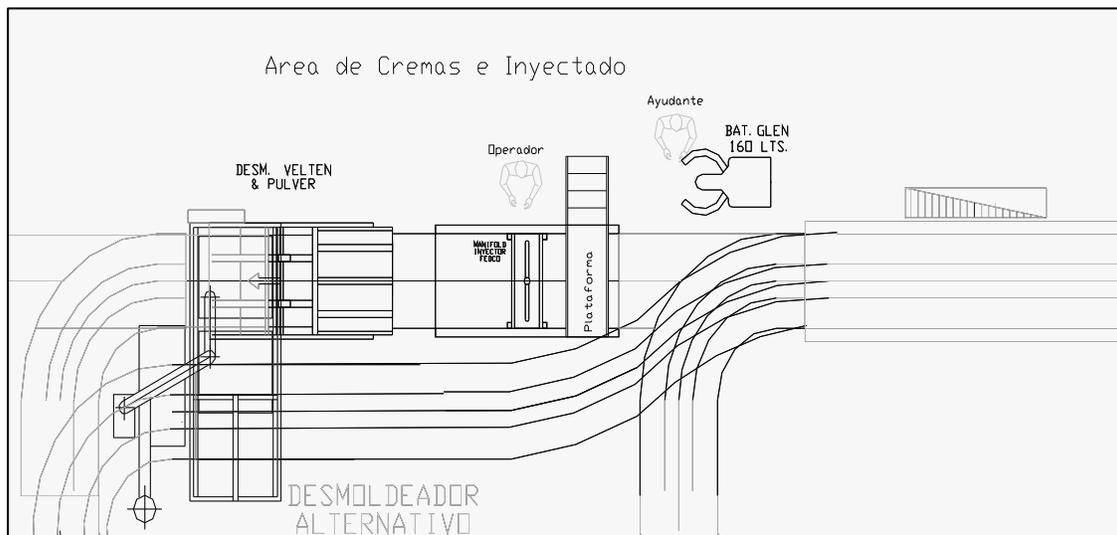
En esta etapa del estudio se proporciona información general de la operación actual de la planta, la cual contiene datos importantes tales como tipo de planta industrial, tiempo dedicado a la producción diaria, materias primas que usan, etc. Adjunto a esta, se proporciona información detallada del área en la que se va a intervenir, los procedimientos de operación utilizados en la misma, la cantidad de personal que opera los equipos, la identificación del inventario de equipos, las

capacidades de los mismos y cualquier información que pueda proporcionar ayuda para entender como opera.

Para iniciar la empresa dedica su trabajo a la producción y venta de productos alimenticios, de los que cuatro de ésta línea son inyectados con crema. La planta procesadora labora 6 días a la semana con 3 turnos que cubren las 24 horas. El séptimo día se dedica al mantenimiento y limpieza de equipos. Los diferentes alimentos son preparados con relleno de crema batida que usan una mezcla de manteca vegetal, azúcar, sabores, colores, vitaminas y minerales con distintas proporciones, los cuales son procesados en el lugar cercano denominada área de cremas.

En esta área la crema es preparada en recipientes de acero inoxidable, es llevada hacia la inyectora en forma manual, para poder ser inyectada a los pastelitos, el personal operativo lo constituyen 1 operador y 1 ayudante por turno. A continuación se muestra el plano de planta del área de preparación e inyectado de pasteles con crema batida.

Figura 1. Plano actual del área de cremas e inyectado.



Fuente: Elaboración propia.

Actualmente los requerimientos mensuales de los departamentos de mercadeo y ventas, en kilogramos, son de 615 ton. Estos kilogramos están repartidos en los diversos alimentos que se producen en la planta en los distintos productos y presentaciones.

La línea de producción tiene un ritmo de producción de 12 kg/min. Sumando todas las presentaciones y productos que se producen, lo cual le permite producir al mes 492.5 ton. Si se mantiene una eficiencia del 95%, la cual normalmente es el promedio mensual.

La diferencia entre lo producido por la línea y lo solicitado por los departamentos de mercadeo y ventas es de 123 ton. Pasando a tener un nuevo ritmo de producción que es de 15 kg/min. Hay que tomar en cuenta que toda esta materia prima pasa a formar parte del inventario de reserva en bodega.

La capacidad de producción máxima en el área de inyectado, que es nuestra área de estudio, actualmente es de 12 kg/min. La cual es obtenida al dividir la cantidad de pastelitos inyectados por ciclo.

Los tiempos están basados en la memoria de cálculo donde están las capacidades de la línea completa dividida en las distintas etapas de toda línea.

Figura 2 Ejemplo de memoria de cálculo.

BIMBO CENTROAMERICA S.A.				
PASTELERIA				
VARIABLES	TIPOS DE PRODUCTO			
Datos	Pastelito 1	Pastelito 2	Pastelito 3	Pastelito 4
Molde. Ancho (plg)	11 3/4	9 3/4	9 3/4	9 3/4
Molde. Largo (plg)	37	37 13/16	37 15/16	37 13/16
T. Horneo (min)	14	13	12	13
T. Enfr. (min)	26	26	26	26
T. S. Glass	8			
T. S. Cobertura		8	8.5	8
Pzas. / Molde	52	40	40	40
Hileras/molde	2	2	2	2
Peso / Pza. (Kg.)	0.031	0.030	0.0275	0.028
Pzas. / Paq.	2	1		1
Ritmos de Producción				
Piezas / min.	372	368	341	368
Pzas. /Hr.	22,320	22,080	20,460	22,080
Paq. / min.	186	368	341	368
Paq. / Hr.	11,160	22,080	20,460	22,080
Moldes / Min.	7.15	9.20	8.53	9.20
Batidora				
Batidos				
Kg. /Hr.	692	662	563	618
Kg. / Carga	239	221	204	207
Cargas / Hr. (nec.)	3	3.00	3	3
Cargas / Hr. (disp.)	4	4	4	4
Total Cargas / Hr (disp.)	4	4	4	4
No. Batidoras	1	1	1	1
% Ocup. Batidoras	72	75	69	75
Horno tipo túnel				
Horno				
Moldes/Hornada	100	120	102	120
Moldes/Hilera	1	1	1	1
Hileras/Hornada	100	120	102	120
Sep. + Hileras (Plg)	11.75	9.75	9.75	9.75
Longitud Necesaria (m.)	30	30	25	30
Longitud Disponible (m.)	40.00	40.00	40.00	40.00
% Ocupación de Horno	74.73	74.05	63.34	74.05
Inyectora				
Inyectora				
Moldes Inyectados / Min	7	9	9	9
Moldes / Hilera	1	1	1	1
Hileras/inyectadas	7	9	9	9
Tiempo de un ciclo de inyección (Seg)	8.4	6.5	7.0	6.5
Cantidad de inyecciones disponibles (ml)	7	9	9	9
% Ocup. De la Inyectora	102.20	102.22	94.72	102.22
Túnel de enfriamiento				
Túnel				
Pzas. /Túnel		2944	2899	2944
Pzas./Hilera		20	20	20
Hileras/Túnel		147	145	147
Sep. + Centros Hileras (cm.)		11.5	12.3	11.5
Longitud Necesaria (m.)		12.8	18	12.8
Longitud Disponible (m.)		20	20	20
% Ocupación Túnel		64.00	89	64.00
Ingredientes complementarios				
Acabados				
Kg. Crema, malvavisco / Paq.	0.017	0.006	0.005	0.008
Kg. Glass. Choc. / Paq.	0.07			
Kg. Glass Bca. / Paq.	0.004			
Kg. Cobertura / Paq.		0.014	0.0135	0.014
Kg. Gotas Choc./ Paq.		0.003		0.003
Kg. Granillo Pip./ Paq.			0.002	
Kg. Mermelada./ Paq.			0.012	
Kg. Cr. / Hr.	190	132	102	177
Kg. Glass Choc. / Hr.	190	0	0	0
Kg. Glass Bca. / Hr.	45	0	0	0
Kg. Cobertura / Hr.	0	309	276	309
Kg. Gotas Choc./ Hr.	0	66	0	0
Kg. Granillo Pip./ Hr.	0	0	41	66
Kg. Mermelada./ Hr.	0	0	246	0
Envolvedora				
Envoltura				
Paq. / Min. (Nec.)	186	368	341	368
Paq. / Min. (Disp.)	330	440	440	440
Paq. Min. X envolvedora	110	110	110	110
No. Envolv.	3	4	4	4
% Ocup. Envolv.	56.36	83.64	77.50	83.64
RESUMEN DE PORCENTAJE DE OCUPACIÓN				
% Resumen ocupación				
% Ocup. Batidoras	72	75	69	75
% Ocup. Horno	75	74	63	74
% Ocup. Enfr.	71.45	76.88	71.24	76.88
% Ocup. Inyectora	102.20	102.22	94.72	102.22
% Ocupación Túnel		64.00	89.13	64.00
% Ocup. Envolv.	56.36	83.64	77.50	83.64
DIAGNOSTICO DE EQUIPO LIMITANTE				
Equipo limitante				
Batidora				
Horno				
Enfriador				
Inyectora	INYECTORA	INYECTORA		INYECTORA
Túnel de enfriamiento				
Envolvedora				

Fuente: Elaboración propia.

Según lo mencionado en los párrafos anteriores, se requiere un aumento de capacidad en la etapa de preparación de crema e inyectado a razón de 30 % más. Por esto la preparación y el equipo que inyecta deben ser los puntos a solucionar.

Figura 3 Esquema de etapa de inyectado.

PRODUCTO	CICLO DE INYECTADO (SEG)						
	CARGA DE MOLDE	CARGA DE CELDA	TIEMPO SUBE TRANSPORTADOR	TIEMPO DE INYECCIÓN	TIEMPO BAJA TRANSPORTADOR	DESCARGA DE MOLDE	CICLO COMPLETO
PASTELITO 1	1.5	1.7	1	2.2	1	1	8.4
PASTELITO 2	1.3	1	1	1.2	1	1	6.5
PASTELITO 3	1.3	1.2	1	1.5	1	1	7
PASTELITO 4	1.3	1	1	1.2	1	1	6.5

Fuente: Elaboración propia.

El valor indicado de cada ciclo se subdivide en tiempo de carga del molde, tiempo que carga la celda del manifold de inyectado, tiempo en que sube el transportador de molde, tiempo de inyectado, tiempo en baja el transportador de molde, tiempo de descarga del molde.

- **Descripción de la Inyectora Volumétrica**

Especificaciones:

Eléctricas:

115 V, 60 Hz, una fase, ¾" H.P., S.C.R., Modelo R20-32, a 1760 RPM

Neumáticas:

56 F.M. a 90 Psi.

Construcción:

Estructura tubular de acero inoxidable, aluminio y agujas de latón.

Opcional:

Cadenas ajustables para más de un largo y ancho de molde.

- **Descripción general de la inyectora.**

La inyectora de crema volumétrica, es una máquina con cavidades múltiples distribuidas y utiliza en el pastelito No. 1, un pistón individual para cada aguja o pastelito y un pistón para 2 pastelitos en el caso de los pastelitos núm. 2, 3 y 4.

Esta constituida de varias placas individuales, unas son estacionarias y dos móviles. Estas están de arriba hacia debajo de la manera siguiente:

- Placa divisora – Estacionaria
- Placa pistón – Móvil
- Placa cavidad – Móvil
- Placa de agujas – Estacionaria

La placa pistón está colocada para que empuje la crema a través de la placa cavidad.

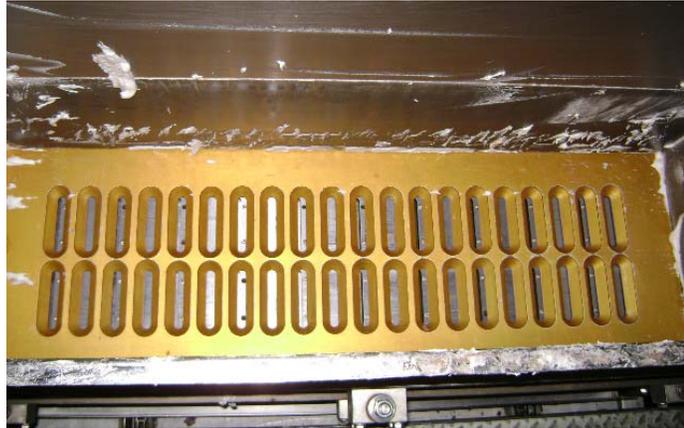
Esto comprende el mecanismo de bombeo y cuando se mueven en relación una de otra, distribuyen la crema hacia afuera través de la placa de agujas.

Las dos placas están unidas con pernos individualmente a los cilindros de aire. Un cilindro de aire mueve ambas placas simultáneamente $7/8''$. El otro cilindro tiene una carrera de a $1-1/2''$ (este puede variarse para aplicaciones especiales) y mueve las dos placas con relación una de otra.

La secuencia de operación de las placas móviles consiste de las dos placas moviéndose en relación una de otra una distancia dada, seguida por el movimiento de ambas placas $7/8''$. En el primer movimiento (VER FIGURA 4) la placa de cavidad (C)

se mueve hacia la izquierda distribuyendo la crema, a través de la placa de agujas (D) y extrayendo la crema a través de las placas alineadas (A y B).

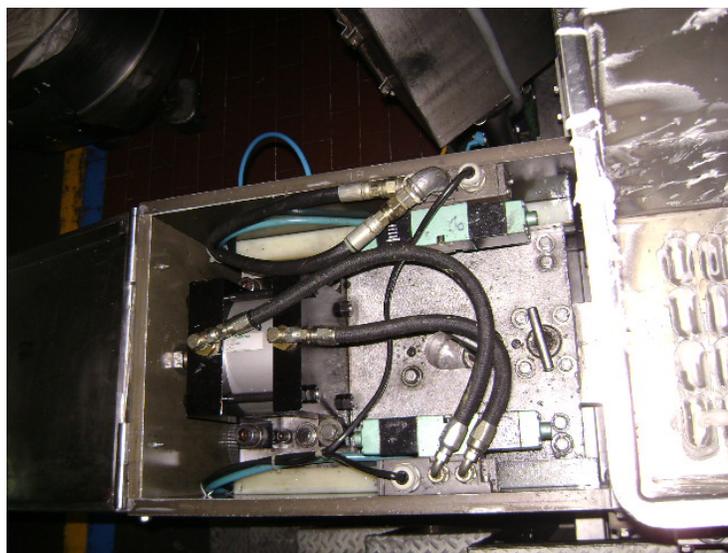
Figura 4. Placa de cavidad.



Fuente: Planta Bimbo, S.A.

En el segundo movimiento, ambas placas (B y C) se mueven $7/8''$ a la derecha (VER FIGURA 5 y 6) para alinearse en una posición de carga e inducen una presión negativa en las agujas de inyección.

Figura 5. Pistones para movimiento.



Fuente: Planta Bimbo, S.A.

Figura 6. Placa de movimiento.



Fuente: Planta Bimbo, S.A.

En esta parte de la operación, nosotros tenemos completa una inyección y se procederá a inyectar de nuevo con el movimiento de la reserva de las placas (VER FIGURA 7).

Figura 7. Placa de agujas.



Fuente: Planta Bimbo, S.A.

En el cuarto movimiento, retornan las placas a su posición original con lo cual se completa un ciclo, el cual produce dos inyecciones individuales.

La inyectora de crema volumétrica con controles eléctricos es un conjunto completo para inyectar crema cuando se demanda con una señal eléctrica. Interrumpido la señal eléctrica se repone el inyector y queda listo para operar cuando se manda otra señal.

Como es utilizada en conjunto con el transportador la señal de operación es dada, cuando un molde está en posición de inyección y el transportador está parado y arriba.

Cuando ambas condiciones existen, la inyectora podrá inyectar y cuando no hay ningún molde en posición, el cabezal inyector no operará.

Si existen 80 PSI, de aire en la inyectora el cabezal está listo para operar. La operación eléctrica del cabezal consiste de un interruptor selector con tres posiciones (automático-apagado-manual). Cuando el interruptor está en automático, el cabezal operará cuando éste recibe una señal de existe un molde en posición de inyectado.

Cuando el interruptor está en posición manual y es accionado, el cabezal operará inmediatamente el paso de un molde.

- **Transportador**

El transportador consiste de cuatro cadenas de topes, se deberá estar seguro de que no existe ninguna obstrucción antes del arranque, esto es muy importante. La placa de agujas deberá estar en perfecto alineamiento con las demás placas.

Si esta fuera de alineamiento, al subir y bajar la sección del transportador se apretarán todas las agujas. Cuando ya no se tenga ninguna obstrucción el transportador, oprimir el botón de arranque del transportador, una luz roja indicará que el relevador ha sido operado para arrancar el motor. La velocidad del transportador puede ser ajustada por un cambio en la colocación del potenciómetro en el tablero de control.

Con el transportador trabajando y el cabezal inyector en posición de automático, está lista para operar. Si nosotros insertamos un molde en los topes de las cadenas, estos serán inyectados automáticamente con la demanda cuando éste alcance el cabezal inyector.

- **Protecciones de seguridad.**

Existen tres tipos de protecciones de seguridad en esta máquina para permitir su operación automática sin atenderla.

Debe existir un molde presente debajo del cabezal inyector antes que la inyección se produzca.

Una barra está colocada antes del cabezal inyector para detectar un molde que esté encimado o desalineado.

Un embrague de deslizamiento está previsto en la transmisión principal como protección contra un posible atoramiento. Este embrague deslizará antes de que exista un daño en la caja de levas o en el reductor.

- **Control de elevación.**

El mecanismo de elevación en el transportador está fijado a 2-1/4". Si la profundidad de penetración de las agujas en el pastelito es demasiada o muy poca, esta puede ser cambiada. Una manivela de mano esta provista para bajar el cabezal de inyección. Cuando se a favor de las manecillas del reloj, éste levanta el cabezal y se eleva encima del transportador y reduce la profundidad de penetración en el pastelito.

- **Mantenimiento.**

Una lubricación impropia engomara arriba de los cilindros y causas que el inyector trabaje lentamente.

Los controles de aire en el inyector están dependientes de una lubricación constante. Esto es esencial para que el lubricador de aire esté en funcionamiento todo el tiempo.

Cada seis meses:

- Válvulas de aire.
- Quite la válvula y desensamble, limpie todas las partes.
- Instale las partes ya limpias en la válvula y reensamble.
- Revisar el alineamiento de los cilindros de aire y mecanismos de la escala.
Revisar los ajustes de los interruptores límite.

Cada mes:

- Revise el rango del depósito de aceite del aire. Ajustar cinco o seis gotas por minuto.

- Revise las levas, los rodillos de las levas, los baleros lineales y mueva las partes para limpieza general.
- Revisar los tornillos, tuercas o mecanismos de ensamble.

Semanalmente:

- Engrase todos los accesorios de la transmisión principal, flechas, baleros lineales, rodillos de levas, brazos del balanceador, guías y bandas de alta velocidad.

