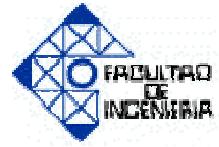




UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



**DISEÑO DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS PARA UNA LINEA DE
ALIMENTACION EN UN PROCESO DE FUNDICION DE COBRE.**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD DE CARABOBO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO**

TUTOR ACADÉMICO.

Ing. Giovanni Pizzella

AUTORES.

Br. Manuel Cordovés

Br. Manuel Méndez

Valencia, 06 de Noviembre del 2008.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes miembros del Jurado designado para evaluar el Trabajo Especial de Grado titulado “*Diseño de los elementos constitutivos para una línea de alimentación en un proceso de fundición de cobre*”, realizado por los bachilleres: Manuel Alfonso Cordovés Socorro, C.I.: 15.978.998 y Manuel Alejandro Méndez Jiménez, C.I.: 16.292.235, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Prof. Giovanni Pizzella

Tutor

Prof. Fernando Aular

Jurado

Prof. Napoleón González

Jurado

Valencia, 06 de Noviembre del 2008.

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme estar en este mundo, por colocar en mi vida la familia y amigos maravillosos que poseo. Gracias a ti por darme la excelente vida que he llevado hasta hora.

A mis padres, Pablo y Tita, por darme la vida, por cuidar de mí, por brindarme el amor y cariño de todos los días, por ser la base y soporte de toda mi trayectoria. Los amo.

A mis hermanos, Pablo y Andrea, por estar siempre ahí, en las buenas y en las malas, juntos formamos la gran familia que tenemos, los amo.

A Micel, parte fundamental de mi vida, mi complemento, primer logro alcanzado juntos, de muchos que nos esperan durante la vida, Te amo.

A mi abuela Aurora, por su apoyo y amor, a mis otros abuelos, Manolo, Ana María y Alejandro, que aunque no estén aquí en cuerpo, se que lo están en alma, este logro es por y para ustedes, los amo a todos.

A mi Familia, tíos, tías, primos y primas, este éxito alcanzado es para ustedes también.

A mis amigos que siempre me han acompañado y espero que lo sigan haciendo, los quiero.

Manuel Méndez.

DEDICATORIA

A mis padres, por darme la vida, el amor incondicional, por su apoyo en las buenas y malas, por la enseñanza que me ha servido para seguir construyendo el camino que me queda por seguir.

Mis hermanos, Juan Manuel y Alexander, por ser parte importante de mi vida y por los momentos de felicidad.

Mi abuela Robertina, mis tías y tíos, que donde quieran que estén seguirán dándome las fuerzas necesarias para no caer ante algún obstáculo.

Negrita, te dedico este trabajo especial grado porque sin ti no hubiese terminado esta etapa de mi vida, por ser mi pilar, por ser mi hombro en las malas, por soportar todas mis mañas y bravuras, por quererme como soy y por sobre todas las cosas ser la mujer que me acompañó en ese momento de mi vida que no encontraba una salida clara... te amo!!!

A Dios todo poderoso y la Virgen Santa...

Manuel Cordovés.

AGRADECIMIENTOS

A mis Padres, les agradezco, todo el amor y cariño que me han brindado, el valor de superar este logro en mi vida, y por enseñarme que lo único necesario para terminar los retos es empezarlos. Gracias por siempre.

A mis hermanos, gracias por todos los momentos compartidos, por el apoyo de siempre. Gracias a los dos.

A Micel, te agradezco infinitamente tu ayuda, ayuda de cualquier tipo, sin ti se que en estos momentos no estaría escribiendo estas humildes palabras, palabras que no llegan a expresar el agradecimiento que siento hacia ti, Mi Vida, te amo.

A mi compañero de tesis y amigo de la vida, Manuel Alfonso, sé que sería imposible de encontrar compañero y amigo como tú. Gracias por compartir juntos este gran logro.

A mis Tías, Carmen Teresa, por ser como una segunda madre, Yudy, por ser como mi tercer Abuela, Carmen Beatriz, por la risa que nos provocas cada vez que te abrazo, y demás tíos y tías que siempre están aquí conmigo. Los amo a todos.

A mis Primos y Primas, Ricardo, Judith, Ana, María, Alberto que de una u otra forma siempre me ayudaron durante todo este trayecto de mi carrera. Los amo a todos.

A la familia Da Silva Delfin, gracias por el apoyo y amor que siempre me han brindado, por confiar en mí. Gracias a todos, los quiero.

A mis amigos, hermanos míos este logro lo comparto con ustedes.

A la Familia Cordovés Socorro, por estimular los constantes fueleos hacia Manual Alfonso, al Sr. Manuel por servir de guía durante la realización de las pasantías. Gracias.

Al Prof. Giovanni Pizzella, por ser nuestro excelente guía durante la realización de este trabajo.

A la Universidad de Carabobo, por permitir crecer como persona e impartir conocimientos necesarios para la formación personal.

A Metales Extruidos, por permitir desarrollar este trabajo en sus instalaciones y así culminar este gran paso de mi vida. Gracias.

Manuel Méndez.

AGRADECIMIENTOS

Dios, te agradezco por darme salud, paciencia y sabiduría que necesite al empezar esta maravillosa carrera que he terminado con mucho éxito... Gracias.

A mi mamá, mi papá y hermanos, por siempre estar pendiente de mí, por ayudarme en los momentos más difíciles de mi carrera, que nunca dudaron de mí y siempre estuvieron a mi lado para no decaer. Espero que con este gran paso en mi vida les sea gratificante porque se lo merecen aun más que yo. Los amo...

A Fabiola Fonseca, por llevarme y buscarme a la universidad eno veces, por no dejarme dormir en las tardes porque para ti era un flojo y gracias a ti cambie y ahora soy lo que soy por ti, por escucharme en las buenas y las malas, por tus comidas de amor, momentos de alegría que son innumerables, por obligarme a montarme en el teleférico, nunca conocí a una persona como tú. Te amo

A Coromoto de la Chiquinquirá, por dejarme hacerla reír y darle momentos de felicidad, por enseñarme que nunca hay obstáculos sino malos momentos y hacer de mi una mejor persona.

A Francisco Fonseca, que gracias a ti nunca deje que los problemas interrumpieran en mi desarrollo personal, a ver la vida de otra forma y siempre tener la frente en alto.

Familia Méndez, por abrirme las puertas de su casa y darme su apoyo incondicional y las arepitas de amor.

A Micel, por ayudarnos en el desarrollo pleno de este trabajo de grado, te agradezco por la paciencia que tuviste, y siempre darnos la fuerza para finalizar este trabajo. Gracias

A Manuel, de ti hay mucho que decir, excelente compañero de tesis y gran amigo, te agradezco todo el tiempo que pasamos desde las pasantías hasta la culminación de esta tesis, por hacerme reír y a seguir inventado a pesar que todo está casi inventado.

A Metales Extruidos, por darme la oportunidad de realizar la tesis y pasantías, a todo su personal de trabajo que me ayudaron en todo.

A mis panas, que compartieron conmigo en todo momento y no hacíamos mas que reírnos y pasarla bien, por ser ustedes.

A Juanito Pizzella, por brindarnos el gran honor de ser tutor de esta tesis y por hacernos reír de sus loqueras diarias, en verdad gracias por su apoyo.

A la Universidad de Carabobo, por ser cuna de este gran recorrido que es el estudiar en sus instalaciones y a todos los profesores que fueron parte de mi estudio.

Manuel Cordovés.

INDICE GENERAL

	Pág.
Introducción	1
Capítulo I. El Problema	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Objetivos	7
1.2.1 Objetivo general	7
1.2.2 Objetivos específicos	7
1.3 Justificación	7
1.4 Limitaciones	8
1.5 Delimitaciones	8
Capítulo II. Marco Teórico	9
2.1 Antecedentes	9
2.2 Marco teórico	13
2.2.1 Descripción general del proceso de fabricación de tuberías en la planta	13
2.2.1.1 Productos elaborados	15
2.2.2 Aspersores	17
2.2.2.1 Factores que influyen en las boquillas de aspersión	17
2.2.2.2 Limpieza por aspersión (Lavado químico)	19
2.2.3 Matriz de selección	20
2.2.4 Transferencia de calor en proceso transitorio	21
2.2.4.1 Mecanismos de transmisión	21
2.2.4.2 Calor	21
2.2.4.3 Energía interna	21
2.2.4.4 Conducción	22
2.2.4.5 Convección	23
2.2.4.6 Radiación	24
2.2.5 Calentamiento infrarrojo	25
2.2.5.1 Longitud de onda en radiación	26
2.2.6 Secado por radiación infrarroja	26
2.2.7 Trituración	29
2.2.8 Cizalla	30
2.2.9 Campo e importancia del desplazamiento de materiales	31
2.2.10 Ventajas del desplazamiento de materiales	31
2.2.11 Control Industrial	31
2.2.12 Automatismo cableados y programables	31
Capítulo III. Marco Metodológico	35
3.1 Nivel de investigación	35
3.2 Metodología del diseño	36
3.2.1 Formulación del problema	36
3.2.2 Especificación del sistema a diseñar	36
3.2.3 Búsqueda de soluciones	36
3.2.4 Selección de la mejor solución o toma de decisiones	37

3.2.5 Especificaciones del sistema diseñado	Pág. 37
3.3 Diseño de la investigación	38
3.4 Técnicas e instrumentos de recopilación de datos	40
Capítulo IV. Desarrollo	43
4.1 Análisis de las dimensiones y pesos de la materia prima	43
4.1.1 Dimensión y peso de los cátodos de cobre	43
4.1.2 Dimensiones y pesos de la chatarra de cobre	44
4.2 Descripción de las diferentes alternativas del sistema para la sustracción de desechos de la chatarra de cobre	45
4.2.1 Etapa 1: Sistema de sustracción de desechos de la chatarra de cobre.	46
4.3 Evaluación de la mejor solución del sistema para la sustracción de desechos de la chatarra de cobre	47
4.3.1 Construcción de la matriz de selección	47
4.3.2 Desarrollo de la matriz de selección para la etapa #1	49
4.4 Descripción de las diferentes alternativas para el sistema de transporte y ajuste de dimensiones de la chatarra de cobre y el sistema de alimentación al horno rotativo de fundición	49
4.4.1 Etapa 2: Sistema de manejo y preparación de la materia prima	50
4.4.2 Etapa 3: Sistema de alimentación al horno rotativo de fundición	52
4.5 Evaluación de la mejor solución para el sistema de transporte y ajuste de dimensiones de la chatarra y cátodos de cobre y el sistema de alimentación al horno rotativo de fundición	54
4.5.1 Desarrollo de la matriz de selección para la etapa #2	54
4.5.2 Desarrollo de la matriz de selección para la etapa #3	55
4.6 Diseño del sistema de extracción de desechos de la chatarra de cobre	56
4.6.1 Banda transportadora	56
4.6.1.1 Procedimiento de selección de la banda transportadora	57
4.6.2 Diseño del sistema de lavado químico	65
4.6.2.1 Selección de la solución usada en el lavado químico	66
4.6.2.2 Selección de los aspersores	67
4.6.2.3 Dimensionamiento de tanques alimentadores	70
4.6.2.4 Diseño de tuberías y accesorios usados en el sistema de lavado químico	74
4.6.2.5 Selección de bombas	76
4.6.3 Horno de secado	80
4.6.3.1 Especificaciones del diseño del horno de secado	81
4.7 Diseño de ajuste de dimensiones de la materia prima	84
4.7.1 Banda transportadora que alimenta a la trituradora	84
4.7.1.1 Procedimiento de selección de la banda transportadora	84
4.7.2 Trituradora	87
4.7.2.1 Cálculo de la potencia necesaria de trituración	88
4.8 Diseño del sistema de alimentación para el horno rotativo de fundición	90
4.8.1 Banda transportadora	90
4.8.1.1 Procedimiento de selección de la banda transportadora	90
4.9 Diseño de la estructura de la línea de alimentación	94

	Pág.
4.9.1 Cálculo del tipo de viga	94
4.9.2 Criterios estructurales	98
4.9.3 Cargas de diseño	99
4.9.4 Parámetros fundamentales en la estructura	99
4.9.5 Método para el análisis estructural	100
4.10 Diseño del sistema de control y automatización	115
4.10.1 Requerimientos de diseño	115
4.10.2 Especificaciones del sistema diseñado	115
4.10.3 Recomendaciones del diseño	116
4.11 Selección de equipo para introducir la materia prima en la línea de alimentación	118
Capítulo V. Factibilidad económica y técnica del sistema propuesto	120
5.1 Factibilidad económica del sistema propuesto	120
5.2 Factibilidad técnica del sistema propuesto	123
Conclusiones	125
Recomendaciones	126
Bibliografía	127
Apéndice	129

INDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
2.1 Ejemplo del tipo de tubería fabricado	16
2.2 Factores que influyen en la aspersión	18
2.3 Comparación de sistemas cableados y sistemas programables	33
4.1 Dimensiones y pesos de los cátodos de cobre	44
4.2 Evaluación de la mejor solución del sistema de sustracción de desechos de la chatarra de cobre	49
4.3 Evaluación de la mejor solución del sistema de manejo y preparación de la materia prima	54
4.4 Evaluación de la mejor solución del sistema de alimentación al horno rotativo de fundición	55
4.5 Parámetros calculados para la banda transportadora	59
4.6 Puntos de trabajo de las bombas	76
4.7 Datos de las bombas seleccionadas	76
4.8 Parámetros calculados para la banda transportadora.	85
4.9 Parámetros calculados para la banda transportadora	91
4.10 Elementos que conforman la estructura	99
4.11 Carga de la materia prima	99
4.12 Características de los materiales	100
4.13 Recubrimientos	100
4.14 Fuerzas de empotramiento Modulo I	100
4.15 Fuerzas de empotramiento Modulo II	102
4.16 Características del polipasto seleccionado	107
5.1 Valor de los costos operacionales	122
5.2 Valor de los flujos monetarios	122

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1.1 Sistema de alimentación actual	5
1.2 Cátodos de cobre	5
1.3 Cizalla de corte	6
2.1 Flujo grama de etapas del proceso	14
2.2 Angulo de aspersión	18
2.3 Calentamiento infrarrojo	25
2.4 Gama de ondas	26
2.5 Trituradora de rodillos	30
4.1 Diseño de sistema de lavado químico	46
4.2 Diseño de cilindro de extracción de desechos	47
4.3 Esquema para la alternativa # 2.1	51
4.4 Esquema para la alternativa # 2.2	52
4.5 Banda transportadora	52
4.6 Sistema de elevación por cangilones	53
4.7 Partes de una banda transportadora	60
4.8 Detalle de dimensiones	60
4.9 Dimensiones banda transportadora Flush grid 900	61
4.10 Disposición de guías	62
4.11 Deformación de la banda	63
4.12 Extensión de soportes	63
4.13 Sistema de lavado químico	66
4.14 Tanque de desengrasante	73
4.15 Tanque de mezcla agua – desengrasante	73
4.16 Tanque de agua	74
4.17 Esquema de tuberías del lavado químico	75
4.18 Diseño del horno de secado	83
4.19 Dimensiones de la banda transportadora	85
4.20 Compresión de lámina de cobre	87
4.21 Diagrama de fuerzas	88
4.22 Dimensiones de la banda transportadora	91
4.23 Distribución de carga en un tramo de referencia	94
4.24 Modulo I, Lavado químico, Horno de secado y Trituradora	96
4.25 Planta de envigado modulo I	97
4.26 Modulo II, horno de fundición	97
4.27 Planta de envigado del modulo II	98
4.28 Puntos de empotramiento sobre el Modulo I	101
4.29 Puntos de empotramiento sobre el Modulo II	102
4.30 Diagrama de carga muerta del Modulo I	103
4.31 Diagrama de carga viva del Modulo I	104
4.32 Diagrama de momentos bajo condiciones de carga de servicio del Modulo I	105

Figura	Pág.
4.33 Diagrama de fuerza cortante del Modulo I	106
4.34 Diagrama de momento de flexión del Modulo I	107
4.35 Diagrama de carga axial del Modulo I	108
4.36 Diagrama de carga muerta del Modulo II	108
4.37 Diagrama de carga viva del Modulo II	110
4.38 Diagrama de momentos bajo condiciones de carga de servicio del Modulo II	111
4.39 Diagrama de fuerza cortante del Modulo II	112
4.40 Diagrama de momento de flexión del Modulo II	113
4.41 Diagrama de carga axial del Modulo II	114
4.42 PLC SLC 500	115
4.43 Sistema diseñado en simulación	116
4.44 Polipasto	118
4.45 Poligrapa ajustable	119



RESUMEN

En búsqueda de mejorar las condiciones de trabajo y operatividad en el área de fundición, la empresa Metales Extruidos C.A. se plantea la necesidad de implementar un sistema de manejo y preparación de la materia prima, ya que actualmente se realiza de manera manual por los operadores, lo que genera condiciones inseguras y retrasos de producción.

Para solucionar este problema surge como objetivo principal del presente trabajo de grado, el diseño de los elementos constitutivos para una línea de alimentación en un proceso de fundición de cobre.