Diariamente:

- Drene el agua del vaso separador de humedad de aire y llene de aceite el vaso lubricador de la unidad de mantenimiento. Asegurar al trabajar la maquina que pasen de 5 a 6 gotas por minuto.
- **Placas de inyección.**

No se deben de lavar con agua caliente (lávese con agua normal, 25 °C). En caso contrario, las placas se deformarán de por vida, no pudiéndose ya enderezarlas. Los problemas serán; la falta de inyección en muchas agujas y la baja de eficiencia de la inyectora. Además se dificultará su montaje y los pistones harán un trabajo forzado y en peligro de romperse varias partes de la máquina.

- **Placas de agujas.**

Revisar que no estén golpeadas o torcidas las agujas, que estén apretadas normalmente y que tengan la misma altura, las que estén en mal estado hay que cambiarlas. Revise que la placa de inoxidable que separa el producto de las agujas cuando inyectan, este bien montada.

Es importante que el ajuste de la profundidad de las agujas en el molde sea correcto, o de otra forma, se dañarán las agujas y el molde, lo que ocasionará un atraso en la producción muy considerable.

- **Equipo eléctrico.**

Al realizar la limpieza, todos los componentes eléctricos deben estar cubiertos con algún plástico, para que no les entre agua y así evitar cortos circuitos. En algunos componentes como son: circuitos electrónicos, motor de transmisión.

- **Chumaceras y mecanismos y de transmisión.**

Evitar al realizar la limpieza: el chorro de agua directo a estas piezas, ya que su lubricación se caerá trayendo como resultado el deterioro de sus partes.

1.1.2. Necesidades.

La determinación de las necesidades es la etapa más importante en lo que corresponde la justificación de cualquier proyecto, ya que las mismas, según su importancia, orientarán el rumbo y prioridad de las decisiones que deberán tomarse en los niveles gerenciales sobre si se realizan o no las inversiones de capital que se pretenda hacer en equipos, instalaciones, programas de computo, personal, etc. Dependiendo de la importancia que tengan. Por tal razón, deberán ser cuidadosamente buscadas y analizadas, de tal manera que proporcionen los requisitos mínimos que deben satisfacer las soluciones del diseño.

De ordinario, cuando se decide solucionar alguna necesidad de la empresa, lo primero que se espera ver es el entorno de capital que se obtendrá al invertir en solucionarla; en algunas ocasiones esto no ocurrirá o lo que se obtendrá a cambio será

mínimo, pero se tendrá que realizar, principalmente cuando una regulación estatal lo requiera, o por mejora de la calidad del producto, o cuando se trate de mejorar las condiciones de personal operativo, en busca de mantener una política de simpatía del personal operativo hacia las autoridades de la empresa y hacia la misma empresa.

Continuando con el proyecto, se pasa analizar las necesidades que son requeridas a la empresa por la estrategia de crecimiento de los departamentos de Ventas y Mercadeo de la compañía. Para cubrir los mercados de los demás países Centroamericanos es necesario que las ventas actuales por mes que son del 100%, se incrementen 25% por lo menos en los cuatro productos en forma similar.

Para alcanzar este nivel de producción mensual hay que realizar el cálculo de cual debe ser el ritmo de producción de la planta y también revisar si es posible realizarlo con los equipos que tenemos.

Para determinar el ritmo de producción necesario de producción necesario a implementar en la planta se divide el valor esperado a producir mensualmente, entre la eficiencia promedio de la planta que actualmente es de 95 %; también se divide entre la cantidad de días disponibles para producir, que son 24 y también entre 24 horas y 60 minutos, para que el valor requerido sea proporcionado en kilogramo por minuto.

Revisando estas capacidades, se determina que todas las áreas cumplen con los requisitos de capacidad necesarios para realizar la producción solicitada; con excepción del área de cremas.

Con esta información se concluye que es necesario invertir cierta cantidad de capital para incrementar la producción e inyectado de crema por lo menos en un 30 % para poder surtir los estimados en base de Mercadeo y Ventas.

La forma en que se deba invertir el capital se propondrá en la etapa de evaluación de opciones, posteriormente; allí es donde se verán las propuestas de solución de las necesidades surgidas en esta parte y se determinará cuál conviene más a la empresa, económicamente hablando.

El fin de esta etapa fue determinar las necesidades principales que justifiquen un proyecto de mejora. En este caso la necesidad principal se determinó en base a los requerimientos de ventas Mercadeo al solicitar un incremento de producción a la planta para poder satisfacer la demanda de los nuevos mercados a donde la empresa pretende expandirse. La segunda necesidad, que es consecuencia de la primera, la proporcionó la misma planta, ya que una de sus áreas de producción actualmente no es capaz de cumplir el requerimiento anterior y necesita incrementar sus equipos en el área a través de una inversión de capital para incrementar su producción a lo solicitado.

1.1.3. Problemas.

En esta etapa del proyecto se mencionan los obstáculos que deben tomarse en cuenta antes de comenzar a generar las opciones de solución, así como los aspectos que normalmente afectan el proceso y que no fueron mencionados en las etapas anteriores, ya que van ligados con las necesidades principales.

En este proyecto, uno de los principales problemas consiste en que los recursos económicos de la empresa son limitados, y por lo tanto deberán buscarse soluciones que no requieran excesivas cantidades de capital, y que si lo requieren, tengan un retorno rápido.

Otro problema consiste en definir como se resolverá el problema de espacio de los equipos que se instalaran en el área de inyectado de crema y si el montaje de los nuevos equipos no interfiera con la producción actual.

Un problema importante estriba en establecer el tiempo que se necesita para tener el proyecto listo, y que se tome en cuenta en los tiempos de entrega de materiales y equipos que se tengan que comprar en el extranjero y en los tiempos de fabricación y montaje de estructura y equipos.

También se considera un problema el definir si la cantidad de plazas deberá incrementarse al igual que el equipo, ya que debe tomarse en cuenta que cada plaza nueva van involucradas 3 personas para cubrir los 3 turnos de producción, o si los procedimientos se cambiarán al instalarse los nuevos equipos, con el fin de ahorrar tiempo y actividades que permitan que las personas se puedan reducir en numero.

1.2. Alcance de lo que se quiere lograr.

Este punto tiene como propósito especificar con detalle los objetivos que deberán cumplirse al momento de desarrollar, ejecutar y finalizar el proyecto, con el fin de que los interesados (autoridades de la empresa), conozcan con exactitud en qué consistirá y hasta donde llegaran los limites del mismo.

El alcance de esta etapa no llega a los aspectos técnicos de ingeniería, que se usan cuando se esta desarrollando la ingeniería de detalle acerca de la opción que más conviene a la empresa, ya que no es de interés de las autoridades conocerlos; estos detalles se verán más adelante.

El alcance del proyecto tiene como compromiso trazar el camino a seguir para solucionar las necesidades y problemas mencionados en las etapas anteriores.

Para este proyecto, el alcance de lo que se quiere lograr consiste en incrementar la capacidad de producción de la planta para solventar el requerimiento del producto para la venta prevista por los departamentos de Ventas y Mercadeo, por medio de la

compra de los equipos que se requieran agregar en el área de producción de cremas, los que deberán ser acomodados de la mejor manera en los espacios disponibles que se tienen en esta área, evitando requieran un incremento de la planilla de personal actual operarlos. Asimismo, deberá preverse la solución de algunos problemas del área que provocan paros y reducciones de eficiencia durante la operación.

Este proyecto deberá finalizarse en un plazo de 3 meses a partir de esta fecha, y deberá tratarse, en la medida de lo posible, de no detener la producción durante su ejecución, debido a que mientras el proyecto se concluye, la planta estará trabajando a su máxima capacidad para comenzar a acumular inventario de producto para el lanzamiento al mercado centroamericano, el cual se realizará dentro de 2 meses.

1.3. Metodología o forma cómo se va a alcanzar (Evaluación de opciones).

Teniendo claro lo que se espera obtener con el alcance del proyecto, se define aquí la forma en que se solucionará cada uno de los requerimientos que se solicitan. Por lo general, aquí es donde se generan las opciones de solución a través de ideas básicas de cómo se pueden resolver los problemas, y sobre ellas podemos considerar lo que necesitaremos en equipo, gente, procedimientos, etc. Normalmente se tienen tres formas para solucionar las necesidades de un proyecto de montaje, o una mezcla de ellas. A continuación se mencionan y describen las mismas.

1.3.1. Compra de equipos.

Cuando en una planta de producción se está desarrollando un área nueva completa, generalmente la opción de compra de equipos es la más conveniente, ya que resulta posible diseñar los nuevos equipos y su instalación con mayor libertad por el espacio que se tiene disponible; aunque en ocasiones esto no es posible, ya que los equipos que se compran no siempre son nuevos, y otros, son equipos que no están siendo

utilizados, que se localizan dentro de la planta, lo que puede limitar el diseño adecuado por un acoplamiento de los mismos al espacio disponible; eso sí, al momento de seleccionarlos se verifica que cumplan con los requerimientos mínimos del diseño de capacidad.

Esta también es una opción que se utiliza cuando se desea ampliar la capacidad de un área con el objetivo de incrementar su producción, aunque es un poco más complicada que la anterior, ya que se limita el diseño al espacio que se tiene y a veces es difícil conseguir equipos que se adapten a los espacios disponibles, por lo que estos deben ser seleccionados muy a la medida, o también, como sucede en algunas ocasiones, deben modificarse las instalaciones o la posición de los equipos existentes para lograr el montaje del nuevo equipo.

Otro motivo, donde la compra de equipo es la opción a seguir, es cuando se necesita reemplazar el equipo existente que ha llegado al final de su vida útil por otro igual o más moderno que proporcione mayores ventajas.

1.3.2. Modificaciones en equipo.

Esta es la segunda forma en la que se puede solucionar un proyecto de montaje, en función de las ideas que surgen al momento en que se está determinado la mejor forma de solucionar las necesidades y problemas dados.

Consiste principalmente en definir la manera en que los equipos, instalaciones o procedimientos que existen actualmente deben ser cambiados o readecuados, de tal forma que logren generar el beneficio esperado.

Generalmente, lo que se hace en este caso es modificar los diseños originales de los equipos e instalaciones, a través de la eliminación, la adición o la modificación

geométrica de algunos elementos de los mismos, para que mejoren aspectos como productividad, operación, seguridad, sanidad y mantenimiento. Esta opción puede mezclarse con la primera, en donde se compra un equipo usado por su bajo costo, al cual hay que realizarle modificaciones para que se obtengan los resultados esperados.

La modificación de los procedimientos también puede ir involucrada dentro de un cambio que se desee realizar en un área, con el fin de mejorar las condiciones actuales de la misma. Normalmente, cuando se modifica un procedimiento, lo que se espera es reducir el tiempo que debe tomarse una o varias actividades, o realizar una mayor cantidad de actividades en el mismo tiempo sin que ello perjudique la calidad del trabajo. Por ejemplo, cuando en un área se incrementan los equipos y se modifican los procedimientos actuales para que con el mismo personal operativo se operen la totalidad de equipos asignados al área.

1.4. Costo y tiempo de realización del proyecto.

En todo proyecto de montaje de equipo es necesario realizar un análisis de las opciones que se presentan para solucionar las necesidades y problemas del área en que se piensa intervenir.

El costo y el tiempo necesarios en cada opción son aspectos muy importantes para decidir cuál de las opciones seguir, o para indicar que es necesario buscar otras soluciones, ya que las que existen pueden no ser convenientes, o bien, indicar que es mejor no realizar ninguna inversión, ya que lo que se ganará no es suficiente, debido a que el tiempo que se propone no es conveniente para los planes generales.

1.4.1. Cronograma de actividades generales.

Aquí se muestran en una tabla que relaciona las tareas o actividades principales de un proyecto de montaje y los tiempos estimados que tardará cada una de ellas.

Esta tabla normalmente se presenta a la alta gerencia en forma condensada para facilitar su comprensión y así la toma de decisiones sobre las opciones disponibles para llevar a cabo cualquier proyecto de montaje.

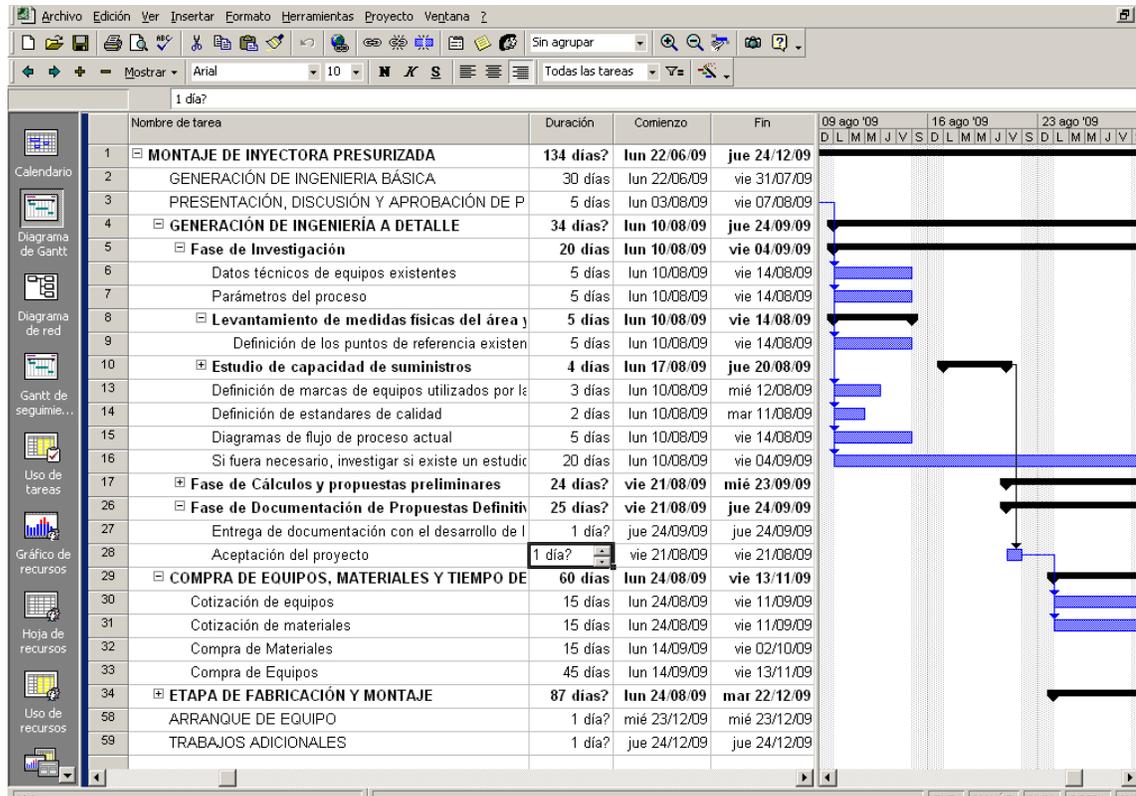
Las etapas principales necesarias a presentar para proyectos de montaje son:

- Ingeniería básica.
- Presentación, discusión y aprobación.
- Ingeniería de detalle.
- Compra de equipos, materiales y tiempo de arribo.
- Fabricación y montaje.
- Arranque de equipo.
- Trabajos adicionales.

De estas etapas, la que actualmente se está desarrollando es la Etapa de Ingeniería básica. La Etapa de presentación, discusión y aprobación se omitirá por no ser de interés para este trabajo; de las demás etapas se hará una descripción más a fondo en los siguientes capítulos.

En la siguiente tabla se muestra el cronograma de las actividades principales que deberán realizarse, el orden de ejecución de las mismas y el tiempo estimado para llevarlas a cabo.

Tabla I. Cronograma de actividades.



Fuente: Elaboración propia.

1.4.2. Costo de materiales y equipos.

Como en el inciso anterior, también se presentan en forma condensada los costos de las compras principales que en cada una de las opciones se tiene que realizar para obtener los equipos y materiales necesarios para llevar a cabo el proyecto de montaje de equipo, según lo especificado por cada una de ellas.

Es importante mencionar que estos costos deberán estar compuestos por el costo del equipo o materiales y por todos los gastos de importación, impuestos y otros gastos que sean necesarios para que los mismos lleguen a la puerta de la planta, en los que se tenga que importar, y lo mismo para lo que se pueda adquirir localmente.

El costo de las compras es preferible mostrarlo con valores redondeados hacia el valor inmediato superior, pero no deberá exagerarse en este redondeo ya que de esto dependerá el resultado final, el cual puede descartar una propuesta por lo alta de la misma; y en caso contrario, desde el principio se genera un presupuesto más bajo del que realmente debiera ser, el cual, al ser aprobado, nunca alcanzará para realizar lo esperado.

Tabla II. Ejemplo de presupuesto de compra de equipos y materiales



BIMBO DE CENTROAMERICA S.A.

FECHA: 10 DE FEBRERO DEL 2009
ACTUALIZADO

PRESUPUESTO DE COSTO DE EQUIPOS			PRESUPUESTADO			
			QUETZALES		DOLARES	
PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Batidora Slurry	1	Q150,000.00	Q150,000.00	\$17,857.14	\$17,857.14
2	Bombas Waukesha serie 285994-01 modelo 60	2	Q40,000.00	Q80,000.00	\$4,761.90	\$9,523.81
	Motoreductores Ratio 17 Salida 103 Rpm de 3 Hp.	2	Q26,000.00	Q52,000.00	\$3,095.24	\$6,190.48
3	Contenedor	1	Q75,000.00	Q75,000.00	\$8,928.57	\$8,928.57
4	Texturizador	1	Q125,000.00	Q125,000.00	\$14,880.95	\$14,880.95
5	Válvula de admisión de 3 vías	1	Q8,000.00	Q8,000.00	\$952.38	\$952.38
6	Trampa Magnética de 2" de diametro	1	Q10,000.00	Q10,000.00	\$1,190.48	\$1,190.48
7	Inyectora Presurizada marca Fedco	1	Q175,000.00	Q175,000.00	\$20,833.33	\$20,833.33
8	Transportador alimentador de moldes	1	Q25,000.00	Q25,000.00	\$2,976.19	\$2,976.19
9	Flujometros para agua caliente y frío	1	Q12,000.00	Q12,000.00	\$1,428.57	\$1,428.57
SUBTOTAL			Q712,000.00		\$84,761.90	
IVA 12 %				Q85,440.00		\$10,171.43
TOTAL			Q797,440.00		\$94,933.33	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla III. Tabla general de presupuesto de compra de equipo y materiales.



BIMBO DE CENTROAMERICA S.A.

FECHA: 10 DE FEBRERO DEL 2009
ACTUALIZADO

			PRESUPUESTADO				COSTO REAL	
PRESUPUESTO DE COSTO DE EQUIPOS			QUETZALES		DOLARES		DOLARES	
PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Batidora Slurry	1	Q150,000.00	Q150,000.00	\$17,857.14	\$17,857.14	\$19,000.00	\$19,000.00
2	Bombas Waukesha serie 285994-01 modelo 60	2	Q40,000.00	Q80,000.00	\$4,761.90	\$9,523.81	\$6,000.00	\$12,000.00
	Motoreductores Ratio 17 Salida 103 Rpm de 3 Hp.	2	Q26,000.00	Q52,000.00	\$3,095.24	\$6,190.48	\$2,900.00	\$5,800.00
3	Contenedor	1	Q75,000.00	Q75,000.00	\$8,928.57	\$8,928.57	\$8,000.00	\$8,000.00
4	Texturizador	1	Q125,000.00	Q125,000.00	\$14,880.95	\$14,880.95	\$15,000.00	\$15,000.00
5	Válvula de admisión de 3 vias	1	Q8,000.00	Q8,000.00	\$952.38	\$952.38	\$1,300.00	\$1,300.00
6	Trampa Magnetica de 2" de diametro	1	Q10,000.00	Q10,000.00	\$1,190.48	\$1,190.48	\$1,900.00	\$1,900.00
7	Inyectora Presurizada marca Fedco	1	Q175,000.00	Q175,000.00	\$20,833.33	\$20,833.33	\$23,000.00	\$23,000.00
8	Transportador alimentador de moldes	1	Q25,000.00	Q25,000.00	\$2,976.19	\$2,976.19	\$3,500.00	\$3,500.00
9	Flujometros para agua caliente y frío	1	Q12,000.00	Q12,000.00	\$1,428.57	\$1,428.57	\$1,500.00	\$1,500.00
SUBTOTAL				Q712,000.00		\$84,761.90		\$91,000.00
IVA 12 %				Q85,440.00		\$10,171.43		\$10,920.00
TOTAL				Q797,440.00		\$94,933.33		\$101,920.00

Fuente: Elaboración propia.

1.4.3. Costo de instalación.

El costo de instalación corresponde todos los gastos que se realizan para efectuar el montaje diferentes a la compra de equipos y materiales que formarán parte del mismo. Normalmente implica a toda la mano de obra necesaria para llevar a cabo el montaje y estos por su género los podemos dividir para un proyecto industrial en tres áreas principales que son:

Obra civil que corresponde a la preparación del área, cimientos, fundiciones de lozas, columnas etc.

Obra mecánica que corresponde a los aspectos de fabricación de plataformas y estructuras, restauración de equipos, bombas, instalación de tuberías etc.

Obra eléctrica que corresponde a la creación de programas, tuberías eléctricas, cableados, conexión de equipos, tableros o centros de control de motores eléctricos, etc.

También involucra el costo de la ingeniería de diseño, que es la que genera las propuestas de ubicación y desarrollo del proyecto de montaje, las cuales abarcan la generación de cálculos para definir las capacidades y características del equipo a utilizar; maneja la distribución apropiada del equipo en el área afectada, define las características del montaje, los materiales a utilizar y los estándares a seguir.

Normalmente la ingeniería de diseño tiene dos etapas que son: ingeniería básica, que es la que se ha desarrollado en este capítulo, e ingeniería de detalle, la cual se explicará en el capítulo siguiente.

Otros gastos que deben tomarse en cuenta en los costos de instalación son los de compras de herramienta, así como el arrendamiento de maquinaria utilizada para el montaje de equipo.

También es necesario incluir el pago de copias de planos, papelería y otros gastos administrativos, los cuales, en conjunto, pueden considerarse como gastos misceláneos.

Tabla IV. Ejemplo de gastos de instalación y montaje.



BIMBO DE CENTROAMERICA S.A.

FECHA: 10 DE FEBRERO DEL 2006
ACTUALIZADO

COMPARATIVO DE COSTOS PARA: FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE PLATAFORMA.			TECMISA			FISTEMS			CEM		
PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	P.U.	P.U.	IMPTE.	P.U.	P.U.	IMPTE.	P.U.	P.U.	IMPTE.
1	Fabricación de columnas, vigas, escaleras y barandas.	1	Q15,000.00		Q15,000.00	Q23,000.00		Q23,000.00	Q18,000.00		Q18,000.00
2	Trabajos de obra civil (Cimentación de columnas)	4	Q3,000.00		Q12,000.00	Q5,000.00		Q20,000.00	Q2,000.00		Q8,000.00
3	Despejar espacio del montaje	1	Q2,000.00		Q2,000.00	Q1,000.00		Q1,000.00	Q2,500.00		Q2,500.00
4	Sellar el area de trabajo para soldar vigas y columnas	1	Q1,000.00		Q1,000.00	Q1,000.00		Q1,000.00	Q1,500.00		Q1,500.00
5	Instalación de columnas y vigas	1	Q5,000.00		Q5,000.00	Q8,000.00		Q8,000.00	Q10,000.00		Q10,000.00
6	Montaje piso con placa metálica	1	Q10,000.00		Q10,000.00	Q12,000.00		Q12,000.00	Q7,000.00		Q7,000.00
7	Instalación de escalera y barandas de seguridad	1	Q4,000.00		Q4,000.00	Q6,000.00		Q6,000.00	Q5,000.00		Q5,000.00
			TOTAL		Q49,000.00	TOTAL		Q71,000.00	TOTAL		Q52,000.00

IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO	Q49,000.00	TOTAL	Q71,000.00	TOTAL	Q52,000.00
	Q49,000.00		Q71,000.00		Q52,000.00
PORCENTAJE	0.00%		44.90%		6.12%

Realizo	Revisó	Autoriza
Rafael Molina	Ing. Juan José Vásquez	Ing. Antonio Luna
Encargado de Proyecto	Coordinador de Proyectos	Representante Junta Directiva

FAX.	Braulio Rodríguez	Ricardo Ruiz	Edy Marroquin
	56049621	55601452	55604003
	3 SEMANAS CREDITO	3 SEMANAS CREDITO	3 SEMANA CREDITO

Fuente: Elaboración propia.

Tabla V. Tabla general de gastos.



BIMBO DE CENTROAMERICA

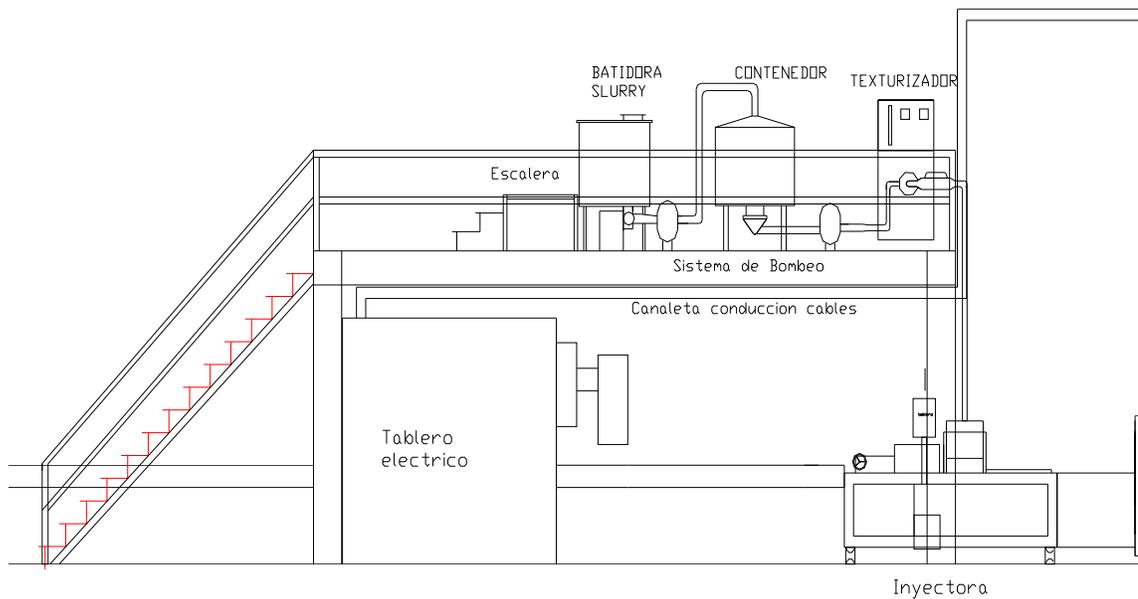
COMPARATIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE LA INSTALACIÓN DE EQUIPOS EN EL ÁREA DE INYECTADO DE	COSTOS PROYECTADOS		COSTO REAL	PORCENTAJE DE DESVIACIÓN
	QUETZALES	DOLARES	DOLARES	PORCENTAJE
PARTIDA	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
1	Q95,880.32	\$11,414.32	\$10,000.00	-12.39%
2	Q45,497.09	\$5,416.32	\$6,000.00	10.78%
3	Q797,440.00	\$94,933.33	\$101,920.00	7.36%
4	Q55,000.00	\$6,547.62	\$5,000.00	-23.64%
5	Q25,000.00	\$2,976.19	\$3,000.00	0.80%
6	Q12,000.00	\$1,428.57	\$1,600.00	12.00%
7	Q28,000.00	\$3,333.33	\$3,500.00	5.00%
8	Q95,889.36	\$11,415.40	\$13,000.00	13.88%
TOTAL	Q1,154,706.77	\$137,465.09	\$144,020.00	DESVIACIÓN GENERAL DE PROYECTO
IVA 12 %	Q138,564.81	\$16,495.81	\$17,282.40	4.77%
	Q1,293,271.58	\$153,960.90	\$161,302.40	

Fuente: Elaboración propia.

2. DESCRIPCIÓN LA INYECTORA DE CREMA PRESURIZADA.

2.1. Esquema del proceso.

Figura 8. Esquema de proceso.



Fuente: Elaboración propia.

2.2. Incorporación de ingredientes de crema.

Para llevar a cabo esto necesitamos de una batidora industrial con capacidad de 300 kg. Donde se realiza la incorporación de los ingredientes de la crema. Como todo proceso se llevan a cabo varios pasos para efectuar una crema con las características y la calidad especificadas.

Pasos para realizar la crema batida.

- Se premezclan la manteca con el azúcar a una velocidad media hasta formar una pasta.
- Se incorporan los sabores, colores, etc. A una velocidad alta para conseguir una crema con una total incorporación y homogénea.

Cuando la crema está lista, se procede a trasladarla hacia un deposito intermedio en el cual estará mediante el proceso la demande. Esto se realiza mediante una bomba de lóbulos instalada en la parte inferior de la batidora por medio de una tubería de 3” sanitaria de acero inoxidable con una válvula de compuerta accionada con aire comprimido.

2.3. Aeración de crema.

En este punto ya tenemos preparada la crema batida, para poder ser inyectada a los pastelitos. En este proyecto se incorporará un nuevo equipo al proceso lo cuál es un aereador con el que se consigue darle un mayor volumen y consistencia a la crema.

Este equipo es un punto intermedio entre la bomba 2 y la inyectora el cual consta de un depósito en el cuál en su parte interna contiene recamaras en donde se pasa la crema y se le da un trabajo o mezclado extra y se le inyecta aire con un Rotámetro a una presión de 1 PSI. Este equipo es muy sencillo pero sumamente eficiente en su labor con este equipo logramos darle una consistencia muy buena y gustosa al paladar ya que aumenta y mejora la sensación en la boca.

Figura 9. Aereador.



Fuente: www.oakes.com

2.4. Alimentación al cabezal presurizado.

Como ya hemos explicado anteriormente necesitamos equipo que de la energía cinética para poder trasladar la crema hasta el punto de inyectado, para lograr este fin necesitamos de dos equipos de bombeo, el que consiste de bombas de tipo lobular de fabricación en acero inoxidable con características de flujo y presión constante. Una bomba del mezclador hacia el tanque intermedio y una del tanque intermedio hacia la inyectora pasando por el aereador.

- **Características de estas bombas.**

Estas bombas su composición es robusta y baja en mantenimiento constan de una caja de engranes gemelos internos la cual reciben la fuerza de parte de un motoreductor que le de las revoluciones requeridas, y dos lóbulos que reciben la fuerza de los ejes de los engranes en los que se genera la cámara de bombeo ver figura y tabla.

Figura 10. Bomba Waukesha.



Fuente: www.gowcb.com

Tabla VI. Tabla de elección de tamaño y revoluciones de la bomba Waukesha.

Waukesha Cherry-Burrell Bombas PD serie Universal
Cuadro de especificaciones

MODELO	DESPLAZAMIENTO POR REVOLUCIÓN	CAPACIDAD NOMINAL HASTA	ENTRADA/SALIDA	ENTRADA/SALIDA OPCIONAL	PRESIÓN EN PSI	RPM MÁXIMAS	LÍMITES DE TEMPERATURA
006-UI	0,031 litros (0,0082 galones)	1,3 m³/h (6 GPM)	1 pulg.	1½ pulg.	200 psi (13,8 bares)	800	de -40° C (-40° F) a 149° C (300° F)
015-UI	0,054 litros (0,0142 galones)	2,0 m³/h (9 GPM)	1½ pulg.		200 psi (13,8 bares)	700	
018-UI	0,110 litros (0,029 galones)	3,8 m³/h (17 GPM)	1½ pulg.	2 pulg.	200 psi (13,8 bares)	600	
030-UI	0,227 litros (0,060 galones)	8,2 m³/h (36 GPM)	1½ pulg.	2 pulg.	200 psi (13,8 bares)	600	
060-UI	0,579 litros (0,153 galones)	20,4 m³/h (90 GPM)	2½ pulg.	3 pulg.	200 psi (13,8 bares)	600	
130-UI	0,961 litros (0,254 galones)	34,1 m³/h (150 GPM)	3 pulg.		200 psi (13,8 bares)	600	
220-UI	1,976 litros (0,522 galones)	70,4 m³/h (310 GPM)	4 pulg.		200 psi (13,8 bares)	600	
320-UI	2,854 litros (0,754 galones)	102 m³/h (450 GPM)	6 pulg.		200 psi (13,8 bares)	600	

Fuente: www.gowcb.com

- **Cabezal presurizado.**

ESPECIFICACIONES:

Eléctricas:

115 V, 60 Hz.

Neumáticas:

56 F.M. a 90 Psi.

Construcción:

Estructura tubular de acero inoxidable, aluminio y agujas de acero inoxidable.

Figura 11. Inyectora presurizada.



Fuente: www.fedco-usa.com

Como ya hemos explicado este cabezal es una maquina con cavidades múltiples distribuidas, se utiliza para producir productos rellenos con crema.

Esta constituida de varias piezas individuales, unas son estacionarias y otras móviles. Estas están colocadas de arriba hacia debajo de la manera siguiente:

- Tubería de entrada de crema.
- Cilindro de la válvula de corredera.
- Placa de montaje.
- Cilindros de pistones succionadores.
- Conexiones de la provisión de aire.
- Manijas en T.
- Agujas de inyección.

Abajo se presenta el principio básico del funcionamiento del cabezal de llenado para crema:

Un transportador lleva los moldes a su posición de manera tal que las agujas del cabezal de llenado para crema penetren el producto.

Los cilindros de los pistones succionadores se retraen y al hacerlo empujan los pistones succionadores.

Luego el cilindro de la válvula de corredera se retrae abriendo la válvula y permitiendo que la crema llene el cabezal inyector.

En este momento, la crema es introducida en el pastel. Luego, el cilindro de la válvula de corredera se extiende cerrando la válvula y evitando que la crema fluya hacia adentro de la aguja inyectora.

El transportador vuelve a bajar y, con ayuda de una placa eyectora, las agujas del cabezal de llenado para crema se retiran del producto.

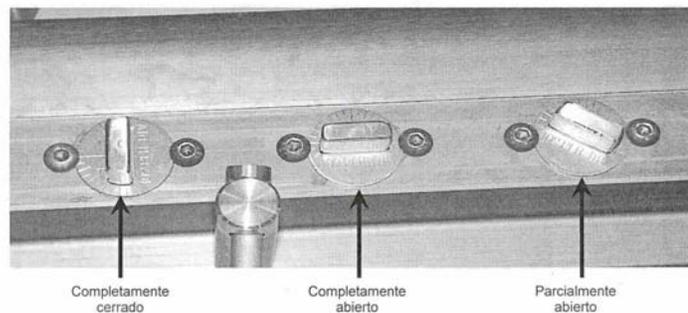
Los cilindros de los pistones succionadores se extienden retirando pistones succionadores para evitar el exceso de crema gotee.

- **Mantenimiento.**

Cabezal de llenado para crema está diseñado para que usted pueda ajustar la cantidad de crema que entra en las agujas inyectoras de crema, por hilera. Cerca de las manijas en T que corren a lo ancho del cabezal de llenado para crema, hay pequeños diales.

La admisión de la crema y el dial están diseñados de manera tal que cuando el dial está alineado con las cabezas de los tornillos, se encuentren en la posición completamente abierta. Para disminuir la cantidad de crema que fluye en una hilera simplemente gire el dial hacia la derecha o izquierda y esto bloqueará parcialmente la entrada, permitiendo que un volumen menor de crema entre las agujas inyectoras. Para cerrar completamente la admisión, gire el dial de manera tal que quede perpendicular a las ranuras de los tornillos.

Figura 12. Diales para compensación de crema.

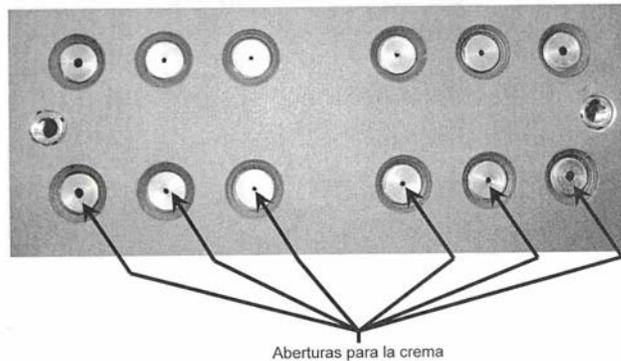


Fuente: www.fedco-usa.com

- **Compensación de volumen de crema por aguja.**

Para regular el volumen de crema que puede entrar en cada aguja inyectora de su cabezal de llenado para la crema de la marca Fedco, en el buje de montaje de la aguja se han perforado aberturas de distintos tamaños. Puede ser que usted necesite aumentar el tamaño de ciertas aberturas para compensar el volumen de crema.

Figura 13. Buje de montaje de la aguja.



Fuente: www.fedco-usa.com

- **Higienización.**

Como parte de un programa de mantenimiento periódico, es importante que usted desarrolle un plan de higienización para su cabezal de llenado de crema.

- **Limpieza del cabezal de llenado para crema.**

El siguiente procedimiento le servirá como guía para la limpieza de su cabezal de llenado para crema.

- Antes de comenzar a limpiar desconecte cualquier conexión de aire que este conectada al cabezal de llenado para crema.
- Desconecte la línea de abastecimiento de crema.
- Conecte el aparato de izar al cabezal de llenado para crema. Para realizar esto usted deberá enganchar cada uno de los cuatro acolladores en los ojales para izado. Los ojales para izado están ubicados en las esquinas del cabezal, y es por medio de los mismos que el cabezal de llenado para crema está amarrado a los soportes existentes. Seguidamente, usted utilizará la manivela para levantar el conjunto y desplazarlo alejándolo del transportador.
- Retire las manijas en T que aseguran el cabezal de llenado para crema al transportador.
- Retire el cabezal de Llenado para crema. Este paso es sumamente importante para asegurar una correcta higienización.