El proyecto consiste en una investigación metodológica de tipo proyectiva, la cual se llevó a cabo mediante un análisis del problema, evaluación e interacción de los elementos que lo conforman. Basados en el estudio realizado se diseñó un sistema automatizado de manejo y preparación de la materia prima, que realice las actividades de limpieza, ajuste de dimensiones y transporte de la misma con una mínima intervención por parte de los operadores.

Entre las conclusiones más importantes se tiene: un descenso de los niveles de escoria en la fundición y menor contaminación del área, así como la mejora de las condiciones de trabajo para el operador. Se recomienda estudiar la posibilidad de implementar sistemas similares en los demás hornos de fundición para continuar incrementando la operatividad general de la empresa.



INTRODUCCIÓN

La elaboración de un diseño para la línea de alimentación en el proceso de fundición representa una mejora sustancial, debido a la falta de un buen sistema para la carga de los hornos. La implementación de dicho diseño contribuiría a mejorar la eficiencia del proceso así como la disminución de los problemas existentes en el mismo y en la producción. A lo largo del desarrollo de este trabajo se expone la información de la empresa, bases teóricas, la metodología necesaria para el desarrollo del proyecto planteado y el diseño de la solución seleccionada.

En el Capítulo I se expone la descripción de la empresa así como del proceso que se lleva a cabo en la misma; se presentan los problemas existentes en el área de fundición, de igual manera se exponen los objetivos que llevarán a la solución de dicho problema, además de la justificación de este y las delimitaciones y limitaciones que tendrá el proyecto.

En el Capítulo II se encuentran las bases teóricas que sustentan la investigación realizada y que permiten desarrollar los tópicos planteados referentes al problema. Además se exponen los antecedentes que muestran el desarrollo de investigaciones anteriores que proporcionan información valiosa para el desarrollo del proyecto planteado.

En el Capítulo III, se muestra la metodología a seguir por este proyecto, desde el nivel de investigación hasta el diseño de la investigación, que son los pasos necesarios a seguir para una correcta formulación de este proyecto. Y así obtener un resultado exitoso

En el Capítulo IV, se formulan varias soluciones que puedan ajustarse a los requerimientos del diseño, después de realizar un estudio a las varias soluciones se selecciona una de ellas la cual se describe con detalle, se diseña y además, se reflejan las características técnicas o principales de los componentes que lo integran.

Para finalizar, en el Capítulo V se encuentra el estudio de la factibilidad económica y técnica para la verificación de la rentabilidad del proyecto. Así como también las conclusiones y recomendaciones



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Este capítulo contempla el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación, limitaciones y delimitaciones del diseño del sistema.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cobre, uno de los pocos metales en estado nativo en la naturaleza, siempre ha sido y es, sumamente importante para la humanidad ya que abarca muchas áreas de aplicación. El cobre es la materia prima de una gran cantidad de diferentes y variados componentes de todo tipo de maquinaria, tales como casquillos, cojinetes, embellecedores, etc. Por otro lado, forma parte de los elementos de bisutería, bombillas y tubos fluorescentes, calderería, electroimanes, instrumentos musicales de viento, microondas, sistemas de calefacción y aire acondicionado.

Por otra parte, entre los usos más frecuentes que se le da al cobre, se encuentra la fabricación de tubos. Un tubo es un producto hueco, cuya sección es normalmente redonda, que tiene una periferia continua y que es utilizado en gasfitería, fontanería y sistemas mecánicos para el transporte de líquidos o gases. En el caso de los tubos de cobre, debido a las características propias de este metal de alta resistencia a la corrosión y su resistencia y su adaptabilidad, consiguen que se utilicen masivamente en residencias, edificios, condominios, oficinas, locales comerciales e industriales.

Para la fabricación del tubo de cobre se parte, por lo general de una mezcla de cobre refinado y de chatarra de calidad controlada, se funde en un horno y por medio de la colada de cobre se obtienen lingotes conocidos como «billets», que tienen forma cilíndrica, con dimensiones que generalmente son de 300 mm de diámetro y 8 m de largo y que pesan aproximadamente 4 toneladas. Estos bloques metálicos se utilizan para la fabricación de tubos sin costura por medio de una serie de deformaciones plásticas.



Entre las empresas que se dedican a la fabricación y distribución de tubos de cobre, se encuentra Metales Extruidos C.A, la cual tiene su ubicación en el Estado Carabobo, y la misma está encargada de la fabricación de tuberías de cobre y sólidos de latón. Como ya se mencionó, para la elaboración de estos productos se debe contar con la materia prima que alimenta estos procesos, la cual se encuentra conformada principalmente por: cobre primario en forma de cátodos, residuos internos (desechos de la propia producción), chatarra de cobre, zinc y plomo en lingotes.

Para la confección de los productos terminados y comercializados, la empresa Metales Extruidos C.A, cuenta con hornos de fundición; tanto en coladas continuas horizontales, como en semicontinuas verticales; prensas de extrusión en caliente y equipos de trefilación; máquinas trefiladoras de acabados, máquinas de corte y enderezado, hornos de tratamientos térmicos.

En este sentido, para la elaboración de las tuberías de cobre o sólidos de cobre y sus aleaciones, se necesitan tres (3) grandes procesos: Fundición, Extrusión y Trefilación. El departamento de fundición cuenta con seis (6) hornos dedicados al proceso de cobre, de los cuales cuatro (4) son de fundición y dos (2) de colada, los de fundición se dividen a su vez en dos (2) basculantes y dos (2) rotativos, cada uno de quince (15) toneladas de capacidad.

En la actualidad, los hornos rotativos se encuentran fuera de servicio por no contar con un sistema de alimentación adecuado, siendo estos más eficientes, en cuanto a gas consumido y tiempo de fundición, que los basculantes. Por otra parte, estos hornos basculantes fueron adquiridos en un principio para funcionar como medio alterno al momento de realizarle mantenimiento a los hornos rotativos, pues de esta forma no era necesario detener el proceso de fundición.

Adicionalmente a esta situación, hoy en día la línea de alimentación no está adecuada para el manejo de materia prima, ya que ésta se corre o desliza hacia los lados; en algunos casos no entran dentro de los espacios destinados para las mismas y el proceso se lleva a cabo



manualmente, lo que aumenta los tiempos de carga del horno y pone en riesgo a los operarios. En la figura 1.1, se muestra el sistema de alimentación actual del horno de fundición.



Figura 1.1 Sistema de alimentación actual. Fuente: propia

Actualmente se trabaja con dos tipos de materia prima, cátodos de cobre y residuos internos. Los cátodos de cobre son láminas de un peso aproximado de 50 kilogramos y que son empacados en grupo de 30 láminas, esto hace que cada paquete tenga un peso promedio de 1500 kilogramos. En la figura 1.2, se muestra los cátodos de cobre que son usados como materia prima en el proceso de fundición.



Figura 1.2 Cátodos de cobre. Fuente: propia

El proceso de los cátodos para introducirlos en los hornos de fundición es complicado, ya que un montacargas los transporta del almacén de materia prima hasta la cizalla encargada de cortarlos para llevarlos a una medida admisible por las bocas de suministro de los hornos, este proceso de corte es realizado manualmente por dos operarios que tienen que levantarlos hasta la mesa de corte de la cizalla y luego introducirlos en un contenedor que lo transportará hasta el



suministro del horno. Este proceso de corte es sumamente peligroso ya que los cátodos poseen bordes filosos, lo que podría generar un accidente y sumado a esto el operario debe manipular con sus manos el cátodo al momento del corte muy cerca de los filos de la cizalla. Con la adquisición de los cátodos hay muchos contratiempos, a causa de que son importados y debido a los problemas para la obtención de divisas, la importación se retrasa, generando así paradas de planta debido a la falta de materia prima. En la figura 1.3, se muestra la cizalla, que se utiliza para cortar los cátodos de cobre.



Figura 1.3 Cizalla de corte. Fuente: propia.

Por otra parte, la utilización de la chatarra como materia prima para la fundición es un recurso sumamente importante en la empresa ya que disminuye considerablemente los costos. El problema con la chatarra, se presenta al momento de la separación, sustracción de los desechos y la compactación hasta llevarla a una dimensión que sea admisible para el horno.

Para aumentar la producción del proceso de fundición de cobre, se requiere diseñar una línea de alimentación dividida en cuatro fases:

- Extracción de desechos de la chatarra.
- Trituración de la chatarra. (debe dejarse claro que el término chatarra estará referido al conjunto de la chatarra de cobre más los residuos internos de la empresa)
- Ajuste de dimensiones de los cátodos de cobre.
- Alimentación de la materia prima procesada al horno rotativo de fundición.



1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar los elementos constitutivos para una línea de alimentación en un proceso de fundición de cobre para una empresa manufacturera.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar y analizar las dimensiones de los cátodos y chatarra de cobre que se usan como materia prima en el proceso.
- Diseñar un sistema para la extracción de desechos de la chatarra de cobre.
- Diseñar un sistema para el transporte y ajuste de dimensiones de la chatarra y cátodos de cobre.
- Evaluar la factibilidad económica y técnica para implementar la línea de alimentación.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En la solución que este proyecto aportará estará incluido el manejo automatizado de la materia prima, promoviendo un aumento en la producción ya que se pretende disminuir el tiempo de transporte de la misma, debido a que en la actualidad esto se realiza mediante un montacargas, el cual genera una pérdida de tiempo por lo extenso del recorrido. Otra de las razones por lo cual la solución que aportará este trabajo aumenta y agiliza la producción, es el hecho de que el ajuste de las dimensiones de la materia prima será de igual manera automática, disminuyendo así la intervención humana en el proceso, y a su vez este ajuste pondrá en un funcionamiento los hornos rotativos ya que las dimensiones del material para alimentarlos son admisibles por la boca de suministro de dichos hornos. Por otra parte, se busca disminuir los costos y tiempo de espera de la materia prima implementando el uso de la chatarra de cobre ya que es un producto nacional.



Como se mencionó en el planteamiento del problema, los cátodos de cobre son cortados manualmente, generando un alto riesgo a los operarios que se encargan de realizar esa labor, con la realización de este proyecto se plantearán soluciones que coadyuven en la búsqueda de minimizar los riesgos y accidentes laborales.

1.4. LIMITACIONES

Entre las principales limitaciones se encontró que el espacio necesario para poder instalar la línea de alimentación es muy reducido, apoyándonos en los planos de planta (ver anexo) que nos provee Metales Extruidos C.A. La tecnología que podrá ser empleada en el diseño, se registrará por la que se encuentre actualmente en el mercado. Otra limitación importante podría presentarse al concretar reuniones con el tutor industrial que comprende asesorías y recolección de datos dentro de las instalaciones de Metales Extruidos C.A.

1.5. DELIMITACIONES

El proyecto se basará netamente en el diseño de la línea de alimentación que toma aspectos de: transporte, extracción de desechos y ajuste de dimensiones de la materia prima así como su llenado en los hornos rotativos, la construcción dependerá y estará a cargo de la empresa Materiales Extruidos, C.A.

La separación de metales, distintos al cobre, que se encuentren mezclados con la chatarra se hará antes de entrar a la línea de alimentación, concretándose este diseño al sistema de extracción de desechos que se encuentran en la chatarra de cobre.

El proyecto abarcará el diseño de la línea de alimentación y el manejo de la materia prima. Los elementos que constituyen dicho diseño podrán ser seleccionados o diseñados dependiendo del caso.



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

- “Rediseño y automatización de una máquina cortadora de láminas de aluminio en una empresa laminadora”

Víctor Jerez, Félix Fernández

Año: 2006

El diseño de la investigación está concebido dentro de la modalidad de proyecto factible y se apoya en la investigación de campo y documental, para la elaboración de la estrategia a seguir se desgloso el diseño en seis etapas, en las cuales se obtuvieron los siguientes resultados: primero, con la aplicación del guión de entrevistas para los operarios, se analizó los diferentes problemas del equipo; segundo, se diseñó un nuevo desbobinador para el suministro de bobinas de diámetros y pesos mayores, dicho desbobinador está conformado por tubos cuadrados, mandriles de seguridad para disminuir las vibraciones y un sistema controlador de bandas con el que se busca disminuir los problemas de corte; tercero, se diseñó un sistema automatizado para el suministro de bobinas formado por vigas IPN, tubos cuadrados, tubos rectangulares y un PLC para su control automático y así buscar disminuir el gasto físico de los operarios y los tiempos de producción; cuarto, se diseñó un control de tensión para las laminas de aluminio con celdas de cargas, que con su instalación mejorará la calidad del producto final; quinto, se rediseñó el sistema de transmisión del equipo mediante el uso de correas dentadas para obtener una mejor sincronización del mismo, y por último se diseñó un plan de mantenimiento para la máquina para su óptimo funcionamiento. El estudio de rentabilidad económico del proyecto mostró que este se recuperará en un período de 20 días.



- “Diseño de un sistema mecánico para la recolección, transporte y selección de granalla empleada para una empresa metalmecánica”.

Graterol Mhorys, Ochoa Daniel

Año: 2005

En el presente trabajo de grado se propone una solución para una problemática en la empresa DANA VEN C.A en el cual la granalla que proviene del proceso de granallado de los largueros se escapa, depositándose en los alrededores y principalmente en una fosa ubicada exactamente debajo de la máquina de granallado, la granalla debe ser retirada a mano por los operadores, teniendo que realizar una parada de planta para ejecutar la labor, provocando así pérdidas económicas a la empresa. De modo que el sistema propuesto constituye una solución a dicha problemática. El funcionamiento del sistema propuesto consiste en recolectar la granalla que se escapa de la tolva, la cual dirige hasta un cernidor mecánico que consta de un tamiz en donde la granalla fragmentada pasa a través del mismo dirigiéndose a un contenedor, donde luego es aspirado para ser rechazada.

El dispositivo de la empresa aumenta en un 20 % la productividad de la misma, se asegura un mejor granallado del larguero al ser granallado con granalla de dimensiones recomendadas para este proceso.

- “Diseño de un alimentador automático para cortadora de barras de acero”.

Duran Antonio, Sánchez William

Año: 2004

El presente trabajo de grado consiste en el diseño de un alimentador automático para una máquina cortadora de barras fue elaborado en el área de forjas de la empresa DANA VEN C.A



(división ejes y cardanes), con el objetivo de aprovechar al máximo la capacidad de dicha máquina y obtener la misma producción actual en el menor tiempo posible. Este trabajo se realizó en el área de corte de materia prima de forjas, la cual esta designada por la empresa como la operación 20.

El problema planteado consiste en que no se aprovecha la capacidad máxima de la máquina ya que se necesita de un alimentador que se adapte a las condiciones de operación de la máquina. Por eso se plantea el diseño del alimentador que trabaje de una manera automática.

Para poder obtener una solución definitiva se establecieron, en primer lugar, los criterios y restricciones, luego fueron planteadas tres posibles soluciones que se adaptan a las condiciones de operación de la máquina y mediante la ponderación de criterios y restricciones se confrontan las posibles soluciones y así se obtuvo la solución definitiva, siendo esta la que obtuvo mayor puntuación.

Luego se realizan los cálculos para el dimensionamiento, selección y en algunos casos, la comprobación de elementos que conforman el alimentador, haciendo uso de las distintas teorías, criterios y ecuaciones de diseño correspondientes en cada caso. Entre los componentes de dicho alimentador se pueden mencionar: cilindros y unidades hidráulicas, rodamientos, vigas y columnas, cadenas, correas, entre otros.

Luego se desarrolla un estudio económico de todo el diseño y se dan las conclusiones a las que lleva este trabajo. Entre las más significativas podemos mencionar el total aprovechamiento del área de corte de la máquina y la obtención del mayor número de piezas cortadas en una sola carga.



- “Diseño de una prensa Hidráulica para el compactado y reciclaje de virutas de aluminio”

Alvarado Jesús A, Díaz Oscar, Gómez Héctor.

Año 1993

En el presente trabajo se realiza un estudio de factibilidad técnica y económica para la construcción de un equipo de reciclaje de viruta de aluminio.

Esto se presenta debido a la necesidad que tienen las empresas metalmecánicas de optimizar los procesos de reciclaje de la viruta obtenida como resultado de los procesos de fabricación.

Para la solución técnica del problema se estudiaron dos alternativas; la primera contempla el uso de resinas poliamídicas como agentes aglomerantes de la viruta y posterior prensado a temperatura comprendidas entre los 60°C y 100°C ; si bien es cierto que las resinas ensayadas dieron los resultados esperados como aglomerantes, estas presentaron inconvenientes tales como emanación de gases contaminantes, bajo punto de inflamación con la consecuente presencia de llama y humo, y elevado punto de fusión, lo que implicaba trabajar a elevadas temperaturas en el horno.

La segunda alternativa estudiada, contempla un precalentamiento de la viruta a 400°C y posterior compactación. Para esto se utiliza un horno de precalentamiento como elemento adicional pero evita el uso de agentes aglomerantes, obteniéndose un proceso más limpio y seguro, libre de contaminantes.

Luego se hizo el diseño estructural del equipo, el cual dio como resultado una magnitud considerable en las dimensiones de la prensa (más de 4 metros), haciendo inconveniente su diseño en forma vertical u horizontal lo que hizo imperable diseñarla inclinada, tomando en cuenta factores tales como ángulo de salida de la viruta dentro de la cámara de compactación, estructuración consecuente con las elevadas cargas de trabajo, factores de seguridad y otros.



Se presenta un estudio hidráulico consonó con el sistema estructural y elaborado en función de equipos y partes existentes en el mercado.

Aunque un estudio económico en profundidad, esta fuera del alcance del presente trabajo, sin embargo se hace un estudio económico que arroja resultados bastantes positivos que confirman la rentabilidad económica del proyecto.

Debido al bajo costo de la viruta de aluminio, su abundante producción y la carencia de equipos similares en la región, respaldan el enorme potencial económico que conlleva la puesta en marcha de un sistema como este, el cual aun está sujeto a mejoras técnicas que incrementen dicho potencial.

A través de este proceso se logra recuperar espacios dentro de la empresa que estaban destinados al almacenamiento de la viruta y a su vez se evitan los procesos de venta de la misma lográndose beneficios económicos.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Descripción general del proceso de fabricación de tuberías en la planta

El proceso de fabricación de tuberías de cobre comienza con la recepción de la materia prima, en Metales Extruidos, C.A se recibe en tres formas: cátodos de cobre, chatarra de cobre y residuos internos, esta última son desechos generados en la empresa por los diferentes procesos que se llevan a cabo y son almacenados para su posterior uso. Los cátodos de cobre son un producto de importación, es un material que tiene un 99.99% de pureza de cobre lo que quiere decir que su utilización en la empresa genera muchos beneficios. La chatarra de cobre la conforman residuos de otras empresas que también usan cobre en sus procesos y otros desechos como cables telefónicos, cables de alta tensión, etc.



La materia prima es llevada al área de fundición donde se realizan los procesos de la fundición y colada del cobre, ésta pasa por los hornos de fundición y luego se traslada a los hornos de colada, en éste último se obtienen los lingotes de cobre, luego estos lingotes se cortan con una sierra y se disponen en medidas de cuarenta (40) centímetros, a lo largo aproximadamente. Son almacenados en paletas y se llevan al área de extrusión donde se examina el color y la textura del lingote de cobre para su posterior uso. Estos lingotes se introducen en dos (2) prensas de extrusión con capacidades de 2150 y 1800 toneladas, respectivamente, en estas maquinas se extruyen los lingotes resultando como producto final tuberías de cobre; se realiza un análisis del acabado superficial de los tubos de cobre y se introducen en los bancos de trefilado, en este paso se reduce el diámetro del tubo mediante el proceso de estirado del mismo; luego de terminado este proceso, se introducen los tubos en unas máquinas enrolladoras, que continúan con la reducción del diámetro de los tubos.

Como ultima parte del proceso, las tuberías se llevan al departamento de almacenamiento de productos terminados, previo a un control de calidad. En la figura 2.1, se muestra un esquema de las etapas del proceso llevado a cabo en la empresa.

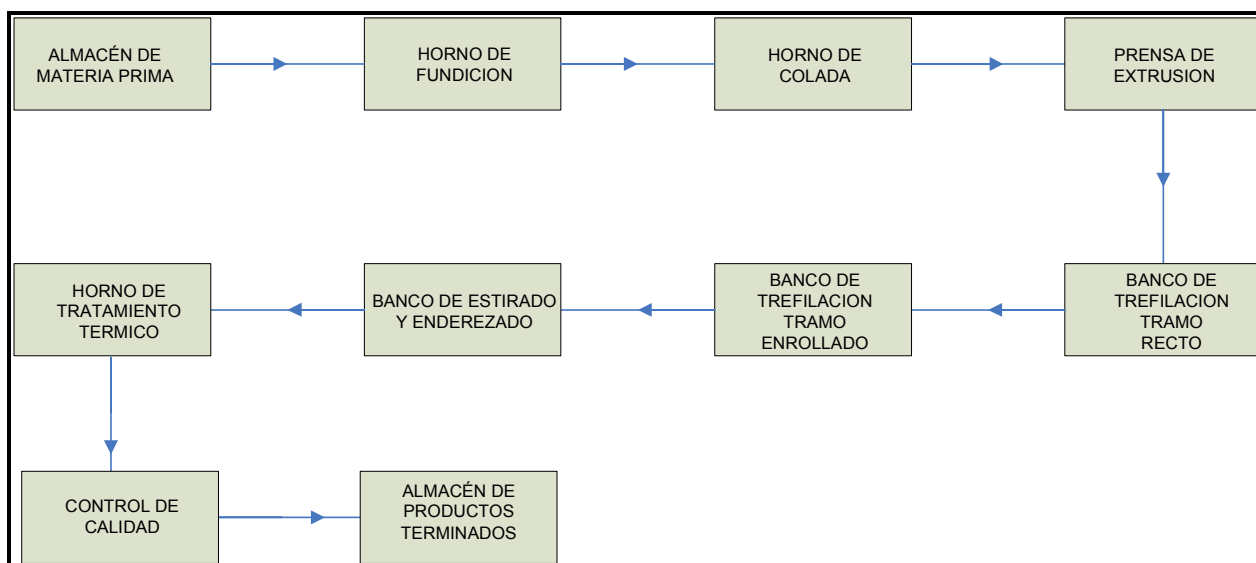


Figura 2.1 Flujo grama de etapas del proceso. Fuente: Propia



2.2.1.1 Productos elaborados

En Metales Extruidos C.A, se producen una amplia gama de tuberías de cobre para aplicaciones diversas. A continuación se muestran algunos de los más importantes:

- Tubería para Gas y Refinación tipo ACR. (Tubo de cobre, aleación C 12200, temple blando, uso refrigeración industrial y domestica)
- Tubería de cobre especial.
- Tubería para centrales azucareras, industria química e industrial en general.
- Tubería para sistemas de distribución de gas natural y gas licuado de petróleo.
- Tubería tipo K, L y M. (Uso en calefacción, plomería en general, oxígeno, gas, combustible y refrigeración)
- Tubería especial tipo INOS. (Instituto Nacional de Obras Sanitarias)

Todos estos tipos de tubería son de tipo sin costura y la diferencia básica radica en el espesor de pared del tubo y su composición. Estas tuberías se pueden encontrar en diámetros que varían entre 1/4" y 4", (0,0064 m y 0,1016 m).

A continuación se muestra en la tabla 2.1 los diferentes tipos de tuberías fabricadas en la empresa, que proporciona la información necesaria para su selección.



TABLA 2.1 Ejemplo del tipo de tubería fabricado.

Tipo	Diámetro Nominal PULG	Diámetro Exterior PULG	Diámetro Exterior MM	Espesor Pared PULG	Espesor Pared MM	Peso Kg/m	Presión/Trabajo
K	1/4	3/8	9,52	0.035	0.89	0.216	1595
K	3/8	1/2	12,70	0.049	1.24	0.4	1745
K	1/2	5/8	15,87	0.049	1.24	0.512	1375
K	5/8	3/4	19,05	0.049	1.24	0.622	1135
K	3/4	7/8	22,22	0.065	1.65	0.954	1315
K	1	1 1/8	28,57	0.065	1.65	1.249	1010
K	1 1/4	1 3/8	34,92	0.065	1.65	1.548	820
K	1 1/2	1 5/8	41,27	0.072	1.83	2.024	765
K	2	2 1/8	53,97	0.083	2.11	3.066	665
K	2 1/2	2 5/8	66,67	0.08	2.03	3.691	520
K	3	3 1/8	79,37	0.09	2.29	4.956	490
K	3 1/2	3 5/8	92,07	0.1	2.54	6.384	470
K	4	4 1/8	104,7	0.134	3.4	9.688	

Fuente: Metales Extruidos, C.A



2.2.2 Aspersores¹

Un aspersor es un dispositivo mecánico que en la mayoría de los casos toma un flujo líquido presurizado y lo transforma en rocío.

Los recientes avances en la tecnología de las boquillas de aspersión han mejorado considerablemente las aplicaciones en el pre-tratamiento de metales.

2.2.2.1 Factores que influyen en las boquillas de aspersión²

La siguiente información se refiere a la mayoría de las aplicaciones de aspersión. Sin embargo, dado que hay muchos tipos y tamaños de boquillas de aspersión, los efectos pueden variar en cada aplicación específica.

- **Viscosidad:** La viscosidad absoluta (dinámica) es la resistencia de un líquido al cambio de forma o de situación de sus partículas cuando el líquido se mueve. La viscosidad del líquido es un factor primario que afecta a la formación del modelo de aspersión y, en menor grado, a la capacidad. Los líquidos de alta viscosidad requieren una presión mínima más alta para la formación de un modelo de aspersión y dan ángulos de aspersión más estrechos si los comparamos a los de agua. Los efectos generales de una viscosidad distinta de la del agua se indican a continuación.
- **Temperatura:** A pesar de que los cambios de temperatura del líquido no afectan al funcionamiento de aspersión de una boquilla a menudo afectan a la viscosidad, tensión superficial y densidad que si afectan el funcionamiento de la boquilla de aspersión.
- **Tensión Superficial:** La superficie de un líquido tiende a asumir el tamaño más pequeño posible, actuando, en este sentido, como una membrana bajo tensión. Cualquier porción de la superficie líquida ejerce una tensión sobre las porciones adyacentes o sobre otros objetos con los cuales esté en contacto. Esta fuerza, está en el plano de la superficie y se mide en unidades de fuerza por unidad de longitud. Su valor para el agua es aproximadamente de 58 dinas por

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Aspersor>

² <http://spray.com.mx/catalogs/metal.asp.htm>



cm a 70° F (21° C). La tensión superficial afecta principalmente a la presión mínima de funcionamiento, al ángulo de pulverización y al tamaño de la gota. La tensión superficial afecta más a las presiones más bajas de funcionamiento. Una tensión superficial baja, permite el funcionamiento de una boquilla a una presión más baja. En la tabla 2.2, se muestra los diferentes factores que influyen en la aspersión.

Tabla 2.2 Factores que influyen en la aspersión

	Aumento de la presión	Aumento de la gravedad específica	Aumento en la viscosidad	Aumento en la temperatura	Aumento en la tensión superficial
Patrón	Mejora	Sin importancia	Se deteriora	Mejora	Sin importancia
Capacidad	Aumenta	Decrece	*	**	Sin efecto
Ángulo	Aumenta luego decrece	Sin importancia	Decrece	Aumenta	Decrece
Tamaño de gota	Decrece	Sin importancia	Aumenta	Decrece	Aumenta
Velocidad	Aumenta	Decrece	Decrece	Aumenta	Sin importancia
Impacto	Aumenta	Sin importancia	Decrece	Aumenta	Sin importancia
Desgaste	Aumenta	Sin importancia	Decrece	**	Sin efecto

*Para cono lleno y cono hueco aumenta, para aspersión plana disminuye

** Depende del líquido que se esté asperjando y de la boquilla

Fuente: http://www.cleantool.org/es/teilereinigung_prozesse_prozess_06.php

- **Ángulo y cobertura de aspersión:** Los líquidos que son más viscosos que el agua forman ángulos de aspersión relativamente más pequeños (o incluso un chorro sólido) dependiendo de la viscosidad, de la capacidad de la boquilla y de la presión de aspersión. Los líquidos con tensión superficial más baja que el agua producirán ángulos de aspersión relativamente más anchos que aquellos que figuran en la lista para agua. En la figura 2.2, se observa el ángulo, distancia y cobertura de aspersión.

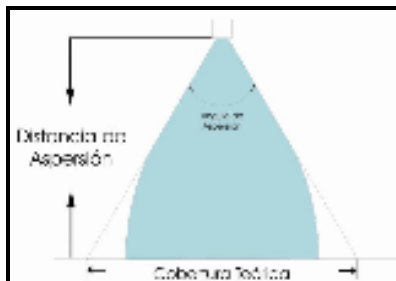


Figura 2.2 Ángulo de aspersión. Fuente: <http://www.cleantool.org>



- **Densidad:** La densidad es la relación entre las masas de un volumen dado de un líquido con respecto a la masa del mismo volumen del agua. En la pulverización, la densidad de un líquido (que no sea agua) afecta principalmente a la capacidad de la boquilla de pulverización. Dado que los valores que figuran aquí se refieren a agua pulverizada, se puede aplicar un factor de conversión para determinar la capacidad de la boquilla cuando se usa un líquido que no sea agua.
- **Desgaste de las boquillas:** El desgaste de la boquilla está caracterizado por un aumento de la capacidad de la boquilla, seguido por un deterioro general del modelo de pulverización. Las boquillas de pulverización plana en abanico con orificios elípticos experimentan un estrechamiento del chorro. En algunos modelos de aspersores la pulverización se deforma dentro de los mismos, sin que cambie sustancialmente el área de cobertura. El aumento en la capacidad de la boquilla puede en algunas ocasiones ser reconocido porque baja la presión del sistema, particularmente cuando se utilizan bombas volumétricas.

2.2.2.2 Limpieza por aspersión (Lavado químico).³

La limpieza por aspersión es un método de amplia implantación debido a su efectividad, versatilidad y bajo coste del equipamiento. Esta limpieza consiste en proyectar un flujo elevado de la solución de limpieza sobre la pieza a relativamente baja presión.

La limpieza por aspersión se realiza mediante el bombeo de la solución de limpieza desde un depósito a través de un sistema de conducción, proyectando mediante boquillas de aspersión dicha solución sobre la superficie sucia. La presión de trabajo puede variar desde magnitudes tan bajas como 14 kPa (2 psi) hasta otras tan elevadas como 13800 kPa (2000 psi). En general, cuanto más alta es la presión de aspersión, mayores son las fuerzas mecánicas que actúan sobre la superficie metálica para eliminar la suciedad. Estos efectos mecánicos son especialmente importantes para la eliminación de partículas insolubles como polvo, pequeñas partículas metálicas, o carbonilla. Las lavadoras por aspersión generalmente están diseñadas a medida para el cliente. Entre los factores que influyen en el diseño individual de la maquinaria, destacan el tamaño y geometría de la pieza a limpiar, la cantidad de piezas a limpiar, el tiempo necesario para

³ <http://www.cleantool.org>



la limpieza y el enjuague, así como los procesos posteriores a los que se someterá la pieza. Las lavadoras pueden soportar cargas en lotes o bien paso de piezas en continuo (en forma de túnel).

Los agentes de limpieza por aspersión se preparan con surfactantes de baja espuma de manera que se minimice la formación de la misma, incluso en condiciones de aspersión a alta presión. Durante los últimos años, los surfactantes de baja espuma diseñados para la limpieza por aspersión han alcanzado una calidad de limpieza comparable a la de los surfactantes utilizados para la limpieza por inmersión. Como agentes de limpieza también se utilizan emulsiones (disolvente + agua).

2.2.3 Matriz de selección⁴

Es un gráfico de filas y columnas que permite priorizar alternativas de solución, en función de la ponderación de criterios que afectan a dichas alternativas.

Uso

- Cuando se requiere tomar decisiones más objetivas.
- Cuando se requiere tomar decisiones con base a criterios múltiples.

Otros nombre

- Matriz de priorización

Procedimiento

1. Definir las alternativas que van a ser jerarquizadas
2. Definir los criterios de evaluación
3. Definir el peso de cada uno de los criterios
4. Construir la matriz
5. Definir la escala de cada criterio
6. Valorar cada alternativa con cada criterio (usando la escala definida anteriormente)
7. Multiplicar el valor obtenido en el lado izquierdo de las casillas, por el peso de cada criterio y anotar a la derecha de cada casilla

⁴ <http://ces.unicauca.edu.co>



8. Sumar todas las casillas del lado derecho y anotar el resultado en la casilla Total
9. Ordenar las alternativas de mayor a menor

2.2.4 Transferencia de calor en proceso transitorio⁵

En física, la transferencia de calor es el paso de energía térmica desde un cuerpo más caliente a otro más frío, como resultado de la ley cero de la termodinámica. Cuando existe una diferencia de temperatura entre dos objetos en proximidad uno del otro, la transferencia de calor no puede ser detenida; solo puede hacerse más lenta.

2.2.4.1 Mecanismos de transmisión⁶

La transferencia de calor clásica ocurre solamente a través de los procesos de conducción, convección, radiación o cualquier combinación de ellos. La transferencia de calor asociada al cambio de fase de una sustancia a veces se considera como un tipo de convección.

Sirve para ayudar a comprender y controlar el flujo de calor a través de los aislamientos térmicos, intercambiadores de calor, y otros dispositivos.

2.2.4.2 Calor⁶

Transferencia de energía térmica (de energía y entropía). Ocurre siempre desde un material caliente a uno más frío. La transferencia de calor puede cambiar la energía interna de los materiales.

2.2.4.3 Energía interna⁷

La energía que poseen todas las moléculas y electrones de los que están compuestos los materiales por el hecho de estar vibrando continuamente (excepto en el caso de que estos se encontrasen en el cero absoluto y, entonces, estarían totalmente inmóviles).