Proceda a desmontar las diferentes piezas, siguiendo los siguientes pasos:

- Afloje y retire todas las manijas en T ubicadas en el montaje interior de su cabezal.
- Una vez que se han retirado todas las manijas en T, usted puede sacar el montaje interior elevándolo. De esta manera quedará expuesta la válvula de corredera.
- Para retirar la válvula de corredera hale la clavija del fondo levantándola.

- Afloje las manijas en T en el montaje exterior y retire el montaje. Al hacerlo quedarán expuestos la placa de agujas y los bujes de montaje.
- Primero frote la unidad con un trapo seco limpio retirando cualquier exceso de crema polvo u otras sustancias. Para evitar rayar el acabado, luego para limpiar utilice solamente un paño suave con un jabón suave antiabrasivo y agua.

Ahora usted volverá a montar el cabezal de llenado para crema y lo volverá a colocar en su lugar ajustando nuevamente las manijas en T.

3. CONSIDERACIONES TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DEL ÁREA DONDE SE REALIZARÁ EL MONTAJE DE UN CABEZAL DE LLENADO.

3.1. Generación de ingeniería de detalle.

Para el propósito de este trabajo solamente se realizará una descripción general de la ingeniería de detalle, donde se definirá su objetivo principal, las fases de las que consta y una descripción de cada una de estas, en las que se indicará qué información específica se deberá recabar y entregar al final de cada una de estas fases.

Las memorias de cálculo de los equipos, maquinaria e instalaciones no se incluirán, ya que no son el objetivo de este trabajo; normalmente lo que se sugiere a las empresas que van a realizar ampliaciones, es contratar a una compañía especializada en diseño de ingeniería para que se encargue de realizar la ingeniería de detalle; esto, para realizar en un menor tiempo la misma, debido a que un proyecto de montaje normalmente requiere en su diseño de varias ramas de la ingeniería estas empresas cuentan con profesionales especializados en varias de estas ramas.

Entrando de lleno en el tema, el objetivo principal de la ingeniería de detalle es desarrollar y proporcionar la documentación necesaria para ejecutar el proyecto de montaje de equipos, junto con las instalaciones auxiliares requeridas para el mismo. De esta documentación, lo más importante a utilizar serán los alcances y planos de los trabajos que se realizarán en las distintas especialidades que intervendrán durante el montaje (Obra Civil, Mecánica, Eléctrica), y las cantidades y especificaciones de los equipos, materiales y accesorios que deberán comprarse.

Para que todo esto pueda realizarse en forma adecuada y eficiente, será también necesario que la empresa contratante proporcione un alcance del trabajo que deberá realizar la empresa contratista de diseño de ingeniería, donde se utilice como base de este alcance lo realizado en la etapa de ingeniería básica, para orientar a esta empresa hacia dónde se desea llevar el proyecto y agregando algunos detalles generales de la forma en que se desea recibir la documentación final del mismo.

Para poder obtener toda la documentación necesaria, la etapa de ingeniería de detalle se divide en 4 fases:

- Fase de investigación.
- Fase de cálculos y propuestas preliminares.
- Desarrollo de planos.
- Fase de documentación de propuestas definitivas.

3.1.1. Fase de investigación.

En esta fase lo que se realiza es una investigación exhaustiva del área donde se va a intervenir. Inicialmente toma como referencia la información que la ingeniería básica ya ha recabado anteriormente. Luego, comienza la obtención detallada de los datos técnicos de los equipos, los parámetros de trabajo de cada uno de los procesos y el levantamiento de las medidas físicas de los equipos e instalaciones actuales del área que se va a intervenir y de otras en las que se considere necesario actuar, como podrían ser las áreas de suministro de servicios (calderas, aire comprimido, cuarto eléctrico).

Para realizar todo esto generalmente la empresa de diseño de ingeniería envía a un equipo de personas diversas especialidades, entre las que comúnmente se encuentran uno o varios ingenieros como encargados de un grupo de técnicos electricistas y dibujantes, los que realizan el levantamiento de datos y medidas. La cantidad de

personas que llegan como parte del grupo dependerá del tamaño del proyecto que se va a realizar y de la información previa disponible acerca de la empresa contratante. Los datos que deben recabarse son los siguientes:

Definición de las marcas de equipos preferidos por la empresa contratante, en lo que respecta a equipos y accesorios eléctricos, equipos de instrumentación, equipos mecánicos de proceso, como bombas, válvulas, transportadores, ventiladores, quemadores, etc.

- **Determinación de los estándares a utilizar.**

Parámetros de procesos como: Temperaturas, presiones, humedades, viscosidades, tiempos de trabajo de los equipos, diagramas de flujo, producción actual de los equipos, dosificaciones de ingredientes.

Investigación de parámetros eléctricos utilizados en la planta como voltaje utilizado, factor de potencia, tierras físicas, capacidad eléctrica instalada y suministrada.

Levantamiento eléctrico de tableros, centros de control de motores del área, revisión de diagramas unifilares existentes, revisión de secuencias eléctricas de arranque y paro de los equipos, verificación de tamaños de interruptores magnéticos, contactores, condensadores, diámetros de tuberías de alimentación y suministro eléctrico, calibres de los cables y estado general de conexiones y terminales.

Levantamiento mecánico de medidas de capacidad, características y parámetros de los equipos y líneas de suministro de servicios como: tipos de bombas, ventiladores, acoplamientos, agitadores, diámetros de tuberías de servicio y de procesos, materiales utilizados en plataformas, tuberías, soportes, cargadores, presiones de vapor, aire, gas, calidad de vapor, proporción de mezclas de gas.

Levantamiento de medidas físicas del área, donde se incluyen las instalaciones, y los equipos y líneas de tuberías de suministro actuales. Aquí deberán incluirse hasta las tuberías pluviales y drenajes que se encuentran en el área.

Ubicación de los puntos o líneas de referencia dentro del área a trabajar o definición y marcación de los mismos, si no existieran.

Diagramas de flujo de proceso actual, si no se tienen, realizarlos en el momento de la investigación.

Si fuera necesario, investigar si hay algún estudio de suelos del área o mandarlo a realizar, tomando muestras en los puntos que se consideren necesarios.

Es necesario que la veracidad y exactitud de la información recabada en esta fase deberá ser supervisada muy estrictamente, ya que de la misma procederán todos los cálculos y compras de los equipos e instalaciones futuras, los cuales, al haber algún error en la información proporcionada, pueden generar pérdidas muy altas a la empresa contratante, por compras de equipo no adecuado, por modificaciones a las nuevas estructuras que no vienen adecuadas al espacio físico del área y por los atrasos de tener que volver a calcular o comprar lo anteriormente mencionado.

3.1.2 Fase de cálculos y propuestas preliminares.

Con los datos obtenidos en la fase previa de investigación, se comienza a realizar los cálculos correspondientes a los nuevos equipos e instalaciones en cada una de las especiales que intervendrán dentro del montaje de equipos del proyecto.

Los cálculos también se realizan para establecer si los equipos, las líneas de tuberías de suministro de servicios y las instalaciones actuales, pueden ser útiles en su

capacidad y diseño para la nueva disposición que se ha definido, esto, con el fin de determinar si es necesario comprar otros equipos, si es necesario reforzar y modificar estructuras en el caso de las instalaciones de los edificios y plataformas, o si será necesario cambiar la tubería de vapor, de aire, de procesos o la eléctrica, porque sus diámetros no son los adecuados para suministrar los flujos y la cantidad de cables requeridos por lo nuevos equipos.

Los cálculos se realizan por especialidad, y los principales, para el ejemplo que se está desarrollando, se nombran a continuación:

- **Obra mecánica y de procesos.**

Se realiza un diagrama de flujo de proceso con todos los equipos del área existentes, y otro con los nuevos que se montarán.

Se calculan las capacidades de equipos como bombas, reductores, agitadores, válvulas neumáticas, contadores de flujo de agua volumétrico, contador de flujo másico, intercambiador de calor, tanques de preparación y aplicación, para su nueva ubicación y nuevos requerimientos.

Se calculan para nueva ubicación los diámetros, presiones de trabajo y longitudes de tubería de vapor, aire comprimido, agua, jarabe, condensados. También se calculan la cantidad y especificaciones de los accesorios que utilizan estas tuberías como: codos, tees, filtros, reguladores de presión, cheques, trampas de vapor, trampas de agua, unidades de mantenimiento de aire comprimido, válvulas, uniones universales, electroválvulas.

Con todos los cálculos realizados, se verifica que los equipos y líneas de suministro de servicio actuales cumplan con los nuevos requerimientos, para evitar realizar un gasto innecesario, si no, se deberán comprar como parte de los equipos y materiales nuevos que se van a instalar. Para esto se utilizan los catálogos y manuales de las marcas de equipo preferidas por la empresa contratante, para seleccionar los equipos que más se acerquen o sobrepasen en un mínimo la capacidad de los datos obtenidos en los cálculos.

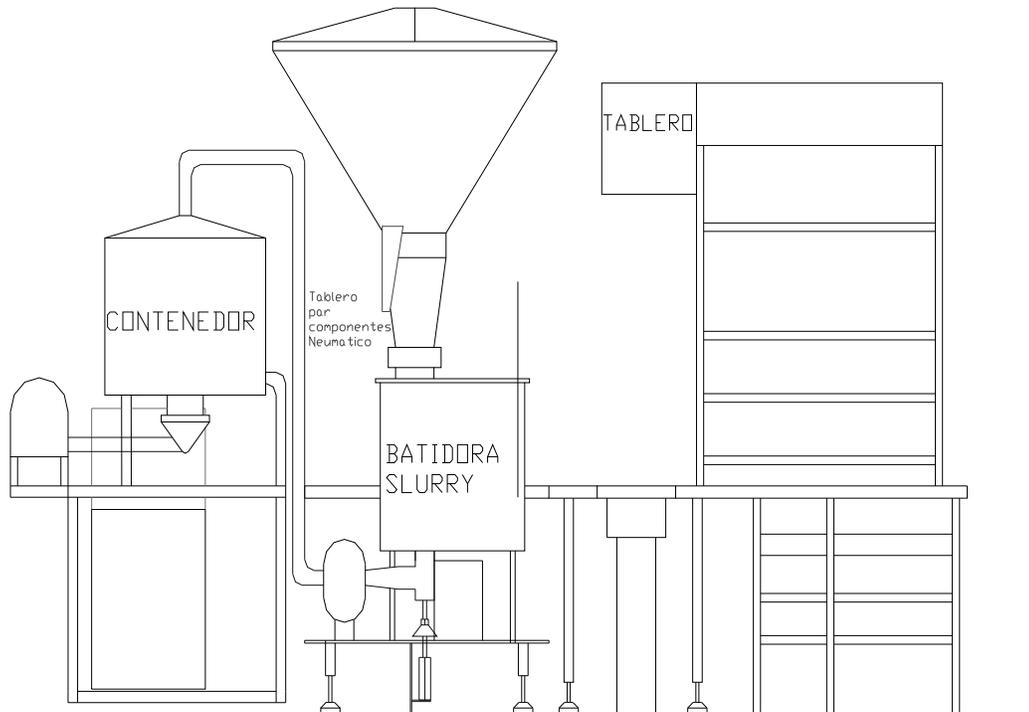
También se solicita a las empresas fabricantes que envíen los dibujos con medidas físicas de los equipos seleccionados, para poderlos dibujar en los planos generales y específicos del proyecto. A partir de ese momento se generan los listados de equipos, materiales y accesorios de las tuberías de suministro de servicios que deben ser comprados.

Con los datos obtenidos por los fabricantes de equipo, respecto a medidas de los equipos y peso de los mismos, a continuación se deben realizar los cálculos de las estructuras metálicas de las plataformas, soportes de tuberías y equipos, todos los detalles de fabricación mecánica, como escaleras, transmisiones, tolvas, barandales, plataformas, los cuales serán plasmados en los planos correspondientes. También de aquí saldrán listados de materiales necesarios para realizar las instalaciones que requiere el montaje del equipo.

- **Obra civil.**

Inicialmente se realizan los planos generales del sistema de inyectado, donde se muestran las plantas y elevaciones de los equipos, líneas de tuberías de suministro de servicios y de las instalaciones físicas en general. También se colocan en los mismos las líneas base o de referencia del área.

Figura 14. Plano general del sistema de inyectado.



Fuente: Elaboración propia.

Se realizan los cálculos de los cimientos, anclajes y refuerzos necesarios para soportar la estructura, instalaciones y equipos a montar, se calculan las lozas, paredes, pisos muros, techos que sean necesarios.

Se realizan los planos indicando los detalles de los cálculos mencionados en el párrafo anterior y se define el listado de materiales necesarios para realizar el trabajo.

Se vuelven a realizar los planos generales del área, con plantas y elevaciones, pero con los nuevos equipos ubicados en su posición final, refiriendo sus líneas de centro a los puntos de referencia inicialmente determinados.

- **Obra eléctrica.**

Se verifican las capacidades y estado de las instalaciones eléctricas actuales (centros de control de motores, paneles de control, interruptores, bancos de capacitores, electroválvulas, tamaño de las tuberías o canaletas y de los cables conductores), para determinar si se puede trabajar con las mismas, si tienen opción de ampliarse o se deben cambiar parcial o totalmente.

Se realizan los cálculos de los motores eléctricos que se utilizarán para darles movimiento a los equipos que se instalarán. También se calcula la cantidad de tubería eléctrica que será necesaria para conectar los equipos en su nueva posición. En este cálculo se define el diámetro de la tubería en función del calibre y número de cables que se requerirán para suministrar la energía desde el centro de control de motores y del tablero principal a cada uno de los tableros secundarios y a cada uno de los equipos eléctricos que se utilizarán en esta área.

Se verifican las secuencias de los diagramas unifilares existentes y se agregan a los mismos las conexiones de los nuevos equipos y las nuevas secuencias.

Se definen las capacidades, especificaciones y tamaños de los tableros secundarios de control, el tipo de ordenamiento que se desea en los mismos y la ubicación donde deberán ser montados, esto último, previa consulta y aceptación del personal operativo. Estos datos se comparan con los actuales para determinar si se pueden seguir utilizando o hay que comprar otros que se adapten a las nuevas instalaciones.

Se verifica si hay necesidad de instalar o de ampliar sistemas de control automático para la operación de los equipos a utilizar en el área afectada.

Se definen las marcas de los equipos de instrumentación que se utilizarán. Algunos de ellos deberán seleccionarse dependiendo de las condiciones eléctricas que la planta puede suministrar y de los parámetros que deseen verificarse y controlarse.

Se calcula la protección de los equipos eléctricos y electrónicos del área, y al determinar un costo aproximado de la misma, se determina si se protegen todos los equipos o solamente los más vitales y los de mayor valor.

Se realizan los planos eléctricos totales, donde deben incluirse las plantas con las rutas de las tuberías en los planos acotados e indicando los diámetros de las mismas, junto con las cantidades de cables, con calibre y especificación. También deben incluirse los diagramas unifilares de control con sus botoneras distribuidas y de la distribución de los cubículos de los centros de control de motores.

Se determinan los listados de equipos, accesorios y materiales que deberán comprarse para realizar el trabajo. Como en este proyecto la empresa contratista de la rama eléctrica debe comprar toda la tubería, accesorios y cables de conexión entre tableros y centros de control de motores, se hace un apartado de las cosas que debe comprar la empresa contratante y otro de lo que debe comprar la empresa contratista.

Con todos los cálculos, planos y listados de equipos y materiales finalizados en cada una de las especialidades que van a intervenir en el área de montaje, la empresa contratista de diseño de ingeniería presenta los mismos a la empresa contratante en forma preliminar, para que esta última revise toda la documentación y determine si cumple las expectativas del alcance definido para este trabajo.

También se tiene como propósito que en la revisión se determine si hay errores, si faltaron algunos detalles o si es necesario agregar aspectos adicionales que no fueron considerados inicialmente.

Con esta documentación, la empresa contratante verifica, en el área donde se piensa realiza el montaje de equipo, si las medidas y cálculos de equipos, plataformas, paneles eléctricos están correctos.

Al terminar la verificación se indica a la empresa de diseño de ingeniería lo que se debe corregir y agregar a la documentación presentada inicialmente. Esto es posteriormente corregido, y nuevamente se vuelve a presentar para obtener el visto bueno de la empresa contratante.

Tabla VII. Distribución de cargas por tablero eléctrico.

		ESTUDIO PRELIMINAR DE CARGAS ELÉCTRICAS						FORMA					
		FABRICA: BIMBO CENTROAMERICA	FECHA :	10/06/2008	VOLTAJE:	220	F-01						
INGENIERÍA ELÉCTRICA		UNIDAD: CONJUNTO	CALCULÓ :	RAMC	HOJA:	1 DE 1							
BUS ó TABLERO:		CARGA NOMINAL POR ETAPAS											
CLAVE	EQUIPO DE : TABLERO DE FUERZA	ACTUAL				FUTURO				INCREMENTO DE CONSUMO			
		BUS NORMAL		BUS NORMAL-EMERGENCI		BUS NORMAL		BUS NORMAL-EMERGENCI		BUS NORMAL		BUS NORMAL-EMERGENCI	
		HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW
BUS NORMAL/EMERGENCIA SECCION 1 (CON PLANTA DE EMERGENCIA 1)													
BPAS-01	BOMBA WAUKESHA 1					2.68	2.00	2.68	2.00	2.68	2.00	2.68	2.00
BPAS-02	BOMBA WAUKESHA 2					2.68	2.00	2.68	2.00	2.68	2.00	2.68	2.00
AEPAS-01	AEREADOR					9.39	7.00	9.39	7.00	9.39	7.00	9.39	7.00
CPAS-04	CONTENEDOR (ASPAS DE AGITADOR)					5.36	4.00	5.36	4.00	5.36	4.00	5.36	4.00
BA-01	BATIDORA GLENN	29.50	22.00	29.50	22.00	29.50	22.00	29.50	22.00				
BA-02	BATIDORA SLURRY					8.05	6.00	8.05	6.00	8.05	6.00	8.05	6.00
TPAS-09	TRANSPORTADOR DE ALIMENTACIÓN	2.68	2.00	2.68	2.00	2.68	2.00	2.68	2.00				
TPAS-10	TRANSPORTADOR DE INYECTADO	2.68	2.00	2.68	2.00	2.68	2.00	2.68	2.00				
TPAS-11	TRANSPORTADOR DE DESCARGA	2.68	2.00	2.68	2.00	2.68	2.00	2.68	2.00				
INY-01	PLATAFORMA DECORADO PASTELERIA	26.82	20.00	26.82	20.00	26.82	20.00	26.82	20.00				
TOTALES ACTUAL :		64.37	48.00	64.37	48.00								
		TOTAL A FUTURO: →				92.53	69.00	92.53	69.00				
						TOTAL DE CRECIMIENTO: →				28.16	21.00	28.16	21.00

Fuente: Elaboración Propia.

- **Guía para el diseño del sistema de tubería.**

El diseño de un sistema de tuberías consiste en el diseño de sus tuberías, brida y su tortillería, empaquetaduras, válvulas, accesorios, filtros, trampas de vapor juntas de expansión. También incluye el diseño de los elementos de soporte, tales como zapatas, resortes y colgantes, pero no incluye el de estructuras para fijar los soportes, tales como fundaciones, armaduras o pórticos de acero.