⁵ <http://es.wikipedia.org>

⁶ Kern, D. (1965). Procesos de transferencia de calor

⁷ Incropera, D. (2000). Fundamentos de transferencia de calor



2.2.4.4 Conducción⁷

Transferencia de calor por difusión o vibración de los electrones. La conducción es la transferencia de calor desde una región de alta temperatura a una región de temperatura más baja a través de comunicación molecular directa, en el interior de un medio o entre medios en contacto físico directo, sin flujo del medio material. La transferencia de energía puede ser, en primera instancia, por impacto elástico como en un fluido; por difusión libre de electrones como predomina en los materiales, o vibraciones de electrones como predomina en los aisladores. En otras palabras, el calor es transferido por conducción cuando átomos adyacentes vibran unos contra otros, o cuando los electrones se mueven de un átomo a otro. La conducción es mayor en sólidos, cuando los átomos están en contacto constante. En líquidos (excepto cuando son líquidos metálicos) y gases, las moléculas están aleatoriamente separadas, dándole una menor oportunidad a estas para chocar y transferir la energía térmica. La conducción del calor es directamente análoga a la difusión de partículas en un fluido, en la situación en la que no hay fluido. Este tipo de difusión de calor difiere de la difusión de masa, en comportamiento solamente, ya que puede ocurrir en sólidos, mientras que la difusión de masa se limita solo a los líquidos.

Los metales como el cobre son usualmente los mejores conductores de energía térmica. Esto es debido a la manera como los metales están enlazados químicamente: Los enlaces metálicos (a diferencia del enlace covalente o del enlace iónico) tienen electrones en movimiento libre y forman una estructura cristalina, ayudando, en gran medida, a la transferencia de energía térmica.

Los fluidos líquidos (excepto los metales líquidos y gases) no son típicamente buenos conductores. Esto es debido a la gran distancia entre átomos en los gases: a menores colisiones de átomos hay menos conducción. A medida que la densidad disminuye, así también la conducción. La conductividad de los gases aumenta con la temperatura, pero, solo levemente a presiones cercanas o por encima de la atmosférica. La conducción no aparece del todo en vacío perfecto.

Para cuantificar la facilidad con la cual un medio en particular conduce el calor, se emplea la conductividad térmica, conocida también como constante de conductividad o coeficiente de conducción, k . Se define k como "la cantidad de calor, Q , transferida en un tiempo t , a través de

⁷ Incropera, D. (2000). Fundamentos de transferencia de calor



una longitud L , en una dirección perpendicular a una superficie de área A , debido a una diferencia de temperatura ΔT , la conductividad térmica es una propiedad de los materiales que es primordialmente dependiente de la fase del medio, la temperatura, la densidad y la interacción molecular.

2.2.4.5 Convección⁸

Transferencia de calor por conducción en un medio en movimiento, como un fluido. La convección es la combinación de conducción y transferencia de energía térmica a través de fluidos en movimiento o el movimiento de grupos de partículas calientes hacia áreas más frías en un medio material. A diferencia de conducción pura, ahora, fluido en movimiento está adicionalmente envuelto en la convección. Este movimiento ocurre en fluidos o en el interior de ellos, pero no en sólidos porque en estos, las partículas mantienen su posición relativa hasta tal punto que no se permite el movimiento o el flujo en masa de las mismas, y por lo tanto la conexión no puede ocurrir.

La convección sucede de dos formas: convección natural y convección forzada.

- En la convección natural, el fluido circula alrededor de una fuente de calor, se vuelve menos denso y se eleva. Entonces en los alrededores, el fluido más frío se mueve para remplazarlo. Este fluido frío es entonces calentado y el proceso continúa, formando la convección. La fuerza impulsora de la convección natural es la flotabilidad, como resultado de las diferencias en la densidad del fluido cuando la gravedad o cualquier otro tipo de aceleración está presente en el sistema.
- La convección forzada, en contraste, ocurre cuando bombas, ventiladores u otros mecanismos son usados para impulsar el fluido y crear una convección artificialmente inducida. La transferencia de calor por convección forzada se denomina a veces advección de calor, o a veces solo advección para simplificar. Pero la advección es un proceso más general, y en la advección de calor, la sustancia que está siendo "adveccionada" en el campo del fluido es simplemente calor (en vez de masa, la cual es el otro componente natural en dichas

⁸ Cornwell, K. (1981). Transferencia de calor



situaciones; la transferencia de masa y la transferencia de calor comparten generalmente las mismas ecuaciones).

En algunos sistemas de transferencia de calor, tanto la convección forzada como la natural contribuyen significativamente al índice de transferencia de calor.

Para calcular el índice de convección entre un objeto y su entorno líquido, se emplea el coeficiente convectivo de transferencia de calor, h . A diferencia de la conductividad térmica, el coeficiente convectivo no es una propiedad del material. El coeficiente convectivo depende de la geometría, fluido, temperatura, velocidad y otras características del sistema en el cual la convección ocurre. Por lo tanto, el coeficiente convectivo debe ser derivado o encontrado experimentalmente para cada sistema analizado.

2.2.4.6 Radiación⁸

Transferencia de calor por radiación electromagnética o, equivalentemente, por fotones. La radiación es la transferencia de calor a través de la radiación electromagnética. Fríos o calientes, todos los objetos emiten radiación a un índice igual a su emisividad, multiplicada por la radiación que emitiría si fuera un cuerpo negro. Para que la radiación ocurra no se necesita ningún medio; la radiación incluso ocurre en vacío perfecto. La radiación del Sol viaja a través del vacío del espacio antes de calentar la tierra. Además, la única forma que la energía deje la tierra es que sea emitida a través de radiación hacia el espacio.

Tanto la reflectividad como la emisividad de los cuerpos, dependen de la longitud de onda. La temperatura determina la longitud de onda y la distribución de la radiación electromagnética está limitada de acuerdo con la ley de Planck sobre la radiación de un cuerpo negro. Para cualquier cuerpo, la reflectividad depende de la distribución de longitud de onda para la radiación electromagnética entrante, y por ello de la temperatura de la fuente de radiación. Por otro lado, la emisividad depende de la longitud de onda y por lo tanto, de la temperatura del cuerpo mismo.

⁸ Cornwell, K. (1981). Transferencia de calor



Los gases absorben y emiten energía en diferentes longitudes de onda, formando patrones característicos para cada gas.

La luz visible es simplemente otra forma de radiación electromagnética con una longitud de onda corta (y una alta frecuencia) que emite radiación. La diferencia entre la luz visible y la radiación de objetos a temperaturas convencionales es pequeña, se podría decir por lo tanto que hay diferentes "colores" de radiación electromagnética.

2.2.5 Calentamiento infrarrojo⁹

El calentamiento infrarrojo, por sus características puede ser aplicada individualmente y en varios campos de la industria. Principalmente es aplicado en la industria plástica, química, gráfica, metálica, maderera, papelería, textil, automovilística y de víveres.

Como su aplicación es por procesos modulares, ofrece un gran potencial para optimizar los procesos de calentamiento, junto con la optimizada técnica de regulación y de mando, mejora decisivamente la calidad de fabricación. Ofrece la posibilidad de adaptar los perfiles de temperatura a los requerimientos del cliente.

Por la utilización apropiada de la energía, ofrece un rendimiento elevado, con un modo de construcción muy compacto, zonas de calentamiento regulable individualmente y transmisión de calor sin contacto directo. Ver la figura 2.3, para una representación de la colocación de lámparas infrarrojas.

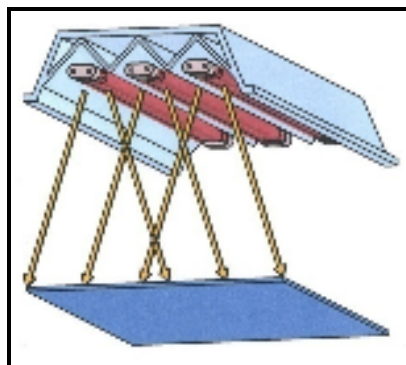


Figura 2.3 Calentamiento infrarrojo. Fuente: <http://srsystems.de>

⁹ <http://srsystems.de>



2.2.5.1 Longitud de onda en radiación⁹

Depende de la longitud de onda de la luz, los tipos de la RI (radiación infrarroja) varían desde ondas largas, medias y cortas hasta la luz infrarroja parecida al UV. En la figura 2.4 se puede observar la gama de ondas.

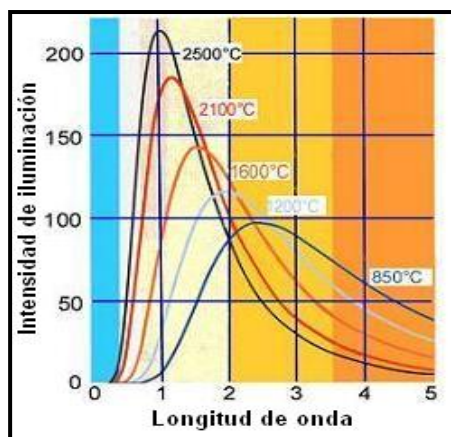


Figura 2.4 Gama de ondas. Fuente: <http://srsystems.de>

2.2.6 Secado por radiación infrarroja¹⁰

Los secadores infrarrojos solo difieren de los otros tipos de secadores en el modo de transferir el calor. Los principios de la transferencia de calor por radiación son discutidos en detalle en la mayoría de los libros sobre transferencia de calor y dan la información adecuada que puede hacer posible diseñar un secador infrarrojo. En la práctica rara vez se tiene suficiente información disponible, y como ocurre con otros tipos de secadores, son necesarias las pruebas de laboratorio para poder proyectar un secador infrarrojo. Los datos principales que se requieren son la intensidad de radiación y el tiempo de residencia necesario para lograr el resultado deseado. Todos los fabricantes de calentadores por radiación disponen de equipos experimentales, o también es posible montar una prueba sencilla en el propio laboratorio mediante unos pocos radiadores. Como los radiadores a usar en el equipo industrial pueden no ser del mismo tipo que los usados en el equipo de prueba, es necesario conocer el rendimiento de la conversión de la energía recibida en radiación infrarroja y el área efectiva de irradiación se expresa en términos de metros cuadrados por kilovatio de potencia de entrada.

⁹ <http://srsystems.de>

¹⁰ Nonhebel, G. y Terrizzano, M. (1979). El secado de sólidos en la industria química



Los factores considerados en los libros de texto comunes sobre transferencia de calor pueden usarse para estimar el efecto de una disposición diferente, pero es mucho más seguro construir el modelo de laboratorio lo mas similar que sea posible al secador final, de manera que el cambio de escala se restrinja al incremento de longitud del secador para alcanzar el tiempo de resistencia necesario para obtener una producción determinada

Ventajas:

- Tiempo breve de encendido: se llega al 100% del rendimiento térmico en 1-3 segundos tras el encendido (importante para la interrupción del flujo material)
- El 91% de la potencia eléctrica se transforma en energía infrarroja
- Solamente se pierde el 9% por conducción de calor y rayos en el seguimiento visible del spectrum
- Alta vida media con corriente de red
- Sin calentamiento del aire (por ondas cortas)
- Sin tiempo de precalentamiento ni costos de precalentamiento
- Robustos mecánicamente y térmicamente, por su cuarzo de alta calidad
- Regulables
- Rayos infrarrojos dirigibles en las versiones con reflectores de oxido de aluminio
- Calentamiento específico posible en equipamientos con 1- 300 kW / m²
- Emisores infrarrojos permiten por su tamaño reducido equipamientos compactos
- Diversas posibilidades con potencias de 20 – 250 W por cm de longitud de calentamiento
- Regulación de procesos de calentamiento en bandas automáticas

Uso:

- Calentamiento homogéneo del silicio en la industria de los semiconductores
- Secado de pinturas
- Secado de masillas
- Tratamiento con rayos infrarrojos en medicina
- Fijación de "Tóner" en fotocopadoras
- Fabricación de plaquetas



- Activación de pegamentos
- Control de materiales
- Calentamiento de comida en la gastronomía
- Endurecimiento de cementos
- Calentamiento de salas
- Deformaciones de folios de plásticos
- Formación de vidrio y sintéticos
- Evaporación de solventes (revelado de películas)
- Evaporación de agua en ambientes
- Regulación de humedad en la fabricación de papel

El secado por infrarrojos se produce mediante un foco emisor (lámpara), en forma de radiación de longitud de onda infrarroja, que penetra en las capas de la pieza y acelera el proceso de secado, por el incremento de la temperatura y por la evaporación de los disolventes contenidos, incluido el agua.

En este sistema por radiación, la temperatura de las capas interiores de la pieza es superior a la temperatura exterior del aire, favoreciendo el secado de dentro hacia fuera por radiación y convección. Los tiempos de secado obtenidos mediante secadores automáticos de infrarrojos, también llamados arcos o túneles de secado, oscilan entre los 5 y los 20 minutos, sin requerir un tiempo de subida ni de bajada de la temperatura del recinto. Para un secado de calidad se debe tener en cuenta la disposición de las lámparas, la forma de los reflectantes, los elementos de medida de la temperatura de la superficie y de la distancia pieza.

El consumo eléctrico y de combustible es inferior al de los hornos tradicionales, pero la inversión inicial es muy superior, por lo que hay que estudiar la relación inversión- rentabilidad, antes de adquirir alguno de estos equipos.



2.2.7 Trituración¹¹

La trituración es un proceso de reducción de materiales comprendido entre los tamaños de entrada de 1 metro a 1 centímetro (0,01m), diferenciándose en trituración primaria (de 1 m a 10 cm) y trituración secundaria (de 10 cm a 1 cm).

Todos los aparatos de trituración deben de disponer de mecanismos o técnicas para hacer frente a los problemas que son:

- Un sistema o técnica antidesgaste.
- Un sistema de regulación de la granulometría del producto.
- Un mecanismo anti-intriturables que garantice la integridad de la máquina.

Entre las trituradoras más usadas se encuentran las trituradoras de rodillo, están consisten en dos rodillos horizontales los cuales giran en direcciones opuestas. El eje de una de ellas está sujeto a un sistema de resortes que permite la ampliación de la apertura de descarga en caso de ingreso de partículas duras. La superficie de ambos rodillos está cubierta por forros cilíndricos de acero al manganeso, para evitar el excesivo desgaste localizado. La superficie puede ser lisa para trituración fina y corrugada o dentada para trituración gruesa. Ver la figura 2.5 para una representación de una trituradora de rodillos.

¹¹ <http://es.wikipedia.org>

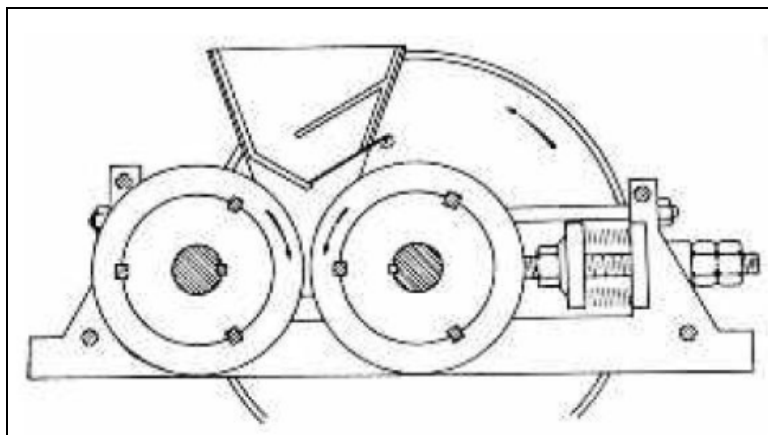


Figura 2.5. Trituradora de rodillos. Fuente: www.wikipedia.org

2.2.8 Cizalla¹²

Se denomina cizalla a una herramienta manual de corte que se utiliza para cortar papel, plástico y láminas metálicas de poco espesor. Es por tanto una herramienta muy usada en las imprentas y talleres mecánicos de chapistería. Cuando el grosor de la chapa a cortar es muy grueso se utilizan cizallas muy potentes que son activadas por un motor eléctrico.

La cizalla tiene el mismo principio de funcionamiento que una tijera normal, solamente que es más potente y segura en el corte que las tijeras. Se usa sobre todo en imprentas, para cortar láminas de papel, y en talleres mecánicos para cortar chapas metálicas que no sean muy gruesas o duras.

Existen varios tipos distintos de cizalla, entre los cuales se pueden destacar los siguientes:

- Esquiladora, utilizada para cortar prendas textiles. Se diferencian de las tijeras normales en que el corte que aplica es en zigzag en lugar de recto.
- Podadora, utilizada en jardinería para podar árboles y arbustos.
- Cizalla de metal, empleada para cortar hojalata o metales finos. Las hay de tres tipos en función del corte: recto, curvado hacia la izquierda o curvado hacia la derecha.

¹² <http://patentados.com>



2.2.9 Campo e importancia del desplazamiento de materiales¹³

El desplazamiento de material se ocupa de 5 elementos: movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio. El transporte consiste en movimiento de la forma más eficiente al tiempo más adecuado, hacia y desde el lugar correcto, en la cantidad requerida, con la máxima economía de espacio. El desplazamiento no añade valor agregado al producto al producto final, pero asegura una mayor eficiencia en el transporte de los materiales desde el lugar de suministro hasta el lugar de suministro hasta el lugar del procesamiento.

2.2.10 Ventajas del desplazamiento de materiales.¹³

- 1) Mejor utilización del operario, máquina y espacio de almacenamiento.
- 2) Mejores condiciones de trabajo y reducción de fatiga de los operadores.
- 3) Al mejorar la utilización de los operadores, las máquinas y las condiciones de trabajo, hay mayor productividad y reducción del ausentismo laboral.