Aún en el caso en que los soportes sean diseñados por un ingeniero estructural, el diseñador mecánico de la tubería debe conocer el diseño de los mismos, por la interacción directa entre tuberías y soportes.

- **Procedimiento de diseño de tuberías.**

La lista siguiente muestra los pasos que deben completarse en el diseño mecánico de cualquier sistema de tuberías:

- Establecimiento de las condiciones de diseño incluyendo presión, temperaturas y otras condiciones, tales como la velocidad del viento, movimientos sísmicos, choques de fluido, gradientes térmicos y número de ciclos de varias cargas.
- Determinación del diámetro de la tubería, el cual depende fundamentalmente de las condiciones del proceso, es decir, del caudal, la velocidad y la presión del fluido.
- Selección de los materiales de la tubería con base en corrosión, fragilización y resistencia.
- Selección de las clases de “*rating*” de bridas y válvulas.
- Cálculo del espesor mínimo de pared (Schedule) para las temperaturas y presiones de diseño, de manera que la tubería sea capaz de soportar los esfuerzos tangenciales producidos por la presión del fluido.

- Establecimiento de una configuración aceptable de soportes para el sistema de tuberías.
- Análisis de esfuerzos por flexibilidad para verificar que los esfuerzos producidos en la tubería por los distintos tipos de carga estén dentro de los valores admisibles, a objeto de comprobar que las cargas sobre los equipos no sobrepasen los valores límites, satisfaciendo así los criterios del código a emplear.

Si el sistema no posee suficiente flexibilidad y/o no es capaz de resistir las cargas sometidas (efectos de la gravedad) o las cargas ocasionales (sismos y vientos), se dispone de los siguientes recursos:

- Reubicación de soportes.
- Modificación del tipo de soporte en puntos específicos.
- Utilización de soportes flexibles.
- Modificación parcial del recorrido de la línea en zonas específicas.
- Utilización de lazos de expansión.
- Presentado en frío.

El análisis de flexibilidad tiene por objeto verificar que los esfuerzos en la tubería, los esfuerzos en componentes locales del sistema y las fuerzas y momentos en los puntos terminales, estén dentro de límites aceptables, en todas las fases de operación normal y anormal, durante toda la vida de la planta.

- **Normas de diseño.**

Las normas más utilizadas en el análisis de sistemas de tuberías son las normas conjuntas de la *American Estándar Institute* y la *American Society of Mechanical Engineers* ANSI/ASME B31.1, B31.3, etc. Cada uno de estos códigos recoge la

experiencia de numerosas empresas especializadas, investigadores, ingenieros de proyectos e ingenieros de campo en áreas de aplicación específicas, a saber:

B31.1. (1989) Power Piping.

B31.3 (1990) Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping.

B31.4 (1989) Liquid Transportation System for Hydrocarbons, Petroleum Gas, Anhydrous Ammonia and Alcohols.

B31.5 (1987) Refrigeration Piping.

B31.8 (1989) Gas Transmission and Distribution Piping System.

B31.9 (1988) Building Services Piping.

B31.11 (1986) Slurry Transportation Piping System.

En lo que concierne al diseño todas las normas son muy parecidas, existiendo algunas discrepancias con relación a las condiciones de diseño, al cálculo de los esfuerzos y a los factores admisibles

- **Cargas de diseño para tuberías.**

Un sistema de tuberías constituye una estructura especial irregular y ciertos esfuerzos pueden ser introducidos inicialmente durante la fase de construcción y montaje. También ocurren esfuerzos debido a circunstancias operacionales. A continuación se resumen las posibles cargas típicas que deben considerarse en el diseño de tuberías.

- **Cargas por la presión de diseño.**

Es la carga debido a la presión en la condición más severa, interna o externa a la temperatura coincidente con esa condición durante la operación normal.

- Cargas por peso.
- Peso muerto incluyendo tubería, accesorios, aislamiento, etc.
- Cargas vivas impuestas por el flujo de prueba o de proceso.
- Efectos locales debido a las reacciones en los soportes.
- Cargas dinámicas.
- Cargas por efecto del viento, ejercidas sobre el sistema de tuberías expuesto al viento.
- Cargas sísmicas que deberán ser consideradas para aquellos sistemas ubicados en áreas con probabilidad de movimientos sísmicos.
- Cargas por impacto u ondas de presión, tales como los efectos del golpe de ariete, caídas bruscas de presión o descarga de fluidos.
- Vibraciones excesivas inducidas por pulsaciones de presión, por variaciones en las características del fluido, por resonancia causada por excitaciones de maquinarias o del viento.

Este tipo de cargas no será considerado ya que forman parte de análisis dinámicos y en este proyecto sólo se realizarán análisis estáticos.

- **Diseño de soportes para tuberías.**

Además de establecerse la disposición y el arreglo general de las tuberías y las condiciones globales de diseño, deben definirse los tipos de arreglos de soportes. A este respecto, las siguientes son consideraciones generales que afectan el trazado de la tubería para una sustentación favorable.

El sistema de tubería deberá ser en lo posible, auto soportante y consistente con los requerimientos de flexibilidad.

Tabla VIII. Separaciones mínimas verticales.

Ubicación	Separación Mínima	
	Pies/Pulg.	mm
Sobre vías principales abiertas al tránsito libre (tales como la periferia de los límites del área de unidades de proceso)	20 pies	6100
Dentro de las áreas de unidades de proceso: encima de vías internas provistas para el acceso de equipo de mantenimiento y contra incendio.	16 pies	4880
Debajo de puentes de tubería donde el acceso es: Requerido para equipos vehiculares Requerido solamente para equipo de servicio portátil (temporal)	12 pies 10 pies	3650 3050
Encima de pasarelas y plataformas elevadas	6 pies 9 pulg.	2050
Debajo de cualquier tubería a bajo nivel y sobre áreas pavimentadas o sin pavimentar	1 pie	300

Fuente: Elaboración propia.

La selección y el diseño de soportes para tuberías es una parte importante en el estudio ingenieril de cualquier instalación de procesos industriales. Los problemas para diseñar tuberías para altas presiones y temperaturas, tienden a ser críticos en un punto donde es imperativo qué aspectos de diseño, tales como el efecto de cargas en soportes concentradas en estructuras, cargas sobre equipos conectados debido al peso de la tubería y tolerancias de los soportes respecto a tuberías y estructuras; sean tomados en consideración en las primeras etapas de un proyecto.

Existen métodos eficientes establecidos para ejecutar los trabajos requeridos para arribar a un diseño apropiado de soportes. A continuación se discutirán varios pasos involucrados en el diseño de soportes.

El primer paso involucrado en el diseño de soportes es determinar y obtener la cantidad necesaria de información básica antes de proceder a los cálculos y detalles de los soportes. El diseño no será completo si el ingeniero no tiene la oportunidad de revisar el equivalente a la siguiente información:

- Especificación del soporte, cuando sea disponible.
- Un señalamiento completo de dibujos de tuberías.
- Un señalamiento completo de estructuras.
- Una especificación apropiada de tuberías y datos que incluyan: tamaño de la tubería, composición, espesor de pared, temperaturas y presiones de operación.
- Una copia de la especificación del aislante con su densidad.
- Válvulas y accesorios especiales, indicando sus características (peso, dimensiones, etc.).
- Deflexiones de todas las conexiones de succión de equipos críticos como fondos de caldera, tambores de vapor, conexiones de tuberías, etc.
- Guías generales sobre ubicación de soportes.

La ubicación apropiada de soportes colgantes o soportes fijos involucra consideraciones de la propia tubería, de la estructura a la cual se transmite la carga y de las limitaciones de espacio. Los puntos preferidos de fijación de la tubería son:

Sobre tubería propiamente y no sobre componentes tales como: válvulas, accesorios o juntas de expansión. Bajo cargas concentradas (puntuales), las bridas y juntas roscadas pueden gotear y los cuerpos de válvulas pueden deformarse produciendo goteo, trabazón del vástago o goteo a través del asiento.

Sobre tramos rectos de tuberías en lugar de sobre codos de radios agudos, juntas angulares o conexiones de ramales prefabricados, puesto que en estos sitios se encuentra la tubería ya sometida a esfuerzos altamente localizados, a los cuales se agregarían los efectos locales de la fijación.

Sobre tramos de tuberías que no requieran remoción frecuente para limpieza o mantenimiento.

Tan cerca como sea posible de concentraciones grandes de carga, tales como: tramos verticales, ramales de tubería, válvulas motorizadas o bien válvulas pesadas y recipientes menores, tales como separadores, colabores.

- **Espaciamientos de soportes.**

La localización de los soportes depende del tamaño de la tubería, configuración de la misma, localización de las válvulas y accesorios y de la estructura disponible para el soporte de tuberías.

En un tendido de tubería horizontal, sencillo, en campo abierto, el espaciamiento de soportes depende únicamente de la resistencia del tubo. Dentro de los límites de una unidad de proceso, por otra parte, el espaciamiento de soportes está determinado mayormente por el espaciamiento de columnas convenientemente ubicadas.

Comúnmente el espaciamiento o tramo entre pórticos de un puente de tubería se determinará con base en la tubería más débil. Las líneas de diámetro pequeños pueden apuntalarse a lo largo de extensas luces proveyéndolas de soportes intermedios, sujetos a las tuberías adyacentes más grandes; un grupo de tales líneas pueden también atarse juntas, de manera tal que aumente la inercia combinada. Algunas veces, sin embargo, la

solución más práctica es, simplemente, incrementar el diámetro del tubo hasta el punto que sea auto soportante a lo largo de la luz requerida.

Las luces permisibles para líneas horizontales están principalmente limitadas por los esfuerzos longitudinales que deben mantenerse dentro de los límites o, en algunos casos, por la máxima deflexión. De igual manera, en otros casos especiales, puede limitarse la luz para controlar la frecuencia sónica natural de las líneas, de manera de evitar vibraciones indeseables.

El máximo espacio sugerido entre soportes, se encuentra listado en la tabla 8. Este espaciado se basa sobre un esfuerzo de torsión y cortante combinado de 1500 Psi (10.34 MPa), cuando la tubería está llena de agua y se permite una deflexión entre soportes de 1/10" (2.54 mm). Estos no se aplican cuando existen pesos concentrados tales como presencia de válvulas y otros accesorios pesados o cuando ocurran cambios de dirección en el sistema de tuberías.

En caso que se presenten cargas concentradas, los soportes deberían estar puestos tan cerca como sea posible a la carga, con la intención de mantener el esfuerzo flexionante al mínimo.

En la práctica, un soporte debería ser colocado inmediatamente después de cualquier cambio de dirección en la tubería.

Por economía de los soportes de sistemas de baja presión y temperatura y largas líneas externas de transmisión, la distancia entre soportes se puede basar sobre el esfuerzo total permisible de la tubería y la cantidad de deflexión permisible entre soportes.

Tabla IX. Espaciado sugerido entre soportes.

Ø Exterior	Pulg.	1	1 ½	2	2 ½	3	3 ½	4
	Mm	25,4	38,1	50,8	63,5	76,5	88,9	101,6
Espacio	Pies	7	9	10	11	12	13	14
	Mts.	2,134	2,743	3,048	3,353	3,658	3,962	4,267
Ø Exterior	Pulg.	5	6	8	10	12	14	16
	Mm	127	152,4	203,2	254	304,8	355,6	406,4
Espacio	Pies	16	17	19	22	23	25	27
	Mts.	4,877	5,182	5,791	6,706	7,01	7,62	8,23

Fuente: Elaboración propia.

- **Cimentación.**

Principios Generales.

Al comenzar con los trabajos en una obra se inician los movimientos de tierra para dar lugar a la construcción de los cimientos que sostendrán los equipos que conforman el sistema de inyectado de crema.

Para ello se realiza el replanteo y se ejecutan los cimientos de acuerdo al cálculo estructural y al proyecto elaborado, considerando todas las variables que inciden, como por ejemplo las cargas propias de la construcción, el tipo de terreno, etc.

Por lo general, las tensiones admisibles del terreno son inferiores a las de los materiales de la estructura, de manera que los cimientos deben transmitir las acciones de los equipos dentro de ciertos límites para que la estructura permanezca estable sin alteraciones.

La construcción de los cimientos debe contemplar los siguientes principios generales:

- Tener conocimiento a fondo del terreno.
- Efectuar el cálculo de cimientos por exceso, aplicando los coeficientes de seguridad necesarios.
- Ubicar la base de cimentación protegida de las heladas.
- Poner atención en las capas freáticas.
- Tomar todos los recaudos ante terrenos sin consolidar.

Para saber qué tipo de cimentación conviene en el proyecto que se esté elaborando, deberá considerar dos puntos importantes:

- Características del terreno.
- Profundidad del estrato resistente.
- Nivel freático y sus variaciones.
- Capacidad de asentamiento del estrato de apoyo.
- Cota de socavaciones debidas a corrientes subterráneas.
- Humedad y heladicidad en capas superficiales.
- Características de la estructura.
- Cargas transmitidas, su valor y características.
- Capacidad de asiento diferencial y total.
- (Capacidad de asiento diferencial: capacidad de desplazamiento vertical relativo de un pilar antes de provocar la rotura por flexión de los dinteles).
- Influencia de las estructuras próximas.

- **Función de los cimientos.**

Los cimientos tienen la función de transmitir en forma repartida las cargas del edificio al terreno donde se asienta.

La estructura proporciona esfuerzos, de compresión o tracción hasta las bases, y se deben distribuir en forma pareja para que no originen tensiones mayores de la que puede soportar.

Por esta razón, el coeficiente de seguridad que se aplica debe considerar probables diferencias en la predeterminación de su capacidad portante.

Como los cimientos están solicitados a esfuerzos de compresión y también de tracción, efectos de fricción y de adherencia al suelo; es conveniente que estén solicitados por una carga centrada.

- **Materiales.**

Hormigón en masa

Los cimientos de hormigón en masa actualmente se realizan únicamente en construcciones con poca carga y en terrenos bastante resistentes y muy homogéneos.

Hormigón armado

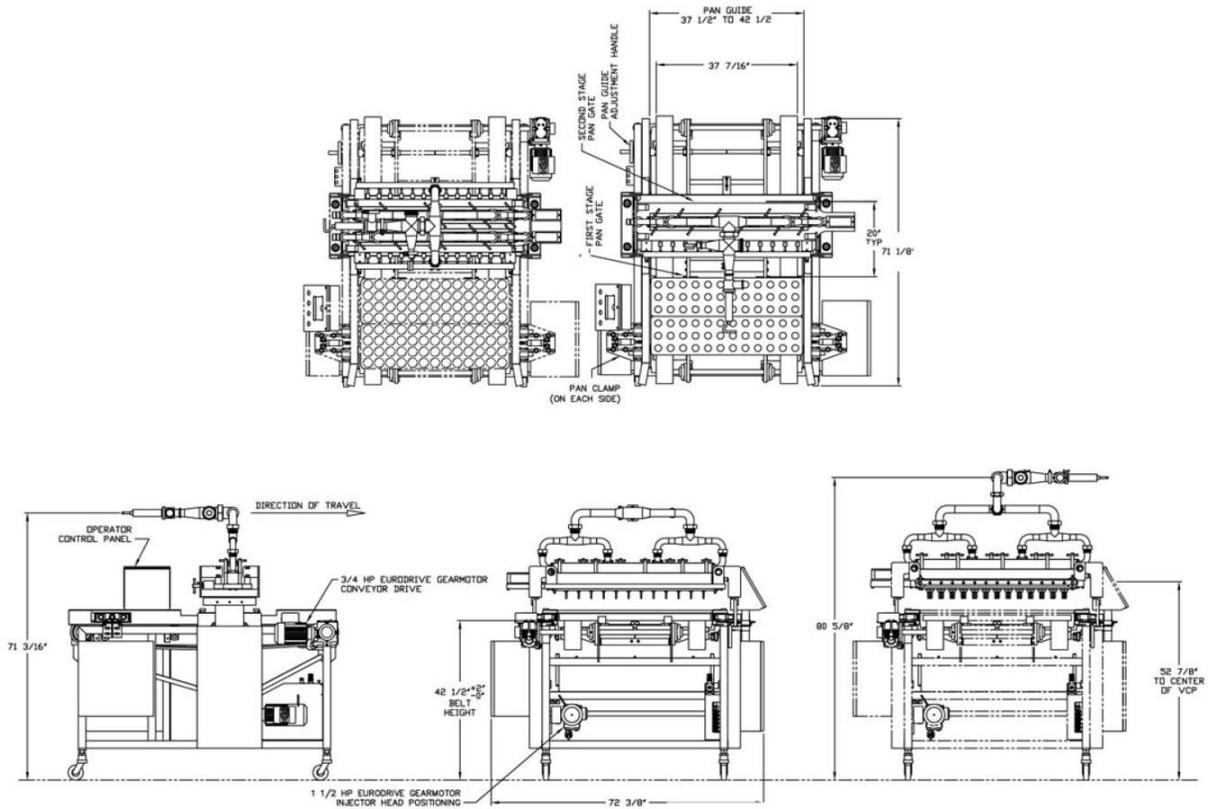
Este sistema es el más utilizado en la actualidad en los cimientos de las construcciones en general.

El hormigón armado, además de los esfuerzos de compresión, puede absorber esfuerzos de tracción evitando probables asientos.

3.1.3. Desarrollo de planos.

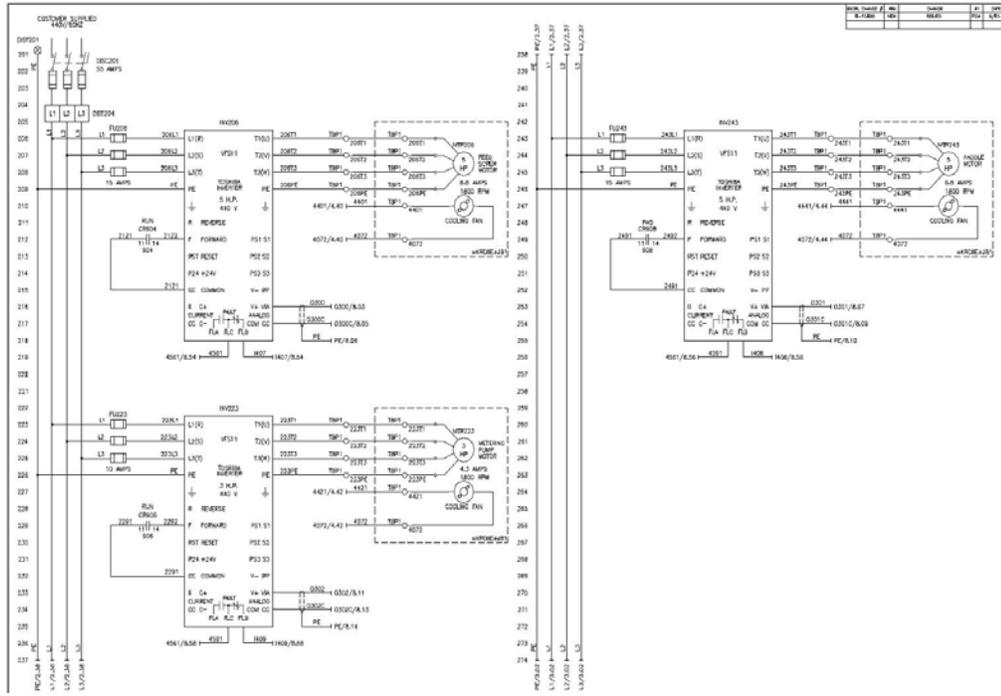
El desarrollo de los planos mecánicos y eléctricos se hará con base a las medidas tomadas en el área del montaje, y se presentan a continuación.