2.2.11 Control Industrial¹⁴

El concepto de control es bastante amplio, abarcando desde un simple interruptor que controla el encendido de un bombillo o el grifo que regula el paso de agua en una tubería, hasta el más completo ordenador de proceso o el piloto automático de un avión.

Se podría definir como control, manipulación indirecta de las magnitudes de un sistema denominado planta a través de otro sistema llamado sistema de control.

2.2.12 Automatismo Cableados y Programables¹⁴

Una de las razones del éxito de autómatas programables frente a equipos de relés, o incluso frente a equipos contruidos a base de circuitos integrados, ha sido la posibilidad de realizar

¹³ Rachadel, F. y Gómez, E. (2008). Manejo de Materiales. Universidad de Carabobo.

¹⁴ Balcells, J y Romeral, J, Autómatas Programables. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. 1998. México.



funciones muy diversas con un mismo equipo (hardware estándar) y cambiando únicamente un programa (software).

Atendiendo a este criterio podemos clasificar los sistemas de control en dos grandes grupos:

- Sistemas cableados (pocos adaptables)
- Sistemas programables (muy adaptables)

Los primeros realizan una función de control fija, que depende de los componentes que lo forman y de la forma en que se han interconectado. Por tanto, la única forma de alterar la función de control es modificando sus componentes o la forma de interconectados.

Los sistemas programables, en cambio, pueden realizar distintas funciones de control sin alterar su configuración física, sino solo cambiando el programa de control.

Estas definiciones de autómatas programables deben matizarse algo más, puesto que, estrictamente hablando, cualquier equipo basado en un microprocesador es un principio programable, pero para ello se requiere personal altamente especializado y equipos de desarrollo de cierta complejidad. En definitiva, del atributo programable se beneficia en este caso el fabricante del equipo, para el cual supone que con un hardware estándar puede variar dentro de ciertos límites la función del equipo: pero normalmente no está en la mano del usuario el poder alterar sus funciones, por lo que para este último el equipo es de programa fijo o adaptado a media.

En el autómata, el atributo programable hay que interpretarlo como programable de usuario, con lo cual este obtiene los beneficios de un equipo multifunción con un hardware fijo. La base sigue siendo un equipo microprocesador, al cual se ha incorporado un programa interprete, capaz de alterar la función de transferencia salida/entrada en razón de un programa de usuario. En realidad, podríamos decir que esta es la característica más relevante que distingue al autómata programable de otros dispositivos o sistemas programables.



En la tabla 2.3, se resumen las características, ventajas e inconvenientes de los autómatas programables frente a los sistemas cableados.

Tabla 2.3 Comparación de sistemas cableados y sistemas programables.

CARACTERISTICAS	SISTEMA CABLEADO	AUTOMATA PROGRAMABLE
Flexibilidad de adaptación al proceso	Baja	Alta
Hardware estándar para distintas aplicaciones	No	Si
Posibilidades de ampliación	Bajas	Altas
Interconexión y cableado exterior	Mucho	Poco
Tiempo de desarrollo del proyecto	Largo	Corto
Posibilidades de modificación	Difícil	Fácil
Mantenimiento	Difícil	Fácil
Herramientas para prueba	No	Si
Stocks de mantenimiento	Medios	Bajos
Modificaciones sin parar el proceso (on line)	No	Si
Coste para pequeñas series	Alto	Bajo
Estructuración en bloques independientes	Difícil	Fácil



CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El objetivo principal de esta investigación es diseñar los elementos constitutivos para una línea de alimentación en un proceso de fundición de cobre, por lo tanto este estudio se enfoca en la naturaleza metodológica de tipo proyectiva porque consiste en la proposición de diferentes modelos o alternativas para solucionar un problema.

De igual manera, se puede catalogar como investigación descriptiva de campo, de acuerdo a lo siguiente:

Se entiende como investigación de campo al análisis sistemático de variable con el propósito de describirlos, explicar sus causas y efectos, entender su naturaleza y factores constituyentes o predecir su ocurrencia¹.

De acuerdo a este concepto, la primera parte de la investigación se dedico al diagnostico del funcionamiento del sistema de alimentación del horno de fundición actual y la determinación de las fallas que presenta, para la posterior interpretación y descripción de las mismas.

Así mismo se puede considerar como una investigación documental definida como:

El estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza con el apoyo principalmente en fuentes bibliográficas y documentales².

Ya que involucró el estudio de la esencia del problema y de las alternativas tecnológicas existentes, evaluando dicho estudio en función de los conocimientos obtenidos en la documentación

¹ UPEL, 1992, 5ta Edición

² UPEL, 1992, 7ma edición



Igualmente se puede considerar de tipo proyecto factible, que se define como:

El proyecto factible consiste en la elaboración de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico para satisfacer las necesidades de una institución o grupo social².

3.2. METODOLOGÍA DEL DISEÑO³.

La metodología del diseño, es un procedimiento que se utiliza principalmente para resolver problemas de diseño mecánico en ingeniería, por lo que será utilizada esta técnica para solucionar el problema planteado. Esta metodología del diseño consta de cinco etapas que son las siguientes:

3.2.1 Etapa 1, formulación del problema: todo problema de diseño comienza con la consideración de una situación donde se presume que existen necesidades humanas insatisfechas. La formulación de un problema de diseño mecánico es una descripción generalizada de su solución. La formulación crea un universo de soluciones permitidas o deseadas, demarcando el espacio donde deben buscarse las respuestas al problema en estudio.

3.2.2 Etapa 2, especificación del sistema a diseñar: la información que constituye la formulación del problema, resulta, sin embargo, insuficiente para emprender la búsqueda de soluciones. Se hace necesario, por esta razón, definir el sistema a diseñar de una manera más precisa. Objetivo que se logra al establecer las llamadas especificaciones de diseño.

3.2.3 Etapa 3, búsqueda de soluciones: las etapas de formulación del problema y especificaciones del sistema a diseñar tiene por finalidad describir de modo general la solución del problema. Posteriormente se deben idear sistemas que satisfagan esa descripción. Para lograr la eficiencia en la etapa de búsqueda de soluciones conviene seguir los siguientes lineamientos:

- i. Fijar un número mínimo de soluciones para el problema que se intenta resolver. Proceder de este modo, contribuye a aumentar las posibilidades de encontrar soluciones novedosas

² UPEL, 1992, 7ma. Edición

³ Vilchez Nelson. (2005). Estrategias creativas para el diseño en ingeniería. Universidad de Carabobo.



- ii. Actuar con el propósito deliberado y sistemático de aplicar las soluciones con aspectos novedosos y originales.
- iii. Postergar la evaluación de las soluciones hasta la etapa de la toma de decisiones.
- iv. Toda la información obtenida antes o durante la búsqueda, debe ser siempre utilizada para producir más soluciones, nunca para eliminar las ya concebidas.
- v. Se emplean los recursos heurísticos, tales como: la analogía, la inversión, la empatía, múltiples principios físicos, la disminución de dificultad y la fantasía como recursos a la disposición del diseñador.

3.2.4 Etapa 4, selección de la mejor solución o toma de decisión: esta etapa consta a su vez de tres subetapas, que se describen a continuación:

- i. Se describen todas las probables soluciones generadas durante la etapa de búsqueda. El diseñador debe efectuar un análisis de las posibles soluciones con el propósito de comprenderlas mejor, captar sus ventajas y desventajas, e incluso hacer modificaciones si lo considera necesario.
- ii. Se aplican las restricciones a todas las probables soluciones, tomando en cuenta las siguientes premisas: las restricciones permiten eliminar probables soluciones, sin necesidad de compararlas entre sí; y para que una probable solución se convierta en la solución ideal, es necesario que cumpla con todas las restricciones del problema.
- iii. Ponderación de soluciones de acuerdo a cada criterio y ponderación final de soluciones: en esta etapa se comparan cada una de las soluciones entre sí, comparándola con los criterios primeramente y luego con las restricciones; aquí se obtiene la ponderación final de cada solución y aquella que obtenga el mejor puntaje, es la solución definitiva.

3.2.5 Etapa 5, especificaciones del sistema seleccionado: en esta última etapa el diseñador realiza comprobaciones cualitativas y cuantitativas utilizando métodos experimentales, modelos matemáticos o cualquier herramienta que este a su alcance. Se prepara además, informes técnicos donde se incluyen explicaciones detalladas acerca del funcionamiento del sistema diseñado, cálculos, planos, etc. Es decir se detallan todas las características del sistema diseñado.



3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación se define para trazar una estrategia o actividades a seguir para lograr cada uno de los objetivos en estudio por separado y luego llegar a una serie de conclusiones factibles para la solución de un problema planteado. En este estudio no se realiza manipulación de variables, porque se necesita realizar el diseño basándose en hechos reales de la planta, entonces la investigación se reduce a un diseño de tipo campo, que se desglosará en las siguientes fases:

Fase 1.- Recopilar información

Búsqueda de información sobre el proceso existente: comprensión de los equipos con los manuales y planos de cada uno, espacio físico disponible, tiempo de proceso de fundición, características principales del producto que sale de los hornos, además de antecedentes sobre trabajos de diseño de líneas de alimentación que sirvan como soporte a esta investigación.

Fase 2.- Caracterización de los cátodos de cobre y chatarra.

Esta fase sirve para definir la cantidad de distintas dimensiones existentes en los cátodos y chatarra de cobre en el proceso, para su posterior análisis.

Fase 3.- Recolección de datos.

Realizar entrevistas no estructuradas con los expertos y fuentes directas como publicaciones especializadas, para conocer el proceso de fundición tal y como se realiza actualmente y poder hacer comparaciones. Por último, proceder a tomar los datos de campo.



Fase 4.- Plantear alternativas de diseño para la extracción de desechos de la chatarra de cobre.

Con la ayuda de la bibliografía se plantearán diferentes alternativas de solución para los problemas que se presentan en las principales zonas de la línea de alimentación, tales como el tamaño y el tipo de desechos de la chatarra y medios de reducción.

Fase 5.- Plantear alternativas de diseño para el transporte y ajuste de dimensiones de la chatarra y cátodos de cobre.

Con la ayuda de la bibliografía se plantearán diferentes alternativas de solución para los problemas que se presentan en las principales zonas de la línea de transporten, tales como el tamaño de los cátodos y de la chatarra.

Fase 6.- Seleccionar alternativas de diseño para la extracción de desechos de la chatarra de cobre.

Evaluación de las distintas alternativas de solución, por medio de un cuadro comparativo de toda la información considerada, como ventajas y desventajas para llevar a cabo cada alternativa propuesta.

Fase 7.- Seleccionar alternativas de diseño para el transporte y ajuste de dimensiones de la chatarra y cátodos de cobre.

Evaluación de las distintas alternativas de solución, por medio de un cuadro comparativo de toda la información considerada, como ventajas y desventajas para llevar a cabo cada alternativa propuesta. Con apoyo de la bibliografía y en las caracterizaciones de la fase 2, se diseña una alternativa para solucionar el problema del transporte y la diversidad de chatarra y cátodos de cobre existente actualmente.



Fase 8.- Evaluar factibilidad económica del diseño de la línea de alimentación del proceso de fundición de cobre.

Con fundamentación en modelos matemáticos y buscando la mejor relación costo beneficio del diseño de la línea de alimentación, se evalúa la factibilidad económica para la empresa.

Fase 9.- Evaluar factibilidad técnica del diseño de la línea de alimentación del proceso de fundición de cobre.

En esta etapa se realiza un inventario de todos elementos que constituyen la línea de alimentación a diseñar, para asegurar que estos elementos se consigan en el mercado nacional al menor costo posible.

Fase 10.- Realizar las conclusiones y recomendaciones.

En esta etapa se realizan las conclusiones de la investigación, así como también las recomendaciones necesarias para las mejoras del proceso de automatizar la alimentación de los hornos rotativos para el proceso de fundición de cobre.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Los instrumentos que se emplearán para el desarrollo de la presente investigación son equipos para la obtención de datos, y son:

- i. Computador: es un equipo electrónico que se empleará para ordenar, clasificar, organizar, procesar, y estructurar la información recopilada durante la investigación.
- ii. Cinta métrica: es un patrón de referencia para comparar distancias y realizar las mediciones de longitud necesarias.
- iii. Cronómetro: reloj de precisión, instrumento utilizado para determinar tiempos de inicio y final de procesos.
- iv. Balanza: instrumento que sirve para determinar el peso de cuerpos.



Las técnicas utilizadas para la recolección de datos son aquellas que tienen que ver con la manera cómo se van a recopilar los datos, y se utilizarán las siguientes:

- i. Técnica de observación: consiste en la recolección de datos, mediante el examen visual y anotaciones del fenómeno en estudio, seleccionando, organizando y relacionando datos. Ésta se utilizará en la presente investigación para estudiar la operación, conocer el proceso y el funcionamiento del sistema a través de la observación directa del mismo proceso y de otros similares.
- ii. Técnica de investigación bibliográfica: se basa en obtener, consultar y recopilar datos para el estudio, seleccionando los aspectos más relevantes; se empleará para recaudar información en textos permitiendo captar datos sobre el manejo y funcionamiento de transportadores y el diseño y selección de sus componentes.
- iii. Técnica de recolección de datos: consiste en investigaciones preliminares, planteamiento de la investigación y organización de la fuente de datos, es decir, en esta técnica se ordenan y escogen datos del estudio para su análisis.
- iv. Técnica de entrevista no estructurada: son investigaciones no sistemáticas que permiten obtener la idea general del proyecto y de los aspectos más importantes, utilizando la entrevista informal con expertos y especialistas en procesos de alimentación de un horno de fundición.



CAPITULO IV

DESARROLLO

4.1. ANÁLISIS DE LAS DIMENSIONES Y PESOS DE LA MATERIA PRIMA.

Los cátodos y la chatarra de cobre son los elementos usados como materia prima dentro del proceso de fundición de cobre. Es de suma importancia conocer las dimensiones y pesos de la materia prima ya que es un factor fundamental al momento de realizar el diseño de la línea de alimentación.

4.1.1 Dimensión y peso de los cátodos de cobre.

Los cátodos de cobre son placas de cobre de alta pureza, reciben este nombre debido al proceso mediante el cual son producidos, estos procesos son los de electrorefinación y electroobtención. Estos son llamados también cátodos de cobre electrolíticos de alta pureza y tienen una concentración de 99,9% de cobre.

Para garantizar los parámetros necesarios de diseño en cuanto a la materia prima, fue necesario realizar una serie de mediciones de los cátodos de cobre, aunque su variación es muy poca se decidió realizarlas para tener un rango a la hora de dimensionar el sistema a diseñar, estas mediciones se realizaron a tres (3) grupos de cátodos escogidos al azar, y de estos grupos se escogieron cinco (5) de cada uno para así generar un muestreo aleatorio, A continuación se presenta en tabla 4.1, las dimensiones y pesos de los cátodos seleccionados.

Estos cátodos vienen en grupos de 30 láminas, enlazados mediante unas correas metálicas, el peso de estos paquetes es de 1350 a 1450 Kilogramos aproximadamente.



TABLA 4.1 Dimensiones y pesos de los cátodos de cobre.

Paquete	Cátodo	Dx(m)	Dy(m)	e(m)	P(Kg)
1	1	0,78	0,97	0,004	48,5
1	2	0,77	0,98	0,003	47,9
1	3	0,75	0,96	0,004	46,8
1	4	0,76	0,97	0,004	46,9
1	5	0,77	0,96	0,003	46,5
2	1	0,76	0,98	0,003	46,8
2	2	0,78	0,97	0,004	48,1
2	3	0,75	0,96	0,003	46,1
2	4	0,77	0,97	0,002	45,7
2	5	0,76	0,98	0,003	47,3
3	1	0,77	0,96	0,003	46,9
3	2	0,76	0,95	0,004	46,8
3	3	0,76	0,98	0,003	47,2
3	4	0,77	0,96	0,004	47,9
3	5	0,75	0,97	0,003	46,4
Valor Promedio		0,76	0,97	0,003	47,05
Valor Máximo		0,78	0,98	0,004	48,5
Valor Mínimo		0,75	0,95	0,002	45,7

Fuente: Propia

4.1.2 Dimensiones y pesos de la chatarra de cobre.

Para efectos del diseño y procesamiento de la materia prima fijamos el término de chatarra de cobre como el conjunto de los residuos generados en la empresa y los desechos adquiridos por la misma.

Los residuos internos son productos que provienen de cualquier proceso interno de la empresa, que no cumplen con las especificaciones necesarias de calidad y que son devueltos al



departamento de fundición para su posterior procesamiento. Estos residuos tienen una gran variedad de formas y tamaños, empezando por productos de la etapa de extrusión que genera tuberías de 4" de diámetro aproximadamente y de largo promedio de doce (12) metros en tramos rectos, luego al continuar con el proceso de trefilación se generan tramos rectos de treinta (30) metros de longitud y 3" de diámetro; el tercer paso del proceso genera tramos enrollados de diferentes diámetros de tubería y de rollos; al final se pueden obtener tramos rectos y enrollados como productos finales. Se incluyen, de igual manera, retazos de cualquier tipo de tubería, producto de cualquier corte de punta de la tubería.

Los residuos también provienen de la parte de trefilación de sólidos, estos son de perfil circular o rectangular y de largos promedio de seis (6) metros, de igual forma pueden ser retazos o tramos completos.