Figura 15. Plano mecánico.



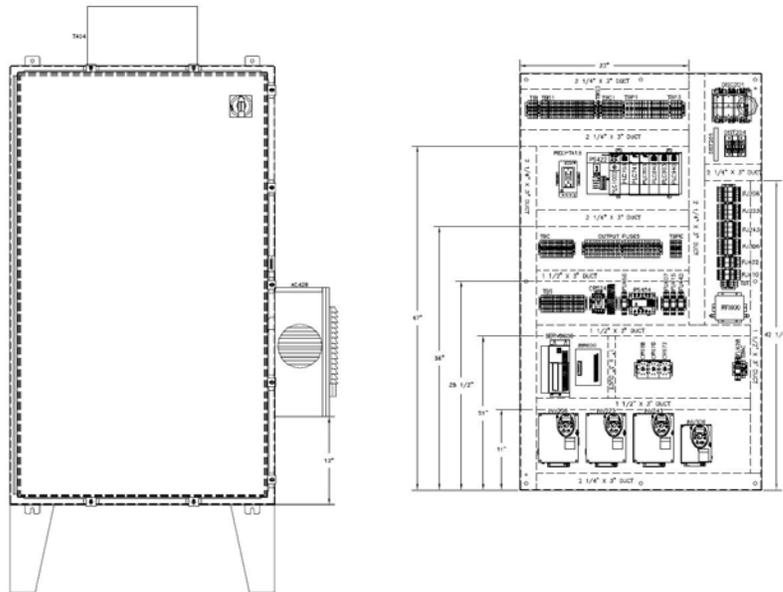
Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Diagrama de fuerza.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Esquema de tablero eléctrico.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.4. Fase de documentación de propuestas definitivas.

Luego de tener la información detallada y los planos de la instalación se procede a presentar la información a la empresa contratante, para su final aprobación.

3.2. Etapa de preparación del área donde se realizara el montaje.

El área civil es la primera que inicia labores en el lugar de la instalación procediendo a trabajar en los cimientos y movimientos de tierras si fueran necesarios, al finalizar la intervención del equipo civil el área debe estar lista para el montaje de equipos, estructuras, plataformas etc.

3.2.1. Definición de la mano de obra.

Este elemento tiene como misión transformar los materiales en una pieza, parte o producto final.

Constituye el valor del trabajo directo e indirecto realizado por los operarios, y dicho en otros términos, el esfuerzo aportado al proceso fabril.

- **Tipos de mano de obra.**

Mano de obra directa: es la mano de obra consumida en las áreas que tienen una relación directa con la producción o la prestación de algún servicio. Es la generada por los obreros y operarios cualificados de la empresa.

Mano de obra indirecta: es la mano de obra consumida en las áreas administrativas de la empresa que sirven de apoyo a la producción.

Mano de obra de gestión: Es la mano de obra que corresponde al personal directivo y ejecutivo de la empresa.

Mano de obra comercial: Es la mano de obra generada por el área comercial de la empresa.

3.2.2. Personal de la empresa.

El personal de la empresa es primordial su participación en cualquier montaje, modificación o cualquier cambio que se de en cada empresa ya que sus conocimiento sumados con los nuevos equipos es la formula perfecta que nos garantiza tener un buen arranque y servicio de mantenimiento de tales equipos. En la fase de instalación en este caso ayudarán con el montaje e instalación del cabezal y la inyectora de crema presurizada.

3.2.3. Personal contratado.

Este es todo el personal experto en cada área los cuales se dividen departamentos (área civil, área mecánica, área eléctrica) estos cuentan con jefe de departamento el cual es un experto de cada rama, el área civil abarca preparación de terreno, cimentaciones, estructuras y techos. El área mecánica abarca instalación de tuberías de servicio, equipos, paneles de control teniendo a cargo mecánicos, soldadores, técnicos en refrigeración entre otros. El área eléctrica se define tanto como control y fuerza, teniendo bajo control personal electricista y programadores.

3.3. Desarrollo de cronogramas detallados de cada etapa de la instalación.

Los cronogramas y las asignaciones de tiempo a cada tarea da la fecha de ofrecimiento del proyecto con base a todas las actividades, teniendo en control todo el panorama, para programar tareas paralelas en diferentes áreas y poder llevar a cabo cualquier tipo y magnitud de proyecto.

Figura 18. Cronograma detallado de actividades.

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	MONTAJE DE INYECTORA PRESURIZADA	134 días?	lun 22/06/09	jue 24/12/09
2	GENERACIÓN DE INGENIERIA BÁSICA	30 días	lun 22/06/09	vie 31/07/09
3	PRESENTACIÓN, DISCUSIÓN Y APROBACIÓN DE PROPUESTA	5 días	lun 03/08/09	vie 07/08/09
4	GENERACIÓN DE INGENIERIA A DETALLE	34 días?	lun 10/08/09	jue 24/09/09
5	Fase de Investigación	20 días	lun 10/08/09	vie 04/09/09
6	Datos técnicos de equipos existentes	5 días	lun 10/08/09	vie 14/08/09
7	Parámetros del proceso	5 días	lun 10/08/09	vie 14/08/09
8	Levantamiento de medidas físicas del área y equipos	5 días	lun 10/08/09	vie 14/08/09
9	Definición de los puntos de referencia existentes dentro del área a trabajar	5 días	lun 10/08/09	vie 14/08/09
10	Estudio de capacidad de suministros	4 días	lun 17/08/09	jue 20/08/09
11	Parámetros eléctricos: voltaje, factor de potencia, tierras físicas, capacidad eléctrica instalada y suministrada	2 días	lun 17/08/09	mar 18/08/09
12	Parámetros mecánicos: tipos de bomba, ventiladores, acoplamientos, agitadores, diámetro y tipo de tubería de servicio y proceso, materiales utilizados en plataformas	4 días	lun 17/08/09	jue 20/08/09
13	Definición de marcos de equipos utilizados por la empresa	3 días	lun 10/08/09	mié 12/08/09
14	Definición de estándares de calidad	2 días	lun 10/08/09	mar 11/08/09
15	Diagramas de flujo de proceso actual	5 días	lun 10/08/09	vie 14/08/09
16	Si fuera necesario, investigar si existe un estudio de suelos del área.	20 días	lun 10/08/09	vie 04/09/09
17	Fase de Cálculos y propuestas preliminares	24 días?	vie 21/08/09	mié 23/09/09
18	Cálculo de maquinaria	20 días	vie 21/08/09	jue 17/09/09
19	Cálculo de servicios	1 día?	vie 18/09/09	vie 18/09/09
20	Cálculo de estructuras, plataformas, soportes de tuberías, escaleras, etc.	1 día?	vie 18/09/09	vie 18/09/09
21	Cálculo de cimentos, anclajes y refuerzos	1 día?	lun 21/09/09	lun 21/09/09
22	Cálculo de sistema eléctrico (banco de motores, paneles de control, interruptores, canalatas, etc.)	1 día?	lun 21/09/09	lun 21/09/09
23	Cálculo de cables, protecciones y se define la ruta de las tuberías	1 día?	mar 22/09/09	mar 22/09/09
24	Diagramas unifilares	1 día?	mié 23/09/09	mié 23/09/09
25	Planos preliminares planta y elevación	1 día?	mié 23/09/09	mié 23/09/09
26	Fase de Documentación de Propuestas Definitivas	25 días?	vie 21/08/09	jue 24/09/09
27	Entrega de documentación con el desarrollo de la ingeniería detalle	1 día?	jue 24/09/09	jue 24/09/09
28	Aceptación del proyecto	1 día?	vie 21/08/09	vie 21/08/09
29	COMPRA DE EQUIPOS, MATERIALES Y TIEMPO DE ARRIBO A LA PLANTA	60 días	lun 24/08/09	vie 13/11/09
30	Cotización de equipos	15 días	lun 24/08/09	vie 11/09/09
31	Cotización de materiales	15 días	lun 24/08/09	vie 11/09/09
32	Compra de Materiales	15 días	lun 14/09/09	vie 02/10/09
33	Compra de Equipos	45 días	lun 14/09/09	vie 13/11/09
34	ETAPA DE FABRICACIÓN Y MONTAJE	87 días?	lun 24/08/09	mar 22/12/09
35	Cotización de proveedores	21 días	lun 24/08/09	lun 21/09/09
36	Definir contratistas	5 días	mar 22/09/09	lun 28/09/09
37	Desmontaje de equipos existentes	3 días	mar 29/09/09	jue 01/10/09
38	Trabajos de obra civil	26 días	mar 29/09/09	jue 05/11/09
39	Fabricación de plataforma	18 días	lun 05/10/09	mié 28/10/09
40	Fabricación de tanque o depósito intermedio	12 días	mar 29/09/09	mié 14/11/09
41	Desarrollo de Programas de control (control logico programable PLC)	30 días	lun 24/08/09	vie 02/11/09
42	Fabricación de tableros para equipos electricos	15 días	mar 29/09/09	lun 19/10/09
43	Instalación de equipos en tableros	7 días	mar 20/10/09	mié 28/10/09
44	Fabricación de tubería eléctrica y cableado	8 días	lun 23/11/09	mié 02/12/09
45	Modificación de transportadores de alimentación de moldes	15 días	mar 29/09/09	lun 19/10/09
46	Modificación de batidora	10 días	mar 29/09/09	lun 12/10/09
47	Fabricación de transportador de inyectado	15 días	mar 29/09/09	lun 19/10/09
48	Instalación de Plataforma	10 días	vie 06/11/09	jue 19/11/09
49	Instalación de batidora	3 días	vie 20/11/09	mar 24/11/09
50	Instalación de Sistema de bombas	8 días	mié 25/11/09	vie 04/12/09
51	Instalación de tanque o depósito intermedio	2 días	lun 07/12/09	mar 08/12/09
52	Instalación de tableros eléctricos ya armados	1 día?	vie 20/11/09	vie 20/11/09
53	Instalación de aerador	4 días	mié 09/12/09	lun 14/12/09
54	Instalación de transportador de Inyectado	3 días	mar 20/10/09	jue 22/10/09
55	Instalación de inyectora	4 días	vie 23/10/09	mié 28/10/09
56	Fabricación e instalación de tuberías de servicios	8 días	mié 25/11/09	vie 04/12/09
57	Fabricación e instalación de tubería de acero inoxidable tipo sanitario	6 días	mar 15/12/09	mar 22/12/09
58	ARRANQUE DE EQUIPO	1 día?	mié 23/12/09	mié 23/12/09
59	TRABAJOS ADICIONALES	1 día?	jue 24/12/09	jue 24/12/09

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Definición de la herramienta y equipo especializado que se utilizará para el manejo total.

Una herramienta es un objeto elaborado a fin de facilitar la realización de una tarea mecánica que requiere una aplicación correcta de energía. En un proyecto de montaje de equipos se utilizan todo tipo de equipos y máquinas herramientas como lo son: Equipos de movimiento de equipos (Grúas, montacargas, pallet, polipastos), Equipos de corte (equipo de oxicorte, pulidoras, equipo de corte de plasma, sierras), Diversos tipos de soldadura. Lo importante es tenerlos, ya sea de la empresa o rentados en base a su utilidad y precio.

Figura 19. Herramienta de trabajo.



Fuente: Planta Bimbo S.A.

3.5. Revisión de los envíos de equipos, materiales y accesorios que se utilizarán con base al listado de materiales y a los diagramas de flujo desarrollados en la fase de ingeniería a detalle.

Este es el departamento de compras el que lleva el control de cotizaciones y fechas de pedidos, los cuales son planificados con base a si el producto es de línea o bajo pedido, si es de importación o de consumo en el país, y a su prioridad en la cadena de equipos por instalar en fin la persona encargada de administrar el proyecto marca sus materiales críticos y los separa de sus consumibles.

3.6. Limpieza de área donde se realizará el montaje.

El área de instalación se distingue si es una instalación nueva o modificación dentro del área de producción que es el caso de nuestro montaje, los riesgos y cuidados son muy altos entre ellos la limpieza y manejo de residuos es lo primordial. En este trabajo se debe de cubrir el espacio intervenido para no producir una contaminación de los productos que se están elaborando en las líneas adyacentes, la cual puede ocasionar problemas de pérdida de materiales y peor aún quejas de consumidores con orden legal.

4. ETAPA DE MONTAJE DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE MEZCLADO DE CREMA BATIDA E INSTALACIÓN DE SUS LÍNEAS DE PROCESO, LÍNEAS DE SERVICIO Y EQUIPOS PERIFÉRICOS.

Después de haber recibido y revisado los cargamentos con los equipos, materiales y accesorios indicados por las listas de equipo proporcionados en la ingeniería de detalle; de haber reubicado equipos, estructuras e instalaciones; de haber limpiado el área donde se realizara el montaje, y con el personal técnico requerido para cada una de las especialidades que se necesitaran para realizar el mismo, se da comienzo a la realización de los trabajos de montaje utilizado como guía el cronograma desarrollado en el capítulo anterior a través de la técnica de Cpm-Pert.

Como en el capítulo 3 definimos los objetivos de esta etapa en la primera parte del mismo, ya no será necesario volverlos a repetir en este capítulo.

Los trabajos de montaje de equipos deben de llevar una secuencia lógica de ejecución. Por ello, un programa formal debe indicar que actividades deben ser realizadas una seguida de otras o cuales se pueden realizar al mismo tiempo sin llegar a estorbarse y provocar retrasos.

De ordinario en los casos de montaje la primera actividad que se debe realizar y que es muy importante para no echar a perder el trabajo de cada una de las disciplinas y del montaje en su totalidad, es determinar los puntos de referencia sobre los que se tomaran las medidas y trazos para la ubicación de los equipos y estructuras.

Los puntos de referencia son marcas físicas dentro del área que se piensa afectar, que ubican a los encargados de un montaje acerca de donde deben instalar un equipo, fundir el cimiento de una base o construir una pared; por ejemplo, el centro de una columna principal de una bodega puede ser un punto de referencia sobre el cual, a partir del mismo, se debe medir una distancia de 10 metros al norte para comenzar a construir una pared o ubicar un equipo determinado.

Este es un ejemplo sencillo de cómo ubicar el inicio de una construcción, pero normalmente en un montaje se puede tener más puntos de referencia. Lo ideal es que se puedan tener puntos que permitan generar líneas paralelas, y perpendiculares en un área determinada, que ayuden a ubicar la posición final de los equipos y estructuras como si estuvieran en un cuadrante X-Y. Adicionalmente, hay equipos y estructuras que tienen que estar a cierta altura del suelo, por lo que también es necesario hacer referencias de diferentes niveles en la dirección Z, para que los equipos y estructuras de una plataforma de niveles puedan ubicarse correctamente.

En algunas plantas industriales se ha implementado el uso de mojoneros metálicos como puntos de referencia, los cuales son fundidos en las planchas de concreto de las distintas áreas de la planta, y están relacionados entre sí con medidas determinadas, y de manera que entre ellos se pueden generar líneas de referencia para cualquier futuro montaje de equipo. Esto se ha implementado porque en algunas ocasiones las referencias sobre una pared, columna o equipo pueden perderse al quitarse los mismos, mientras que la permanencia de un mojo en el piso puede durar mucho tiempo, a pesar de los cambios constantes de los equipos e instalaciones que pueda tener una planta industrial.

De ordinario los puntos de referencia vienen indicados en los planos de construcción y montaje que proporciona la ingeniería de detalle, y los encargados del montaje deberán localizarlos físicamente y en algún momento, extrapolarlos, si los mismos están lejanos del punto donde se desea montar los equipos.

Al terminar de definir la ubicación del montaje utilizado los puntos de referencia, se procede a ejecutar los trabajos de las distintas disciplinas técnicas que intervendrán en el montaje. A continuación se presentara la descripción de los aspectos principales que deben ser tomados en cuenta en las especialidades más comunes que participan en el montaje.

4.1. Realización de los cimientos, anclajes y refuerzos donde se montaran los equipos.

La primera parte de este montaje comienza por la obra civil. Se inicia con la limpieza del área desmontando todo lo que no es útil para que en el área despejada se pueda ubicar la nueva estructura metálica que soportará los equipos de la nueva área de mezclas.

En esta parte del montaje las consideraciones que se deben tomar son las protecciones del personal operativo y del producto, ya que estos trabajos se estarán realizando con la planta trabajando.

Por esta razón es necesario circular el área afectada con láminas de metal o planchas de madera que alcancen una altura significativa, que restrinja y evite que los pedazos de ripio pasen al área de producción; adicionalmente, para proteger el producto que se está procesando y la materia prima ubicada en las líneas de producción de al lado que se genera por el levantamiento del piso, se aísla por detrás de las laminas de metal con lona o nylon desde el piso hasta el techo, haciendo un sello en los extremos con cinta adhesiva. Con ello se restringirá al máximo el polvo y el ripio del área circulada, y a través de un ventilador extractor que se colocará en la pared sur del edificio se extrae el polvo que esté flotando en el ambiente.

Después que se realiza esta parte estará listo para realizar un análisis de suelos para determinar la preparación de los cimientos, se buscan los puntos de referencia, mencionados al inicio del capítulo, en los planos proporcionados en la ingeniería de detalle y se toman las medidas correspondientes respecto a los mismos para determinar la ubicación de los puntos donde deberán de realizar los cimientos de las bases y anclajes que soportarán las estructuras metálicas donde los equipos serán montados.

El motivo por el que no se utiliza el antiguo piso de concreto es que no se sabe qué resistencia puede tener el peso estático y a la vibración que tendrá la nueva estructura con los equipos que se montarán sobre la misma, ya que este piso está diseñado para tránsito de montacargas en movimiento se le puede llamar cargas temporales, no para soportar cargas estáticas y dinámicas constantes. Por esta razón también quedarán separados y aislados los cimientos de la nueva estructura con respecto al piso original, utilizando planchas de duroport en los extremos laterales y arriba de éstas planchas al ras del piso, juntas de concreto de material flexible.

Con los resultados del análisis de suelo, se realiza la preparación adecuada. Después, se fabrican las armazones de varilla, a las cuales se les sueldan los anclajes de la plataforma y posteriormente se les funde el concreto de alta resistencia. Si se deseara reducir el tiempo de fraguado del cemento, pueden aplicarse al concreto acelerantes, pero esto incrementa el costo de los mismos.