Es válido acotar que, en varios sitios estratégicos de la empresa, se cuenta con cizallas de corte para sólidos y tuberías que se han desechado como producto final, con el fin de recortarlos y hacerlos manipulables.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS DEL SISTEMA PARA LA SUSTRACCIÓN DE DESECHOS DE LA CHATARRA DE COBRE.

A continuación se muestra un estudio y explicación de las diferentes alternativas planteadas para lograr el diseño del sistema de sustracción de desechos de la chatarra de cobre, de igual manera en el siguiente punto se muestra un análisis mediante el cual se seleccionaron las alternativas para el diseño final.



4.2.1 Etapa 1: Sistema de sustracción de desechos de la chatarra de cobre

Alternativa 1.1: Sistema de lavado químico.

1. **Lavado químico:** su función es la de eliminar todos los residuos de lubricantes, tierra y demás contaminantes que puedan estar adheridos a la superficie de la materia prima. Este sistema consiste en la implementación de unos rociadores que actuarán directamente sobre la chatarra de cobre, estos rociadores estarán conectados a una red de tuberías y estas a una bomba encargada de impulsar el fluido de limpieza, ya sea agua o la mezcla de esta con algún producto químico que ayude a liberar todas las impurezas que contenga la chatarra de cobre.
2. **Horno de secado:** se utiliza para evaporar las partículas de agua que queden del lavado químico y así asegurar de que no se realicen explosiones dentro del horno rotativo de fundición. Esto consistirá en una cinta o rodillos transportadores que atravesará por el interior de un horno que deberá estar a una temperatura tal que sea capaz de eliminar las partículas de agua que queden en la superficie de la chatarra de cobre.
3. **Banda transportadora:** sirve para transportar toda la materia prima, la primera va desde su alimentación al sistema hasta pasar por el lavado químico y el horno de secado. La segunda dirige la materia prima a la trituradora y una tercera que se encarga de transportar la materia prima al horno de fundición (ver figura 4.1).

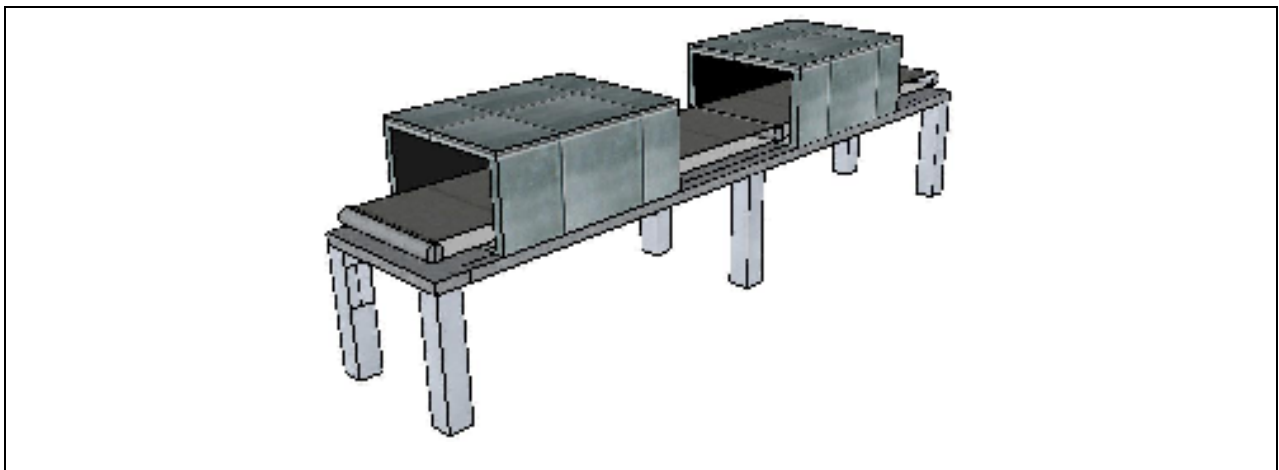


Figura 4.1. Diseño del sistema de lavado químico. Fuente: Propia.



Alternativa 1.2: Cilindro de extracción de desechos.

Cilindro de extracción de desechos: está compuesto por un cilindro con 30° de inclinación respecto a la horizontal, que gira y emite vibraciones; por su parte más alta, se alimenta la chatarra de cobre y por la parte más baja sale la misma, por toda su superficie tiene orificios que sirven para extraer del cilindro todos los desechos que libere la chatarra, descendiendo hacia un depósito de desechos. En toda la longitud del cilindro se encuentran unas aletas que sirven de guía para la chatarra en el giro del cilindro (Ver Figura 4.2).

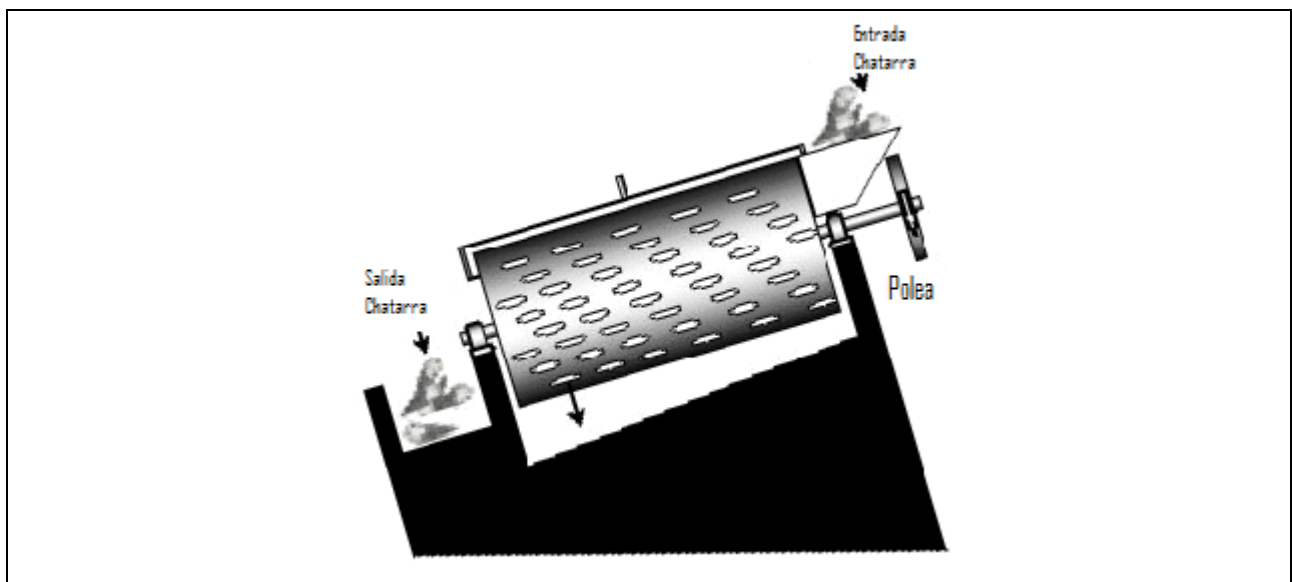


Figura 4.2 Diseño de cilindro de extracción de desechos. Fuente: Propia.

4.3 EVALUACIÓN DE LA MEJOR SOLUCIÓN DEL SISTEMA PARA LA SUSTRACCIÓN DE DESECHOS DE LA CHATARRA DE COBRE.

4.3.1 Construcción de la matriz de selección

La evaluación se realizará para seleccionar una alternativa por etapa. Para llevar a cabo esta evaluación se tomará como referencia la metodología de una matriz de selección:



1. Describir los aspectos (variables) a ser tomados en cuenta para la comparación.
 2. Asignar una escala de puntuación del 1 al 5, siendo el 1 la mejor puntuación.
 3. Asignar un porcentaje a cada aspecto según la importancia que tiene dentro de la investigación, la suma total debe dar 100%.
 4. Realizar la evaluación (fase 1).
 5. Multiplicar cada valor asignado por el porcentaje de la variable (fase 2).
 6. Realizar la sumatoria.
- Descripción de las variables para realizar la comparación:

Estas variables se escogieron según entrevistas con el personal de la planta para considerar y ponderar su importancia.

1. Costo de equipo: tiene que ver con el costo inicial que pueda tener el equipo, se realiza mediante un estimado de la inversión que se debe realizar para el diseño y costos de ensamblaje y construcción. El valor 5 sería el sistema más costoso.
2. Inventario: es la facilidad de conseguir y adquirir repuestos para el mantenimiento, reparación o ensamblaje inicial de la maquina. El valor 5 significaría el sistema que sea más difícil conseguir repuestos.
3. Costo de Repuestos: se refiere a los costos que puedan tener los repuestos cuando se efectúa el mantenimiento o reparación del sistema ya instalado. El valor 5 significa el más costoso.
4. Mantenimiento: en esta variable se evalúa si el sistema requiere de un mantenimiento muy seguido y costoso. El valor 5 significa el sistema que requiera mayor y más elevado mantenimiento.
5. Eficiencia: se refiere a la funcionalidad del equipo con respecto al uso que se le vaya a dar. El valor 1 sería el que mejor se adapte a las necesidades.
6. Tecnología: evalúa si el sistema está al día con la tecnología en el mercado. El valor de 5 sería el sistema menos actualizado tecnológicamente.



4.3.2 Desarrollo de la matriz de selección para la etapa número 1:

Tabla 4.2: Evaluación de la mejor solución del sistema de sustracción de desechos de la chatarra de cobre.

Variable	%	Fase 1		Fase 2	
		Alternativa 1.1	Alternativa 1.2	Alternativa 1.1	Alternativa 1.2
Costo de equipo	20	5	4	1,00	0,80
Inventario	20	3	3	0,60	0,60
Costo de Repuestos	20	4	3	0,80	0,60
Mantenimiento	20	3	3	0,60	0,60
Tecnología	10	1	5	0,10	0,50
Eficiencia	10	1	5	0,10	0,50
Sumatoria				3,20	3,60

Fuente: Propia.

La alternativa seleccionada es la número 1.1 que es el sistema de banda transportadora, lavado químico y horno de secado. Esto se debe principalmente por la eficiencia dentro del proceso, ya que la alternativa 1.2 no es viable por no eliminar la grasa de la materia prima.

4.4 DESCRIPCIÓN DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA DE TRANSPORTE Y AJUSTE DE DIMENSIONES DE LA CHATARRA Y CÁTODOS DE COBRE Y EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN AL HORNO ROTATIVO DE FUNDICIÓN.

Este punto se dividirá en dos etapas, la primera consiste en el manejo y preparación de la materia prima, la segunda etapa consistirá en la alimentación del horno rotativo de fundición. Se explicará detalladamente cada uno de los elementos que constituyen las dos etapas.



4.4.1 Etapa número 2: Sistema de manejo y preparación de la materia prima.

Para realizar la evaluación se plantearon dos alternativas, la primera comprende dos líneas de manejo y preparación de la materia prima; la segunda, solo una línea. Estas se diferencian básicamente en el tipo de material a procesar por línea; en el caso de la alternativa de dos líneas, se procesará por una la chatarra de cobre y por la otra los cátodos de cobre; mientras que, en la alternativa de una sola línea se procesara toda la materia prima por la misma línea.

Para cada una de las alternativas planteadas se explicará el sistema detallando sus elementos constitutivos y el orden en el que van a ser ensamblados.

- Alternativa 2.1: Sistema de manejo y preparación de la materia prima en dos líneas.

Como se observa en la figura 4.3 el sistema está constituido de los siguientes elementos:

- 1. Trituradora:** reduce toda la chatarra de cobre en pequeñas partes para facilitar el manejo de la misma hacia el horno de fundición. Esta trituradora será alimentada por una cinta o rodillos transportadores, y, saldrán de la misma, por medio un sistema similar.
- 2. Cizalla:** sirve para disminuir el tamaño de los cátodos de cobre en dos, tres o hasta cuatro veces más pequeños que el original, mediante el uso de una lámina filosa de corte impulsada hidráulica, eléctrica o neumáticamente.
- 3. Banda transportadora:** sirve para transportar toda la materia prima desde su alimentación al sistema hasta pasar por el lavado químico y el horno de secado.

La primera línea estará constituida por los primeros tres elementos descritos anteriormente y será destinada al procesamiento de la chatarra de cobre, mientras que la segunda línea sólo estará compuesta por el último elemento anteriormente descrito y será usado para el corte de los cátodos de cobre.

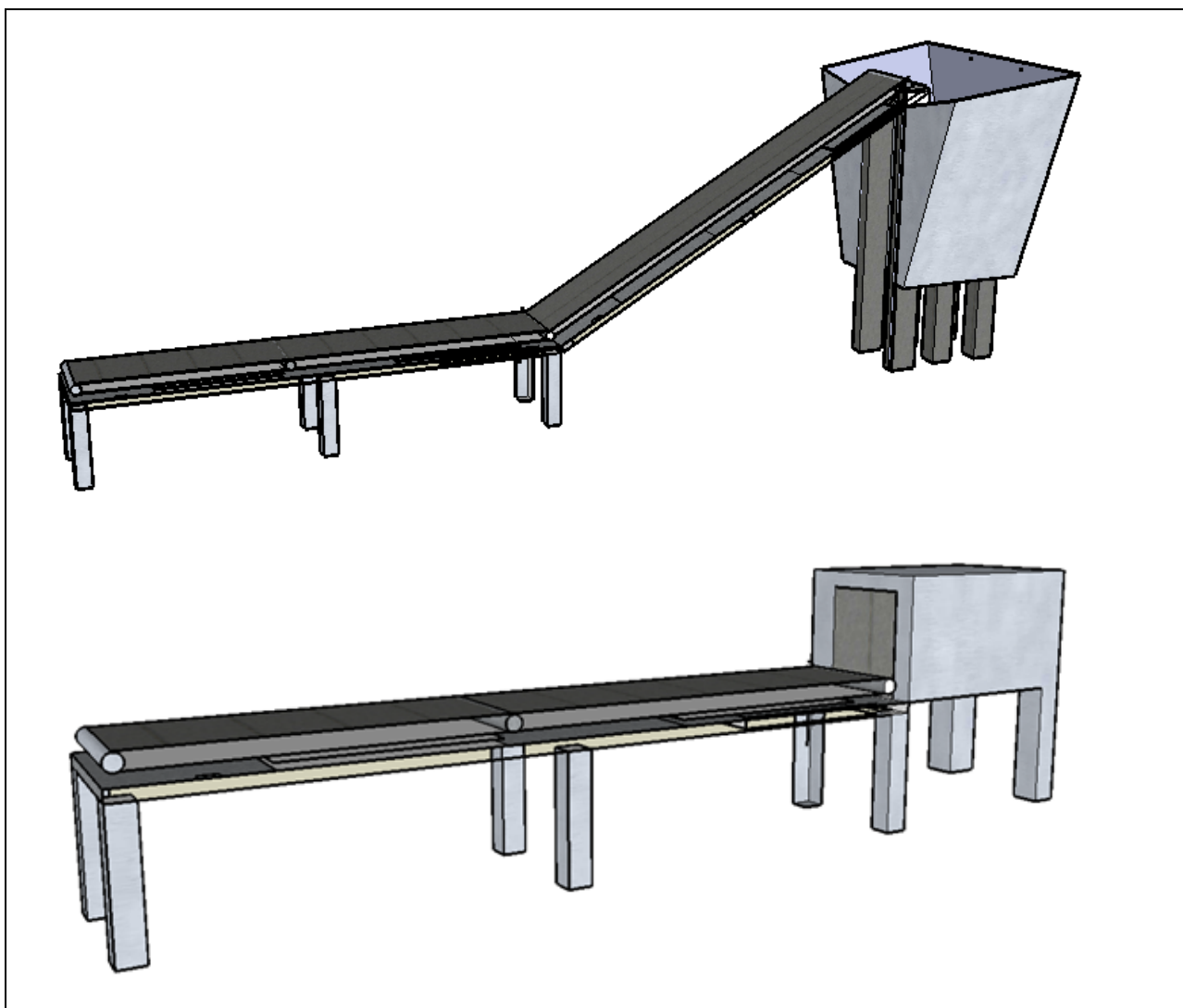


Figura 4.3 Esquema para la alternativa 2.1. Fuente: Propia.

- Alternativa 2.2: Sistema de manejo y preparación de la materia prima en una línea.

En la figura 4.4 se observa la alternativa número 2.2, a diferencia de la alternativa número 2.1 está constituida por una sola línea que no incluye la cizalla, porque la trituradora además de triturar la chatarra, también lo hará con los cátodos de cobre. Cada una de las máquinas utilizadas cumple la misma función explicada anteriormente pero, a la chatarra de cobre, se le suman los cátodos de cobre.