Los anclajes deberán sobresalir del nivel del piso lo suficiente para poder colocar una platina niveladora de metal y las tuercas que la ajustan en la base de concreto que sobresale del mismo cimiento.

En el caso de este montaje, por ser planta de alimentos donde se está trabajando, se requieren algunas normas de sanidad que obligan tener patas de tipo sanitario en las

estructuras. Por lo tanto, la platina de metal no deberá utilizar tuercas para su ajuste, sino que los anclajes deberán de ir soldados a la misma y posteriormente deberán ser cortados y pulidos en la parte superior de la platina, de manera que quede una superficie lisa donde se colocarán las patas de la nueva estructura, las cuales deberán también ser soldadas a las platinas pulidas. Otro tipo de base sanitaria es aquella donde la platina queda soldada a los anclajes, estos quedan pulidos a ras de la platina, y las patas de la estructura que tiene una forma redondeada quedan encima de la misma. Esto puede ser visto en la figura.

4.2. Montaje y alineación de los equipos principales respecto a los planos y puntos de referencia de la planta.

Cuando la estructura de soporte está terminada, se procede a realizar el montaje de los equipos más importantes del proyecto; posteriormente los equipos periféricos, y por último se instalarán las diferentes líneas de servicio (agua, aire, gas, vapor, condensado, electricidad).

Cada uno de los equipos y líneas de servicio deberán considerar en forma estricta los puntos de referencia mencionados al principio, los cuales servirán para ubicarlos con sus líneas de centro a las distancias requeridas y para, posteriormente, conectarse entre sí.

Las líneas de centro de los equipos y líneas de servicios son referencias que están plasmadas sobre ellos mismos en los planos de construcción y de montaje, que servirán para ubicar y alinear los equipos y las líneas de servicio a lo largo, a lo ancho y a lo alto del área donde se efectuará el montaje.

Las líneas de centro de los equipos y líneas de servicio son colocadas en la mayoría de las vistas de los planos de construcción y montaje de equipo. Por ejemplo para este proyecto hay una vista de planta con los equipos a instalar.

Las líneas de centro determinan los centros de las circunferencias de los equipos, y tuberías de crema, estos centros son utilizados para definir las medidas de las distancias de los depósitos de crema de la bomba y de la tubería de jarabe respecto a los puntos de referencia del área, tanto en el eje X, como en el eje de las Y, y para definir la medida de la distancia y alineación correspondiente entre ellos mismos.

Lo anteriormente explicado también se aplica a las vistas de perfil y elevaciones solamente que en este caso se estará trabajando en los planos X-Z y Y-Z. Esto se muestra en las figuras.

Después de lo explicado anteriormente, se comienza el montaje del equipo principal, por lo que se procede inicialmente a montar la batidora industrial, seguida de la aereadora. Para iniciar su montaje, primero se determinan con los planos los puntos de su ubicación. Al tenerlos definidos se procede a cortar las planchas de la plataforma y a colocar las platinas que servirán como base de apoyo a los equipos de la estructura principal de la plataforma. Estas deberán quedar soldadas a la estructura según lo indicado en los planos.

Posteriormente, los equipos son transportados del lugar donde se tienen almacenados y son elevados del nivel del piso al de la plataforma con la ayuda de un montacargas. A partir de este momento los tanques son movilizados con polipastos que se sujetan a la estructura del edificio y son colocadas sobre las platinas mencionadas, las cuales se perforan en los puntos donde las bases de los equipos tienen sus agujeros para luego, fijarlas finalmente con tornillos de fijación.

Si los equipos quedaran desnivelados o bajo el nivel requerido, pueden colocarse entre las platinas iniciales y las bases de los tanques planchas de metal de menor espesor, hasta alcanzar la medida de nivel necesaria. Si por el contrario, quedaran arriba del nivel requerido, deberán removerse las platinas iniciales y volverlas a soldar en el punto que sea requerido.

Cuando ya está montada la batidora y la aereadora se procede a instalar el equipo de bombeo y tubería de acero inoxidable tipo sanitaria con sus válvulas de actuador neumático de dos vías, en la posición donde se requiera según el plano. Las válvulas deberán quedar alineadas para evitar que la tubería sanitaria que se instalará posteriormente tenga problemas de mal sellado por no coincidir los centros de las entradas y las salidas de las válvulas.

4.3. Fabricación e instalación de tubería de acero inoxidable.

Estas piezas no son montadas hasta que los equipos principales y periféricos ya están colocadas en su posición final, debido a que hasta ese momento se sabrá la medidas ese momento se sabrá las medidas finales que se deberán utilizar, aunque se puede adelantar su fabricación en el taller con ayuda de los planos generados en la ingeniería de detalle y solo se deberán realizar los ajustes en el campo, si fueran necesarios.

En algunas ocasiones se dan algunos imprevistos, como por ejemplo, que algún obstáculo físico no haya sido contemplado en la ingeniería de detalle y provoque que un equipo principal o periférico no quede ubicado donde se había considerado originalmente. Esto lleva a desechar las medidas y formas diseñadas en los planos de construcción de la ingeniería de detalle y a fabricar la transición de metal con la forma y tamaño que mejor se adapte el espacio disponible.

Las tuberías de servicio son indispensables y se instalan para la unión entre equipos transportando en su interior nuestros ingredientes y materiales ya procesados. Por lo mismo es una de las partes principales y se debe de tomar en cuenta todas las necesidades (seguridad, limpieza, mantenimiento preventivo y correctivo).

Estas tuberías pueden utilizar la estructura de las plataformas principales para soportarse o pueden colocarse en forma independiente soportándose en las estructuras de los techos de los edificios o fabricando su propia estructura.

4.4. Fabricación de estructuras metálicas para el montaje de tanques de crema.

Por estar trabajando en una planta de alimentos, la fabricación de estructuras metálicas deberá, en lo posible, realizarse fuera de la misma, para evitar que el humo de la soldadura, así como las esquirlas de metal producidas al pulir, cortar metal y al limpiar soldaduras, contaminen los productos que se están procesando.

Las estructuras deberán fabricarse según las normas que los planos de construcción indiquen. En este caso se deberán utilizar perfiles metálicos indicados en medidas de ancho, diámetro, largo y espesor y aplicar los tipos de soldaduras indicadas con los electrodos correspondientes. Para la construcción de las mismas deberán utilizarse escuadras, niveles y plomadas para asegurarse que al momento de instalarse no queden torcidas, caídas y fuera de ángulo. Uno de los mayores cuidados a la hora de aplicar soldadura de remate es de no calentar demasiado el material para evita que se deformen los perfiles.

Las estructuras para este montaje están conformadas por vigas I de 6" x 4" en hierro negro, que servirán como columnas y vigas de la estructura principal de la plataforma. Laminas labradas de inoxidable que servirán como piso de la plataforma y de las gradas, las mismas serán soldadas en todas las uniones a todo lo largo y con la

plataforma solamente con cordones de 2” a 3”, con una separación de 3’ para evitar deformaciones entre las planchas y las estructuras. Los tubos de inoxidable cédula 40 de 1.5” de diámetro se utilizarán para fabricar todos los pasamanos de la plataforma y gradas. Estos serán soldados a todo su alrededor.

El momento cuando la planta realice un paro para limpieza y/o mantenimiento se deberá de aprovechar para ingresar estas estructuras, las cuales podrán venir seccionadas para facilidad de manejo, y deberán ser unidas por soldadura o atornilladas durante este momento de paro. Si es posible, se llevarán completas para ahorrarse los tiempos de soldaduras dentro del área.

Deberá asegurarse que las estructuras, al momento de montarse, queden bien niveladas, alineadas, a plomo y con la distancia correcta respecto a los puntos de referencia mencionados en los incisos anteriores, en cada uno de los componentes, para no echar a perder el trabajo inicial realizado en el taller y para luego colocar con mayor facilidad los equipos y líneas de servicio.

En algunas ocasiones las estructuras pueden llegar a ser tan grandes que sería muy difícil o imposible movilizarlas de un taller hacia el área afectada o simplemente no podrían entrarlos por las puertas existentes, debido a su peso y tamaño geométrico.

En este caso deberá realizarse la fabricación dentro del área de instalación, pero para ello se tomarán medidas de precaución necesarias, utilizando protecciones que aislen los riesgos de contaminación de producto y de accidente con el personal operativo. Estas protecciones deberán ser realizadas como se indicó en el inciso anterior.

El orden de la fabricación de las plataformas del proyecto que se está desarrollando será a) primero, fabricar la estructura que soportará la plataforma uniendo los tramos fabricados en el taller; al mismo tiempo se preparará la estructura de las

escaleras; b) segundo, se cortarán las planchas que formarán el piso y las gradas y luego se soldarán por tramos en la estructura, posteriormente se soldarán completamente todas sus uniones; c) por último, se colocarán algunos de los tramos de pasamanos fabricados en el taller por aspectos de seguridad y solamente se dejarán los espacios libres en la plataforma para permitir la maniobra de los equipos que se van a montar en la misma. Posteriormente se terminará de colocar los últimos pasamanos.

- **Instalación de líneas de proceso y de servicio (agua, aire, electricidad)**

Es muy común que en el lenguaje técnico a las tuberías de procesos o de servicios se les llame líneas de proceso ya que se supone que con este nombre siempre se estarán identificando tuberías. Estas siempre son instaladas después que se han montado los equipos principales y periféricos, debido a que dependen de cómo se hayan acomodado los mismos y en consecuencia, de cómo hayan quedado ubicadas las entradas y salidas de cada uno de ellos para recibir estas líneas.

Toda línea de proceso o de servicio tiene la función de transportar algo necesario para un sistema de equipos o un área de trabajo, desde cortas distancias, hasta muy lejanas, a través de un flujo continuo utilizando principios físicos de presión, vacío o diferencias de potencial eléctrico.

De ordinario las líneas de tuberías de servicio que siempre están presentes en un montaje industrial son las que conducen cableado de energía eléctrica, agua fría, agua caliente, aire comprimido etc.

En las líneas de proceso hay una gran variedad dependiendo del tipo de industria a la que se refiera, por ejemplo, en las industrias de alimentos están las líneas de jarabes, cremas, chocolates, harina, azúcar, en el área de hospitales están las distintas líneas de

gases médicos; en el área petroquímica están las líneas combustibles, las de lubricantes y las de aditivos.

Todas estas tuberías, al igual que los equipos principales, deberán en un principio respetar las medidas de sus líneas de centro respecto a los equipos y a los puntos de referencia indicados en los planos de instalación, pero a diferencia de los primeros, las líneas de tubería tienen más flexibilidad respecto al punto exacto donde deben ser colocadas, ya pueden estar unas pulgadas más adelante o atrás, arriba o abajo, o cambiar su trayectoria si encuentran algún obstáculo no previsto y adaptarse a las necesidades del montaje, algunas veces sin mayor consecuencia; en este caso el encargado de su instalación podrá tomar la decisión de cómo quedará la misma.

Cuando se considere que algún cambio podría afectar el diseño del sistema, esta decisión deberá ser consultada al ingeniero de diseño que realizó la ingeniería de detalle para que verifique si no afectará la instalación. La modificación que se realice deberá ser aprobada por el supervisor o gerente de proyecto de la empresa contratante.

Para el proyecto que se está desarrollando solamente se utilizará un tipo de línea de proceso, la cual transportará la crema batida desde la batidora al depósito y del depósito de crema a la inyectora pasando por el aereador. Para la misma se utilizará tubería sanitaria de 1-1/2" de diámetro exterior, la cual es de acero inoxidable pulida interna y externamente para facilitar el paso de la crema y reducir la adherencia de la misma a las paredes, evitando así taponamientos y facilitando la limpieza. Esta tubería no es roscada sino que tiene en sus puntos de unión bordes que permiten ser sujetados por abrazaderas especiales llamadas clamp, que son de ajuste rápido y fácil para su servicio y es requerido por aspectos sanitarios en los procesos de alimentos.

Esta línea llevará instalado un filtro especial antes del aereador y después del mismo una trampa magnética al ingreso de la inyectora los cuales tienen la finalidad de evitar que partículas de cualquier naturaleza lleguen a nuestro producto. Por ser un producto muy delicado se coloca un manómetro antes y después del filtro para poder observar la caída de presión en la línea.

Lo importante de mencionar en la instalación de esta línea de proceso es que la misma quede en la orientación y ubicación indicada en los planos, alineada con respecto a sí misma y a los equipos que alimenta o de los que recibe fluidos, a plomo en sus tramos verticales, que se asegure el colocar los empaques correspondientes en cada una de las uniones de tuberías y accesorios, porque, si no queda de esta manera, será muy difícil que sus uniones ajusten bien y habrá fugas.

En lo que se refiere a líneas de servicios, se utilizarán en este proyecto de montaje, agua potable, de aire comprimido y de energía eléctrica, por ser una renovación o cambio de equipo se evalúan las instalaciones actuales y se verifica que estén instaladas de buena forma y solo se realiza una reubicación.

4.5. Pruebas de equipos, líneas de proceso y servicios.

Después que todos los equipos principales y periféricos hayan sido conectados eléctricamente y que las líneas de proceso y de servicios se encuentren finalizadas, se procede a hacer las pruebas de arranque de los mismos.

Es recomendable que, antes de arrancar, se realicen algunas revisiones para asegurar que los equipos están en condiciones apropiadas. En el caso de los equipos mecánicos, que tengan aplicados sus lubricantes, que puedan moverse sin mucha resistencia en forma manual, que no tengan fricciones que detengan su movimiento, o ruidos que indiquen que tienen alguna pieza floja o algún objeto extraño dentro de los

mismos que sus mecanismos de tracción estén alineados y con la tensión apropiada, que los movimientos de los equipos no pongan en riesgo la seguridad de las personas al operarlos.

En el caso de los equipos y componentes eléctricos y electrónicos es necesario asegurar el apriete de las conexiones, que los circuitos estén configurados e identificados según los diagramas, que se tengan las protecciones eléctricas bien dimensionadas a las cargas que se utilizaran y adecuadas al tipo de proceso.

En el caso de las líneas de servicio y de procesos se deberá asegurar que estén adecuadamente soportadas, alineadas, unidas y apretadas, para evitar fugas. También deberán estar bien aisladas cuando corresponda, para evitar pérdidas de calor y accidentes a los operadores.

Por último deberán estar bien identificadas, ya sea utilizando el código de colores para tuberías o rotulando las mismas para evitar confusiones y accidentes.

A los equipos que trabajen con presiones de vapor, agua, aire comprimido y otros fluidos es recomendable realizarles pruebas hidrostáticas, las cuales consisten en bombear agua en el equipo seleccionado por la entrada del mismo y sus salidas, provocando con esto el incremento de la presión dentro del equipo. El objetivo será como mínimo elevarle la presión hasta la presión de trabajo para el cual fue diseñado o subir la misma hasta 1.5 veces la presión de trabajo. Con estas pruebas se pretende asegurar que no abra fugas y riesgos al personal cuando ya se trabaje con los fluidos correspondientes.

Cuando ya se hizo lo anterior se arrancan los equipos sin producto, en forma individual, para evaluar su funcionamiento, o sea determina si alcanzan el desempeño especificado, si los valores de consumo de amperaje están dentro del rango, si tienen

ruidos extraños si su vibración esta dentro de los parámetros normales, si su funcionamiento afecta o no a sus alrededores.

Cuando todos los equipos del área de montaje se encuentran arrancados se vuelve a evaluar su funcionamiento en conjunto. Si algún problema se detecta en cualquiera de las evaluaciones, habrá que detener él o los equipos in mediatamente hasta determinar la causa del mismo y corregirla.

Si algunos equipos o todos ellos están relacionados por una secuencia programada de encendido ido apagado, deberán, adicionalmente a la forma individual, probarse en conjunto, verificando las secuencias de la siguiente manera: encendiendo todos los equipos con la secuencia de arranque correcta, y si alguno no arranca, habrá que corregir el problema por el cual no arranco. También se tratara de encender algunos equipos fuera del orden de arranque, y si arrancan será necesario revisar hasta resolver el problema.

Adicionalmente, para probar las secuencias de paro se deberá apagar algún equipo que se encuentre a la mitad de la secuencia cuando todos estén encendidos y verificar que los que le siguen en la secuencia de apagado se detenga. Si no se detuvieran, hay que revisar la causa por la que no se detuvieron. Esto habrá que realizarlo con todos los equipos que pertenezcan a las secuencias de arranque y paro.

Para las pruebas de las líneas de servicio, después de haber hecho las inspecciones indicadas en los párrafos anteriores se procederá a suministrarles los fluidos correspondientes con los que se trabajaran y verificaran si las mismas están bien, aplicándoles agua con jabón en las uniones para determinar si tiene fugas. Si las hubiera habrá que apretar las partes que están unidas con algún adhesivo o corregir la soldadura de las que hayan sido soldadas, según el caso.

Las líneas de proceso normalmente van muy relacionadas con los equipos principales y periféricos, ya que son las que le proveen de producto o aditivos para los procesos principales, por lo cual las pruebas de las mismas se deberán realizar después de que los mismos hayan terminado sus pruebas iniciales de arranque.

Es muy común que estas pruebas se realicen primero con agua y no con el producto, para evitar desperdicios innecesarios. Las líneas tienen el mismo objetivo que las que se le hacen a las líneas de servicio: verificar si hay fugas, por lo cual se procede a realizar las mismas revisiones.

Terminando todas las pruebas preliminares teniendo asegurado que los equipos, líneas de proceso y líneas de servicio estén en condiciones para operar adecuadamente, sin peligro para el personal operativo y para el personal de mantenimiento, se procede a capacitar el personal que operara y mantendrá a los nuevos equipos en funcionamiento, en las secuencias de arranque y paro, en las precauciones al momento de operar y en cualquier otro aspecto que se considere necesario para asegurar que el equipo se opere correctamente y con las precauciones correspondientes.

Lo mencionado en el párrafo anterior es necesario hacerlo, ya que el personal operativo que se capacitara es con el que se realizara la prueba final de arranque, la cual será realizada pasando productos en todos los equipos principales, periféricos y línea de proceso. Al mismo tiempo las líneas de servicio deberán estar operando con sus fluidos correspondientes a las presiones normales de trabajo.

Esta prueba deberá coordinarse con el programa de producción para poder contar con el espacio de tiempo para desconectar el sistema antiguo e incorporar el nuevo, para hacer la prueba en sí, para contar con el personal que ya fue capacitado en operar los nuevos sistemas y para contar con las materias primas o productos semi-procesados necesarios para pasarlos en los nuevos equipos.

También se tendrá que considerar cuanto producto de la prueba, el cual pasara a través de estos nuevos, equipos se tendrá que tirar, primero, porque podría venir contaminado de los equipos recién montados: segundo, porque el producto elaborado no llegue a cumplir con las expectativas de calidad, ya sea por la inexperiencia de los operadores o porque el equipo no este trabajando bien.

Este último punto también decidirá si se detiene la prueba y se regresa a trabajar con el sistema antiguo, lo cual también hay que considerar dentro del tiempo que no se estará produciendo; pero si la prueba resulta bien, podría dejarse operando en el equipo nuevo en forma permanente y parte del producto de la prueba aceptarlo dentro de la producción, con excepción de la primera parte del mismo, que por seguridad es conveniente tirarlo.

Antes de comenzar la prueba será necesario inspeccionar y limpiar todo el equipo en el cual pasará producto internamente. Esto asegurará que no se produzca el atoramiento del mismo con piezas metálicas o con cualquier otro objeto que se haya olvidado dentro de los mismos.

Generalmente la prueba final es mejor hacerla en un momento de paro, para evitar complicaciones con la producción y fricciones entre los encargados del montaje y los encargados de la producción, por la presión y el nerviosismo que genera esta prueba; pero en algunas empresas esto debe realizarse durante el tiempo normal de producción, por lo cual es necesario tomar las medidas para asegurar el buen funcionamiento de los nuevos equipos y sistemas involucrados.

Cuando se tenga todo programado y listo, se procedía a realizar la prueba final con todo el equipo; al principio es recomendable iniciar con baja carga, si el equipo o el sistema lo permite, e ir subiendo la misma hasta llegar a la carga de trabajo de diseño.

Si fuera posible y estuviera dentro de los objetivos de la prueba, se podría tratar de subir la carga hasta un máximo que será determinado por los manuales de los equipos o por el grupo que hará la prueba.

Durante la prueba final, los encargados del montaje deberán estar muy atentos y preparados para realizar algunas improvisaciones durante la marcha, tales como modificar determinadas piezas en su diseño que no estén dando los resultados esperados, como una tolva que tenga fugas, fabricar piezas que lleven a una mejor operación del equipo, como guías que no existían para orientar u ordenar mejor el producto, reparar temporal o permanentemente algún equipo, línea de proceso o de servicio que al momento de hacer la prueba con carga de producto falle o no trabaje etc.

Después de finalizada la prueba se definirá si el equipo seguirá trabajando o no en la línea de producción. Esta decisión la tomaran los encargados de producción y de calidad considerando los criterios mencionados en uno de los párrafos anteriores.

Si la prueba falla por algún motivo, habrá que regresar a trabajar con el sistema antiguo, analizar las causas por las cuales fallo la prueba y arreglarlas. Posteriormente se tendrá que programar nuevamente la prueba y realizar los pasos indicados en los párrafos anteriores.

4.6. Realización de listas de pendientes con las áreas de producción y mantenimiento.

No importando la decisión que se tome sobre parar o continuar produciendo, se procederá a realizar los comentarios correspondientes de la prueba, del funcionamiento del equipo, de las líneas de proceso, de las líneas de servicio y de las nuevas instalaciones, por parte de la gente de producción, de mantenimiento y de cualquier otro departamento que tenga que trabajar en el área.

De esos comentarios se procederá las listas de trabajos de cosas que no hayan quedado bien durante el montaje, de las cosas que el alcance del proyecto de montaje ofreció entregar y que están pendiente de entregar y de trabajos que no estaban en el alcance del montaje porque no se podían visualizar como necesidades pero son necesarios realizar para la buena operación del nuevo equipo, a fin de garantizar la calidad de los productos que se manufacturan y para la protección y facilidad de trabajo de los operadores y personal de mantenimiento. Estas listas deberán presentarse una o dos semanas después de estar funcionando el equipo en forma continua para que se tenga suficiente tiempo de ver los problemas que se puedan dar el mismo durante la operación y el mantenimiento.

A estas listas se les conoce como listas de pendientes de montaje, y serán consolidadas por los representantes de los departamentos antes mencionados. Estas líneas pueden ser pequeñas o muy grandes lo cual dependerá de diferentes factores, tales como el desarrollo de una buena ingeniería de detalle, donde se debieron considerar seriamente los estándares de la empresa contratante, realizar una buena investigación de las necesidades y hacer un buen diseño para que el sistema funcionara apropiadamente. Esta es una responsabilidad de la empresa contratista.

Otro factor importante es la calidad de trabajo de las empresas contratistas dedicadas al montaje ya que haciendo bien los trabajos desde la primera vez evitarán que le solicite volverlos a hacer según las listas de pendientes, pero el factor más importante y determinante es la experiencia y la minuciosidad con la cual los encargados del proyecto por parte de la empresa contratante se apeguen a realizar los trabajos según los estándares de montaje de la misma.

A continuación se presenta una lista de pendientes:

Tabla X. Lista de pendientes.

MANUFACTURA.		SEGUIMIENTO DE PENDIENTES				FÁBRICA BCA	FECHA 05-May-09	
EQUIPO MANTENIMIENTO								
REGISTRO DE ACCIONES								
ACTIVIDAD	RESPONSABLES	JEFE DE TURNO	LINEA	EQUIPO	FECHA COMPROMISO	OBSERVACIONES	AVANCE	ESTADO
Revisión de aspas y cojinete central de tanque contenedor.	Alberto Ajcalon	MISAEEL GOMEZ	Pasteleria	CONTENEDOR	17-Ene	Pruebas de instalación	100%	Realizado
Chumacera del transportador inferior dañado FL 206	Jorge Bozotz	MISAEEL GOMEZ	Pasteleria	Transportador Alimenta	17-Ene	Arranque de Prueba	100%	Realizado
Maquinar Rodillo tensor de transportador de salida de moldes	byron ramirez	MISAEEL GOMEZ	Pasteleria	Transportador Curvo	28-Ene	Pruebas de instalación	100%	Realizado
Cambio de grasa, Cambio de cojinete del globo 07087	Santiago Puc	SERGIO XICO	Pasteleria	Batidora	28-Ene	Rutina de Operación	100%	Realizado
Cambio de cadena de inox en transmisión de transportadores	Jorge Xulu	MISAEEL GOMEZ	Pasteleria	transportadores	30-Ene	Arranque de Prueba	100%	Realizado
Fabricación de bases de los sensores en el depositador de moldes. Estan provisionales	Jorge Xulu	MISAEEL GOMEZ	Pasteleria	Volteador de Moldes	30-Ene	Arranque de Prueba	0%	Atrazado
Revisión del sistema eléctrico de la aereadora.	Jorge Xulu	MISAEEL GOMEZ	Pasteleria	Aereadora	30-Ene	Arranque de Prueba	0%	Atrazado
Habilitar seguridades en inyectora de crema	Miguel Quinac	SERGIO XICO	Pasteleria	Inyectora	31-Mar	Arranque de Prueba	100%	Realizado
Manómetros de presión de Vapor Dañados	Tevny Ramirez	SERGIO XICO	Pasteleria	Fundidor de Manteca	31-Mar	Montaje de Inyectora	20%	Atrazado
Identificación y seguridad de tableros	Tevny Ramirez	SERGIO XICO	Pasteleria	Tableros de distribución	31-Mar	Rutina de Operación	20%	Atrazado
Variador de frecuencia con falla de sobrecarga de revisión de programación y cableado.	Jorge Xulu	MISAEEL GOMEZ	Pasteleria	Transportador pas 5	05-Abr	Rutina de Operación	100%	Realizado
Banda de transportador alimentandor se desalinea del lado de donas	Santiago puc	SERGIO XICO	Pasteleria	Transportador de moldes	22-May	Arranque de Prueba		Atrazado

Fuente: Elaboración propia.

Después de recibir las listas de pendientes de montaje, los encargados del proyecto los analizarán para determinar cuales trabajos corresponde realizar ya sea porque pertenecen al alcance del proyecto y no están terminados o porque algunos trabajos de montaje de los equipos, líneas de procesos y líneas de servicios no cumplen los estándares de montaje de la empresa contratante. Estos costos deberán ser absorbidos por la empresa contratista, ya que fueron considerados como parte del alcance acordado dentro del contrato.

También se tendrá que determinar cuáles trabajos no pertenecen al alcance del proyecto, pero que habrá que realizarlos porque se ha determinado que son necesarios y no fueron visualizados durante el desarrollo de la ingeniería de detalle.

Habrá que determinar el costo de los mismos, debido a que estos trabajos los deberá de absorber la empresa contratante por no estar incluidos dentro del contrato de montaje de la empresa contratista. También habrá que determinar si al contingencia del proyecto o solamente realizar los trabajos que sean prioritarios.

Por último, durante la revisión se deberá determinar que trabajos no se realizan por no pertenecer al alcance del proyecto, porque corresponde a otros departamentos realizarlos o porque son comodidades extras no prioritarias solicitadas por el personal de operación o de mantenimiento.

Posteriormente a la revisión de la lista de pendientes, los encargados del montaje de la empresa contratante deberán realizar una reunión con los encargados de las áreas de producción, mantenimiento y cualquier otra área involucrada, para indicarles qué trabajos serán realizados y cuales no, con las correspondientes razones.

También se deberá presentar el cronograma de tiempos para realizar los trabajos aceptados, y por último se deberá pedir que se defina la prioridad de los trabajos adicionales, con la finalidad de integrarlos al cronograma de tiempos y para considera su costo, ya que los mismos serán realizados con los ahorros del proyecto y con la contingencia del mismo.

4.7. Finalización de trabajos.

Estos trabajos deberán realizarse en su mayoría durante los paros de producción, ya que mientras la planta este en operación será muy difícil corregir y terminar los trabajos aceptados de la lista de pendientes de montajes. Solamente se podrán hacer algunos que sean sencillos y superficiales, como pinturas de bases, colocación de forros de aislamientos, identificación de líneas de servicio.

Los trabajos de reubicación, modificación, corte y soldadura deberán esperar los paros para poder realizarse; las razones importantes que justifican esta espera consisten en que se ponen en peligro de contaminación los productos que se procesan y el riesgo de accidentes es mayor cuando se hacen trabajos con equipos en movimiento. Por lo tanto, el cronograma mencionado en el inciso anterior deberá estar ajustado a la programación de paros de producción de la planta.

Para ello se deberá también negociar y generar compromiso con el programador de producción para que proporcione el tiempo necesario para realizar estos trabajos, ya que entre más pronto se terminen mejor para la planta, pues podrá utilizar los nuevos equipos a toda su capacidad.

Como estos trabajos son responsabilidad de la empresa contratista, ya que son todos los que no fueron terminados y están dentro de alcance del proyecto o son los que no fueron terminados adecuadamente con respecto a los estándares de montaje de la empresa contratante, la misma tratará de terminarlos en el menor tiempo posible, para ubicar a su personal en otros proyectos de montaje y para reducir sus costos de planilla de este proyecto. Por esta razón es que los encargados del montaje de parte de la empresa contratante deberán estar muy atentos a la realización de estos trabajos, ya que por lo rápido que se pretende realizarlos se puede reducir su calidad.

Los trabajos pendientes deberán realizarse en el orden que indica el cronograma de los mismos y no deberían llevar mucho tiempo en finalizarse, ya que si el proyecto fue bien diseñado y ejecutado, solamente quedarán pendientes detalles sencillos y trabajos pequeños. Si por el contrario, tanto el diseño como la ejecución no hubieran sido bien realizados, el tipo de trabajos que se tendrán que realizar podrían ser más complicados y de mayor tiempo de ejecución, pudiendo tomar demasiados paros de la línea de producción terminarlos o el peor de los casos el atraso del arranque en línea completa.

Algo que se deberá evitar a través de una buena supervisión durante esta etapa, será el que no se dañen los trabajos bien terminados en la etapa anterior con la realización de los trabajos pendientes de terminar. Esto ocurre eventualmente si no se tiene el cuidado suficiente de proteger los trabajos ya realizados.

Después de finalizar cada paro de producción en el que se haya trabajado en los pendientes, se deberá determinar el avance de los mismos, para tener un control de lo que haga falta. Cuando todos los trabajos pendientes estén finalizados los mismos y para solicitarles que asignen al personal de esta área para que hagan una nueva revisión en la cual verifiquen la finalización de los trabajos y se aseguren de que no se afecto nada de lo que ya había sido aceptado originalmente.

Después de realizado lo anterior y si no hubiera ningún problema, procederá a firmar de recibido el proyecto de montaje por parte de los encargados de las áreas involucradas, quedando pendiente solamente la conclusión de los trabajos adicionales, por los cuales se deberá realizar una recepción adicional.

4.8. Trabajos adicionales.

Como se mencionó brevemente en incisos anteriores, los trabajos adicionales son aquellos que nunca estuvieron contemplados dentro del alcance del proyecto de montaje, debido a varias razones, entre las cuales se puede mencionar las siguientes.

Que en el momento de la investigación de necesidades de la ingeniería básica y de detalle no se hayan solicitado estos trabajos, ya sea por olvido o por la dificultad de visualizarlos.

Que durante la fase de cálculos de la ingeniería de detalle no se hayan considerado los efectos del diseño del conjunto de equipos, estructuras e instalaciones, por la dificultad de poderlos visualizar en operación.

Mala calidad de trabajo de la ingeniería básica y/o de la ingeniería de detalle.

Cuando los trabajos adicionales que surjan sean muy complicados, tales como modificaciones a las estructuras de soporte, modificaciones a las programaciones de secuencias de operación, agregados de plataformas con pesos considerables a la estructura de soporte, cambios de equipos principales o secundarios, se deberá consultar con los encargados que realizaron el diseño de la ingeniería de detalle para que determinen si es posible realizar los cambios.

CONCLUSIONES

1. Se han presentado los aspectos más relevantes, desde el punto de vista del montaje de un equipo de inyección de crema por actualización de tecnología. Todos los requisitos incluidos en estas disposiciones apuntan a realizar los trabajos con base a la planificación detallada y así conseguir un desarrollo estratégico que permita finalizarlo de una forma rápida, segura y económica como lo exige el mundo globalizado que estamos viviendo.
2. Las disposiciones recogen toda la experiencia adquirida como consecuencia de trabajos realizados en el área de instalaciones y montajes de equipos en la empresa que se desarrolló el trabajo tomando en cuenta los sistemas y normas internacionales de ingeniería para obtener, así en conjunto sistemas aplicables a cualquier montaje de equipo por pequeño que parezca.
3. A través de todo el texto que se desarrolló, se hace énfasis que el montaje debe efectuarse con equipo apropiado y que la distribución de trabajo a personal capacitado y especialistas en las diferentes áreas de la ingeniería; diseño estructural, montaje mecánico, cargas y distribuciones eléctricas ya sea que la empresa cuente con los especialistas mencionados o contratación de una empresa que realice montajes que seguramente cuenta con los departamentos especializados de cada área.

4. Se amplió y automatizó el sistema de inyección de crema en el área de pastelería para que cubra todas las necesidades actuales de la planta y tomando en cuenta el crecimiento actual de la planta, se proyecta la ampliación para un futuro cercano y con base a la demanda de venta y producción.
5. Los instrumentos de campo que se utilizaron en el montaje de la inyectora fueron seleccionados con base a normas internas de la empresa donde se realizó el trabajo, siendo estos las mangueras, manómetros de presión, tuberías de acero inoxidable, válvulas de dosificación, válvulas de alivio.
6. Se estableció y seleccionó los elementos mecánicos, eléctricos y de control, de acuerdo a la normas de ingeniería y que cumpla con las normas internas de la empresa, la cual establece los requisitos de estandarización con los demás elementos instalados tales como: la selección e instalación de bombas para suministro de alimentos, siendo una bomba lobular de material en acero inoxidable por un motorreductor independiente, motores, variadores de frecuencia.
7. Se realizó el programa de mantenimiento preventivo, operación, saneamiento y limpieza con base a los manuales de los fabricantes de los diferentes equipos y a partir de la instalación y montaje de la inyectora de crema presurizada entraran en funcionamiento.
8. La capacitación del personal operativo y la aplicación adecuada del mantenimiento preventivo del sistema de inyectado es importante en el inicio del nuevo ciclo de operación del sistema, para garantizar una funcionalidad a lo largo del tiempo, ya que el personal debe estar comprometido con el aprendizaje e involucrarse lo antes posible al funcionamiento de los elementos que conforman el sistema de inyectado presurizado.

RECOMENDACIONES

1. Se debe dar especial consideración al almacenaje de partes de repuestos críticos que no estén inmediatamente disponibles, si no hay alguna refacción o repuesto realizar la requisición al almacén.
2. El control de las inyectoras de crema deberán probarse de acuerdo con el procedimiento de prueba recomendado por el fabricante, como mínimo deberán de realizarse seis operaciones manuales y seis operaciones en automático durante la prueba de montaje.
3. Deberá de estar disponible una copia del manual del funcionamiento de la inyectora de crema, así como de cualquier elemento nuevo que se instale certificada proporcionada por el fabricante, para comparación de los resultados de la prueba de montaje del equipo.
4. Para la realización de la automatización del sistema de inyectado de pasteles, se debe de tomar en cuenta las siguientes variables:
 - a. Accesorios.
 - b. Equipos de bombeo.
 - c. Tipo de inyectora.
 - d. Demanda de energía eléctrica y neumática.
 - e. Suministro de energía.
 - f. Suministro de servicios.

5. Para la instalación del sistema de inyectado de pasteles se debe de tomar en cuenta las siguientes variables:
 - a. Alineación correcta de acoples entre bombas y motores.
 - b. Alineación de tuberías.
 - c. Alineación y ajuste de las aspas de los agitadores verticales.
 - d. Para evitar vibraciones excesivas en la inyectora, se recomienda anclar bien por medio de los pernos.
 - e. Para garantizar el buen uso potencia de la bombas, se recomienda utilizar los equipos conforme especificaciones del fabricante.
 - f. Tener buen aislamiento en los cables eléctricos e interruptores de corriente.

6. El montaje debe efectuarse con equipo apropiado, que ofrezca la mayor seguridad posible. Durante la carga, transporte y descarga del material, y durante el montaje, se adoptarán las precauciones necesarias para no producir accidentes ni esfuerzos excesivos. Si a pesar de ello algunas de las piezas se maltratan y deforman, deben ser enderezadas o repuestas, según el caso, antes de montarlas.

BIBLIOGRAFÍA

1. BCA. Principios de Seguridad e Higiene Industrial. (México: Bimbo de Centroamérica, 2007) Pág. 50.
2. Bombas *Waukesha*. Manual de Instalación y Servicio. (Estados Unidos: *Waukesha*, 2008) Pág. 15.
3. Claudio Mataix. Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas. (2ª Edición; España: Editorial del Castillo, 1986) Pág. 375.
4. Catálogo de Instalación de Inyectoras Marca Comas. (Italia: Comas-spa, 2009) Pág. 10.
5. Catálogo de Instalación de Inyectoras de Crema Marca Oakes. (Estados Unidos: Oakes, 2009) Pág. 25.

Referencias electrónicas

6. Bombas *Waukesha*, www.gowcb.com/products/pumps, (septiembre 2008)
7. Controles automáticos, www.lhcontrol.com, (septiembre 2008)
8. Fedco, www.thepeerlessgroup.us/fedco, (septiembre 2008)
9. Grupo Bimbo, www.grupobimbo.com.mx, (octubre 2008)
10. Oakes, www.oakes.com, (enero 2009)
11. Comas S.P.A www.comas-spa.com (enero 2009)

ANEXOS

Figura 20. Sistema de inyectado de crema.



Fuente: Bimbo de Centroamérica, S.A.