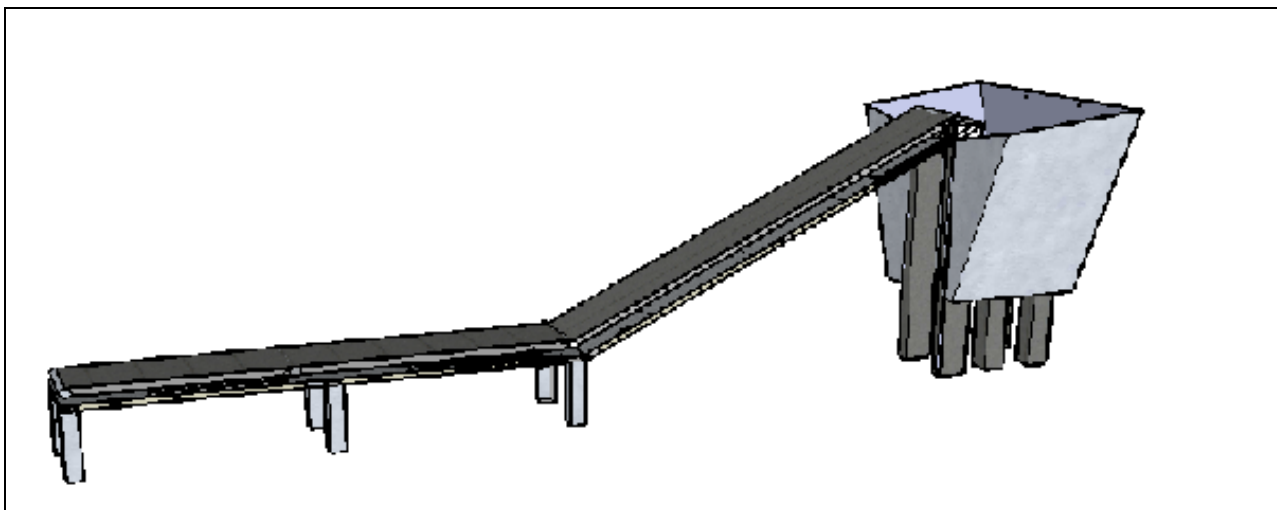


Figura 4.4 Esquema para la alternativa 2.2. Fuente: Propia.

4.4.2 Etapa 3: Sistema de alimentación al horno rotativo de fundición.

Al igual que la etapa 1, se explicarán dos alternativas para el sistema de alimentación al horno rotativo de fundición.

- Alternativa 3.1: Banda transportadora.

Mediante una banda transportadora se introduce el material ya procesado y se dirige hacia el horno rotativo de fundición (Ver figura 4.5).

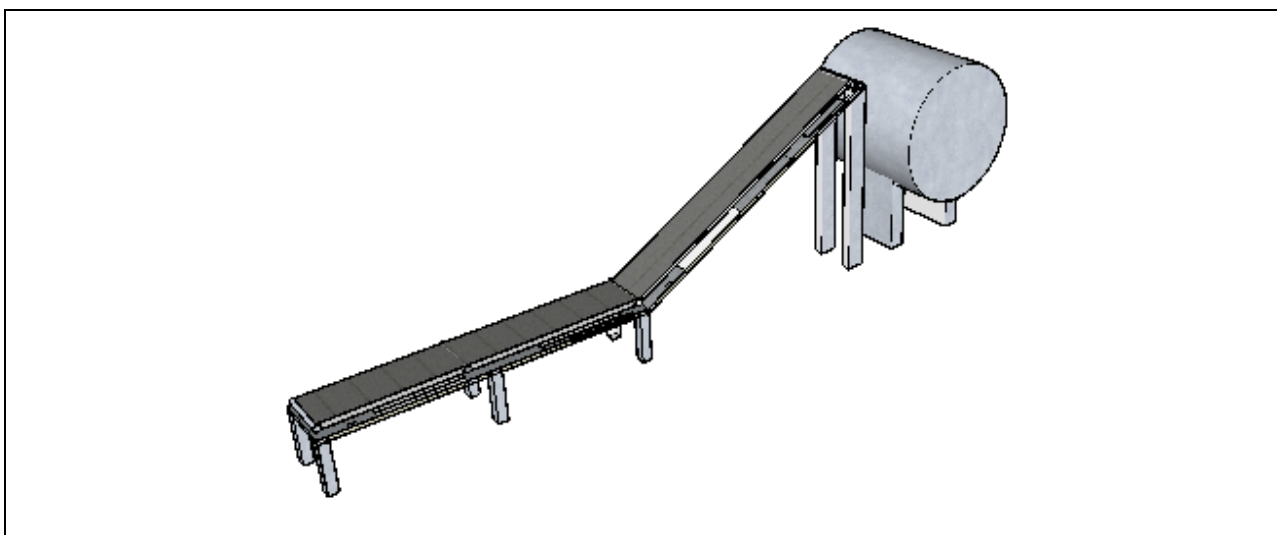


Figura 4.5 Banda transportadora. Fuente: Propia.



- Alternativa 3.2: Sistema de elevación por cangilones.

Es un sistema que traslada por medio de cangilones (bandejas) una cierta cantidad de material y lo traslada hasta el horno rotativo de fundición (ver Figura 4.6).

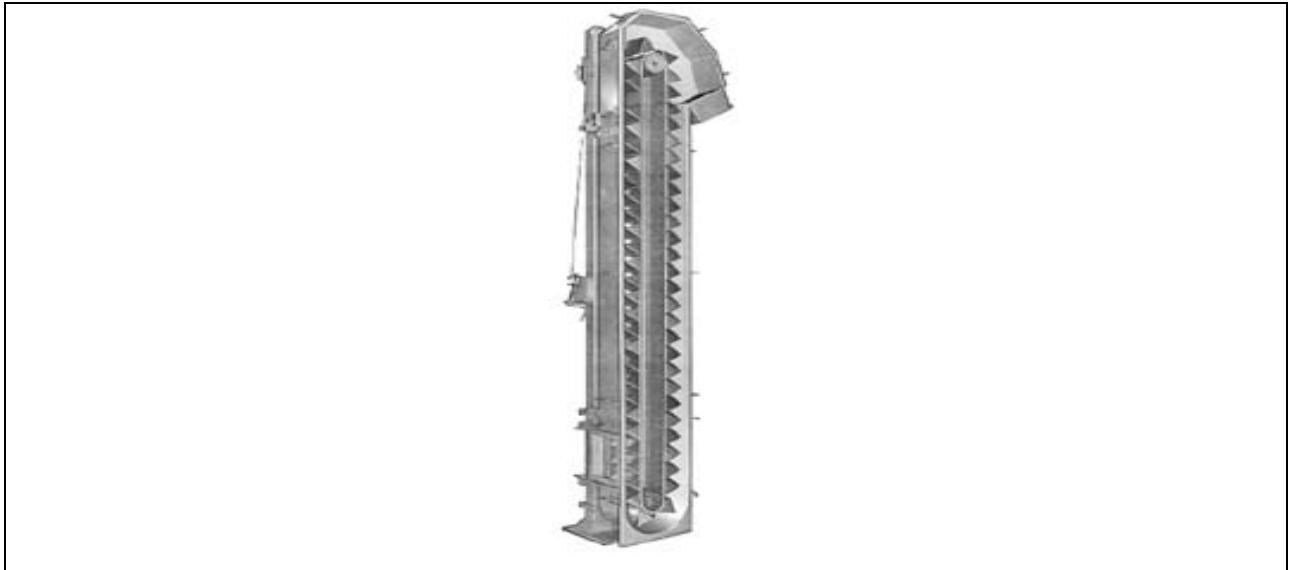


Figura 4.6 Sistema de elevación por cangilones. Fuente: Universal Industries.



4.5 EVALUACIÓN DE LA MEJOR SOLUCIÓN PARA EL SISTEMA DE TRANSPORTE Y AJUSTE DE DIMENSIONES DE LA CHATARRA Y CÁTODOS DE COBRE Y EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN AL HORNO ROTATIVO DE FUNDICIÓN.

La evaluación se realizará siguiendo los mismos pasos anteriores.

4.5.1 Desarrollo de la matriz de selección para la etapa número 2:

Tabla 4.3: Evaluación de la mejor solución del sistema de manejo y preparación de la materia prima.

Variable	%	Fase 1		Fase 2	
		Alternativa	Alternativa	Alternativa	Alternativa
		2.1	2.2	2.1	2.2
Costo de equipo	20	5	4	1,00	0,80
Inventario	20	4	4	0,80	0,80
Costo de Repuestos	20	5	4	1,00	0,80
Mantenimiento	20	4	3	0,80	0,60
Tecnología	10	4	3	0,40	0,30
Eficiencia	10	3	3	0,30	0,30
Sumatoria				4,30	3,60

Fuente: Propia.

La alternativa seleccionada es la número 2.2, con el apoyo de la matriz de selección y como se explicó en las variables, la alternativa que tuviese mayor puntuación es la menos viable, ya que sería la más costosa y la más difícil para conseguir repuestos, entre otras dificultades.

Además, una variable que se puede tomar en cuenta, pero que no fue planteada como de importancia por el personal de la empresa, es respecto al número de operarios, la alternativa 2.2 es la que necesita menos operadores, ya que esta alternativa sólo comprende una línea.



Una desventaja de seleccionar la alternativa 2.2, sería la de realizar una parada no programada de la línea, no se puede obtener ninguna de las dos materias primas ya que es la única línea de alimentación. Sin embargo, esta desventaja se ve disminuida por la necesidad de la empresa de aprovechar los espacios físicos, además de realizar menor recorrido al momento de trasladar la materia prima al sistema.

4.5.2 Desarrollo de la matriz de selección para la etapa número 3:

Tabla 4.4: Evaluación de la mejor solución del sistema de alimentación al horno rotativo de fundición.

Variable	%	Fase 1		Fase 2	
		Alternativa	Alternativa	Alternativa	Alternativa
		3.1	3.2	3.1	3.2
Costo de equipo	20	3	5	0,60	1,00
Inventario	20	3	3	0,60	0,60
Costo de Repuestos	20	3	3	0,60	0,60
Mantenimiento	20	3	4	0,60	0,80
Tecnología	10	3	4	0,30	0,40
Eficiencia	10	2	3	0,20	0,30
Sumatoria				2,90	4,10

Fuente: Propia.

La alternativa elegida es la 3.1, esta alternativa es la banda transportadora. Con respecto a los costos de los equipos, el elevador por cangilones es más costoso por tener los cangilones más una banda transportadora, lo que suma más elementos a la máquina y mayor mantenimiento.

Con respecto al inventario y al costo de los repuestos, se le dio una puntuación intermedia e igual a las dos alternativas, ya que estos sistemas se fabrican en nuestro país y por lo tanto se supone que debe ser más fácil conseguir repuestos que para los equipos importados.



4.6 DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE DESECHOS DE LA CHATARRA DE COBRE.

4.6.1 BANDA TRANSPORTADORA

Se construyen con módulos de plástico y varillas de articulación, accionadas y guiadas con engranajes, o por rodillos de fricción. Estos engranajes son accionados por ejes cuadrados, son cuadrados para además de transmitir el par de torsión (fuerza rotacional) se adaptan a las diferencias de expansiones laterales del plástico de la banda y de los ejes. Solo va fijado a la banda un engranaje por eje, los demás quedan flotantes con el eje y se adaptan a la banda, sin importar si esta se expande o contrae, por ello los engranajes siempre transmiten el par de torsión. Son resistentes a la corrosión, alta resistencia, baja fricción y resistencia a la abrasión.

Para la selección adecuada de la banda es importante considerar los siguientes factores:

- El tipo de sistemas de bandas: puede ser de recorrido recto o de flexión lateral.
- Las dimensiones generales de la banda: tiene que ver con la distribución entre los ejes motriz y conducido, anchura y cambios de altura.
- La velocidad de desplazamiento de la banda: depende de los requerimientos del cliente, según el sistema donde se implementará.
- Las características del producto que se va a transportar:
 1. Densidad.
 2. Tamaño y forma de las piezas.
 3. Firmeza, resistencia, fragilidad, rigidez.
 4. Textura.
 5. Corrosividad.
 6. Contenido de humedad.
 7. Temperatura.
 8. Grado de fricción.



- Los cambios sufridos por el producto durante el transporte:
 1. Calentamiento.
 2. Enfriamiento.
 3. Lavado, aclarado, escurrido.
 4. Secado.
- Los requisitos y condiciones higiénicas y sanitarias.
- Métodos para la carga y descarga del producto.
- Características del entorno.
- El tipo de sistema de accionamiento:
 1. Motores.
 2. Cadenas.

4.6.1.1. Procedimiento de selección de la banda transportadora.

Para una adecuada selección de la banda transportadora es necesario seguir los siguientes pasos:

Paso 1: Elegir el tipo correcto de sistema de banda (recorrido recto o flexión lateral):

Se debe seleccionar una banda de recorrido recto, ya que el diseño no posee recorrido en flexión lateral.

Paso 2: Seleccionar el material correcto para la aplicación:

Las bandas y accesorios se encuentran disponibles en los materiales estándar siguientes: Polipropileno, Polietileno, Acetal y Acetal eléctricamente conductivo (EC), además de los



materiales para aplicaciones especiales siguientes: Nilón resistente al calor (HR), Nilón y Poliéster resistente a las llamas (FRTPEs).

El material seleccionado para las bandas en este trabajo es el Polipropileno, ya que este material tiene buena resistencia química a muchos ácidos, bases, sales y alcoholes. Además es relativamente fuerte en condiciones normales, el polipropileno se torna quebradizo a bajas temperaturas. Posee un buen balance al ser un material liviano y al mismo tiempo, de resistencia moderada. Flota en el agua con una gravedad específica de 0,90. Su rango de temperatura varía entre 34 °F (1 °C) y 220 °F (104 °C). No es recomendable para condiciones de alto impacto, por debajo de los 45 °F (7 °C).

Para la banda utilizada en el sistema de extracción de desechos se seleccionó la serie 900 (ver anexo A.1), con un diámetro de paso de 27,1 mm, de polipropileno como se explico anteriormente por resistir a un rango de temperatura entre 1 y 104 °C, que es aplicable a esta parte del sistema. Con ejes cuadrados de 60mm (ver anexo A.2). De la serie 900 se selecciono a su vez la banda FLUSH GRID, obteniéndose una resistencia de 1040 kg (ver anexo A.3).

Finalmente los engranajes se seleccionaron de Acetal, este material es más fuerte que el polipropileno, dispone buena resistencia a la fatiga y al desgaste, su rango de temperaturas está entre -46 °C y 93 °C y son los recomendados por el fabricante (ver anexo A.1).

En el anexo A.1 también se observa el diámetro de paso de los engranajes usados por la serie 900. Mientras menor sea el paso, menor será la acción poliédrica y menor será el espacio requerido para el desplazamiento de los productos. Sin embargo, en aplicaciones en las que debe evitarse que el producto se vuelque o en las que una velocidad suave y uniforme es crítica, es recomendable seleccionar engranajes con el mayor número posible de dientes. Por lo tanto se seleccionará el engranaje con mayor número disponible de dientes para la serie 900, el engranaje seleccionado fue uno con un diámetro de paso de 249 mm y 28 dientes (ver anexo A.1)



Paso 3: Seleccionar una banda de suficiente resistencia:

Para la selección de la banda se requieren cálculos de parámetros específicos que están reflejados en el apéndice A.1; los resultados son los valores reflejados en la tabla 4.5:

Tabla 4.5. Parámetros calculados para la banda transportadora.

Parámetro	Unidad	Valor
Tracción de la banda (BP)	Kg/m	474
Fuerza de tracción ajustada (ABP)	Kg/m	474
Resistencia permitida por la banda (ABS)	Kg/m	832
Separación máxima entre los engranajes del eje de accionamiento (ABSU)	mm	51
Carga total del eje (Dm)	Kg	604
Deflexión (D)	mm	0,6
Par de torsión motriz (To)	Kg-mm	70816
Potencia de la banda (P)	hp	0,13
Potencia del motor (Pm)	hp	0,15

Fuente: Propia.

Paso 4: Directrices de diseño:

Una vez elegida la banda (serie, estilo y material) y sus accesorios, se debe diseñar la estructura del transportador. La ilustración que aparece a continuación (ver figura 4.7) identifica la mayoría de los componentes del transportador. Dichos componentes representan sólo aquellos usados comúnmente. Existe una gran variedad de componentes y detalles de diseño.

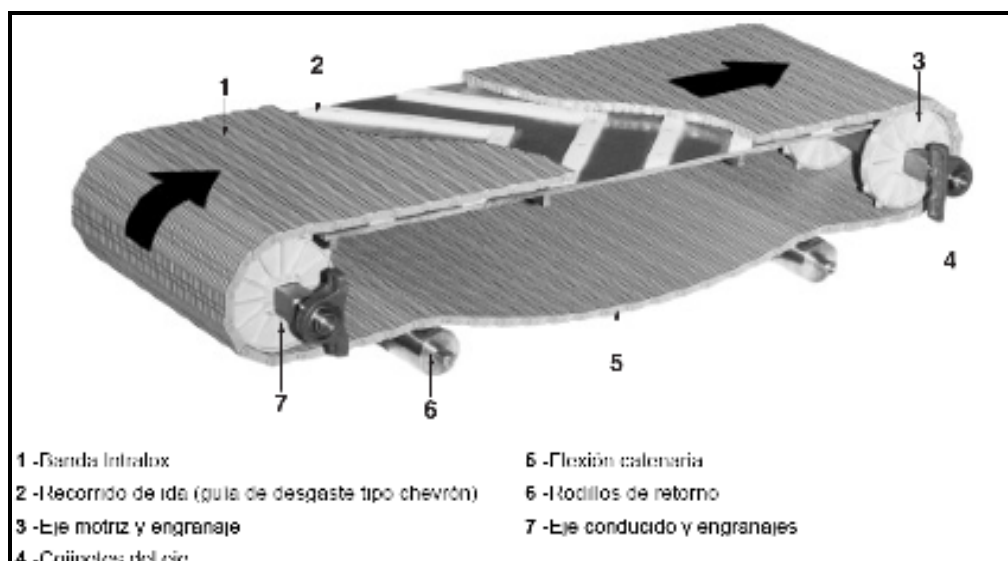


Figura 4.7 Partes de una banda transportadora. Fuente: Intralox.

- Dimensiones

Los transportadores que usan bandas tienen ciertos requerimientos dimensionales básicos. Las dimensiones específicas “A”, “B”, “C”, “D”, y “E”, que aparecen en la ilustración a continuación (ver figura 4.8) deben ser aplicadas en todos los diseños. Además, debe permitir el acceso al lateral de la banda en algún punto para retirar las varillas durante la instalación, el tensionado o la retirada de la banda.

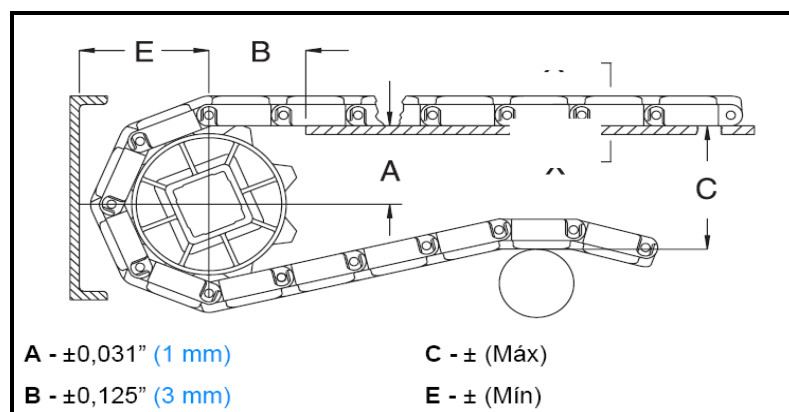


Figura 4.8 Detalle de dimensiones. Fuente: Intralox.



- **A:** Distancia vertical entre la línea central del eje y la parte superior del recorrido de ida (116mm).
- **B:** Distancia horizontal entre la línea central del eje y el comienzo del recorrido de ida (75mm).
- **C:** Distancia vertical entre la parte superior del recorrido de ida y la de los rieles o rodillos de retorno (246mm).
- **E:** Distancia horizontal mínima entre la línea central del eje y cualquier parte de la estructura (128mm).

Para las dimensiones de la banda transportadora de esta sección ver el anexo A.14 tipo Flush grid. (Ver figura 4.9)

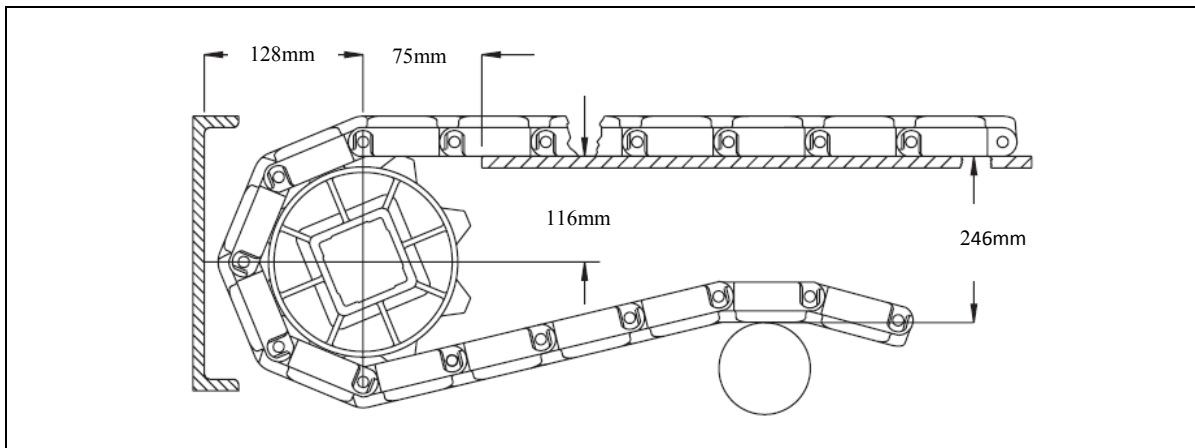


Figura 4.9 Dimensiones banda transportadora Flush grid 900. Fuente: Propia.

- **Recorrido de ida y de regreso**

Las bandas pueden ser sostenidas por pistas de recorrido de varios diseños en la parte de apoyo de carga de su recorrido. Ya que uno de los principales objetivos es proporcionar una superficie rodante de baja fricción y reducir el desgaste, tanto de la banda como de la estructura.

Las guías de desgaste que se seleccionaron son planas de nilón impregnado con molibdeno (nilatrón) están disponibles en 3,2 mm. (0,125 pulg) de espesor x 31,8 mm. (1,25 pulg) de ancho



x 2,6 m. (8,5 pies) de largo. Las guías se colocan directamente en la estructura y son fijadas con pernos y tuercas de plástico en agujeros ranurados. Esto permite que las tiras se expandan y se contraigan libremente con los cambios de temperatura.

La disposición es en forma de “V” (Ver figura 4.10) esto es porque al colocar las guías de esta manera, el lado inferior de la banda está sostenido a lo ancho a medida que se desplaza a lo largo del recorrido de ida. De esta forma, el desgaste se distribuye de manera uniforme. Se recomienda dejar un espacio mínimo de 10,2 mm entre los puntos de la guía de desgaste para reducir la acumulación de desechos.

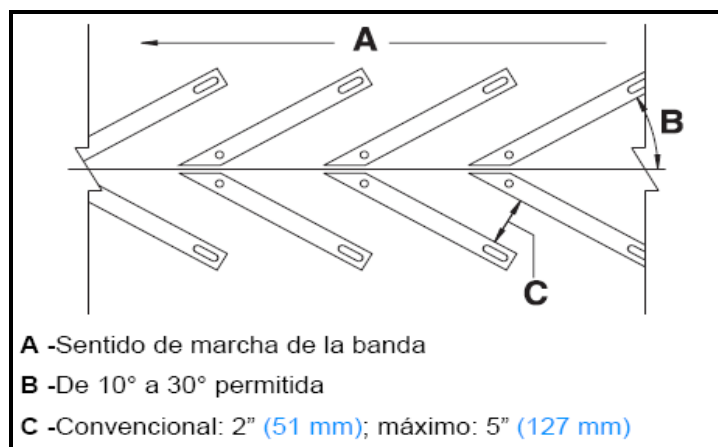


Figura 4.10 Disposición de guías. Fuente: Intralox.

En determinadas condiciones, las bandas exigen un mayor soporte de ida junto a los engranajes. Esto se debe a que la tensión de la banda no es lo suficientemente grande como para soportar el producto situado entre el final del soporte de la guía de desgaste y el comienzo del soporte del engranaje. Sin el soporte adecuado, la banda se puede deformar (ver figura 4.11). Esta flexión se puede eliminar si se extienden los soportes de guías de desgaste entre los engranajes hasta unas 0,5 pulg. (12,7 mm) de la línea central del eje (ver figura 4.12).

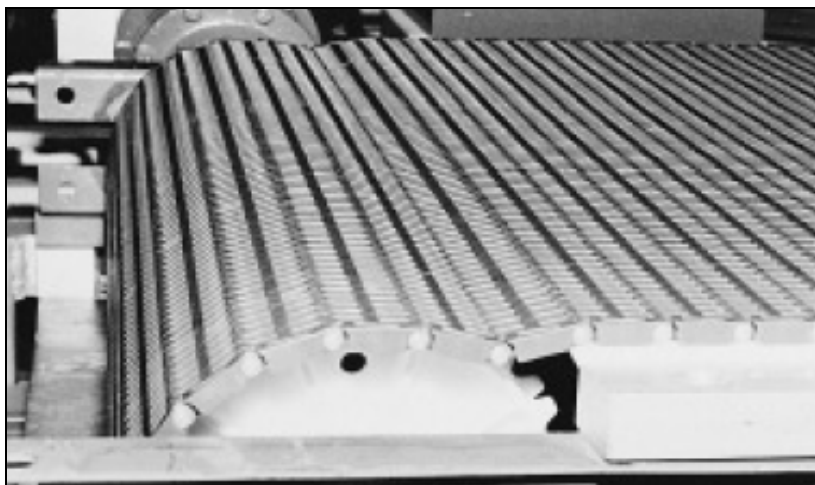


Figura 4.11 Deformación de la banda. Fuente: Intralox.

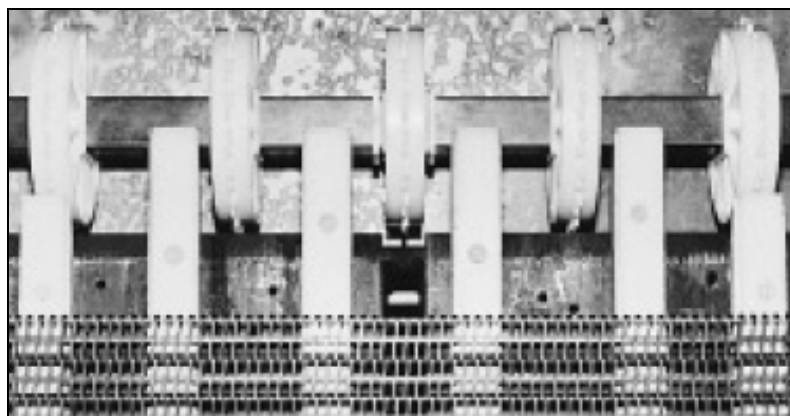


Figura 4.12 Extensión de soportes. Fuente: Intralox.

Para la cantidad de guías de recorrido de ida y de regreso ver anexo A.12

Paso 5: Selección del motor para la banda

Para la selección del motor que suministra la potencia a la banda nos basamos en los construidos por la casa LENTAX, ver anexo A.15, estos motores son seleccionados en conjunto de un motorreductor, específico para cada caso de diseño. Para la selección de dichos motores es necesario definir algunas variables como lo son:



- Potencia necesaria = 0,15 hp.
- Velocidad de la banda = 1 m/min.
- Diámetro del engranaje a impulsar = 249 mm

Con estos parámetros calculamos la velocidad de giro necesaria:

$$N = V / (D * \pi) \quad (\text{Ec.1})$$

Donde:

N = Velocidad de giro del motor (rpm)

V = Velocidad de la banda (m/min)

D = Diámetro del engranaje impulsado (m)

$$N = 1 / (0,249 * \pi)$$

$$N = 1,27 \text{ rpm}$$

Con este valor de velocidad giro nos basamos en el catalogo de la marca LENTAX, ver anexo A.16, y seleccionamos el motor en conjunto con el motorreductor:

- Modelo : C4TR 0.17
- Potencia: 0,17 hp.
- Velocidad de giro del motor: 1380 rpm.
- Velocidad de giro a la salida del motorreductor: 1,4 rpm.

En definitiva y siguiendo la nomenclatura de selección de la marca LENTAX, el modelo del conjunto motor – reductor es el siguiente:

$$\text{C4TR} - 0.17 - 1.4 - \text{B3}$$



En donde:

C4TR, corresponde al modelo de reductor

0.17, corresponde al modelo del motor

1.4, corresponde a la velocidad de giro de salida del conjunto

B3, corresponde al método de sujeción, en este caso será de forma horizontal y fijado mediante patas.

4.6.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE LAVADO QUIMICO

El sistema de lavado de la chatarra está compuesto por una serie de aspersores, dispuestos en 3 líneas; una línea con una solución agua-desengrasante y otras 2 líneas que inyectarán solo agua, a una presión más alta que la primera línea. Con esta disposición, se pretende aplicar una capa de desengrasante sobre la chatarra de cobre, para eliminar una gran parte de aceite e impurezas que esta contiene; con las otras 2 líneas de agua a presión se eliminan todas las impurezas que pueda contener la chatarra de cobre.

Este sistema está compuesto de una banda transportadora, diseñada posteriormente, que trasladará la chatarra, a través de un túnel compuesto de láminas de hierro que sirven soporte al conjunto de aspersores (ver figura 4.13).

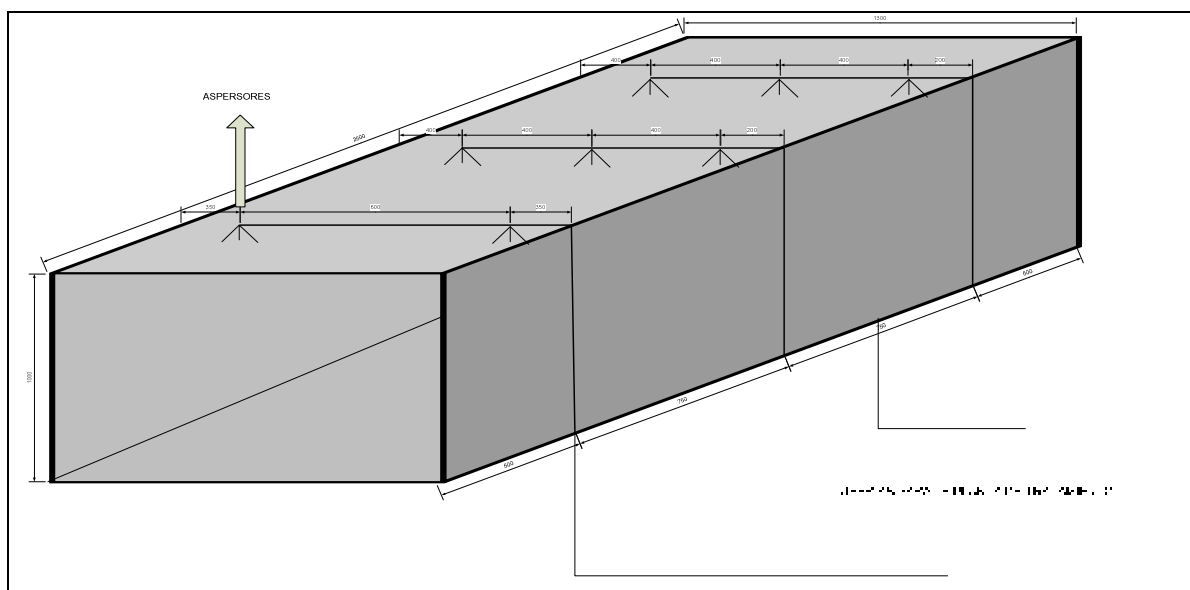


Figura 4.13 Sistema de lavado químico. Fuente: Propia.

4.6.2.1 Selección de la solución usada en el lavado químico.

El desengrasante utilizado en el sistema de lavado químico, fue seleccionado en base a las propiedades necesarias para la limpieza de la chatarra, el desengrasante seleccionado fue el KLEANING-500, de la casa Koninsa; este es un desengrasante industrial soluble en agua no inflamable, biodegradable y no corrosivo, contiene detergentes alcalinos con inhibidores de la corrosión para la protección de los equipos. Actúa sobre las grasas sin importar que su origen sea orgánico o inorgánico, limpia grasas pesadas, aceites, derivados petroleros, sangre, mohos, tintas colorantes, carbón entre otros.

Para su uso se debe diluir una parte de KLEANING-500 en 20 partes de agua (según fabricante). Se puede aumentar o disminuir esta concentración según se requiera. Su aplicación puede ser con cepillo, mopa, pistola o rociador.

En nuestro caso se utilizará una concentración de 10 partes de agua por una de KLEANING-500, para así lograr una mayor concentración y un mejor resultado desengrasante en la materia prima.



4.6.2.2 Selección de los aspersores.

En el diseño del sistema del lavado químico se deben considerar dos tipos de aspersores ya que contamos con dos fluidos diferentes de trabajo, agua limpia y una solución con desengrasante y agua, esto hace necesario la selección de dos tipos diferentes de aspersores.

Con en el catálogo de la marca REXNORD (ver anexo C), se seleccionaron los aspersores siguiendo los pasos sugeridos por el fabricante, que están descritos a continuación, cabe destacar que esta primera selección es para la línea de la mezcla de agua con desengrasante.

Paso 1: Seleccionar el tipo de aplicación

Seleccionamos la aplicación de la tabla 6 (Tabla de aplicaciones de REXNORD, ver anexo C.1), *Descaling Steel*, que significa, desincrustar en acero, esta es la opción que mejor se adapta a los requerimientos para el lavado de cobre y/o chatarra de cobre.

Paso 2: Estimar la distancia del aspersor a la línea de lavado

Para garantizar una altura adecuada del sistema y un mayor ángulo de apertura de los aspersores, que permita utilizar la menor cantidad de estos en el sistema. Se fija la distancia de los aspersores a la línea de lavado en 1m (un metro). Mientras menor cantidad de aspersores se utilicen menor es la cantidad de agua usada en el sistema sin perder la función de limpiar la chatarra.

Paso 3: Selección de parámetros

Para mantener una mínima cantidad de gasto de agua, se debe utilizar el aspersor con el tamaño de orificio más pequeño. Para obtener la mayor fuerza de choque, seleccionar un tamaño de orificio con la presión más alta y el mayor caudal de descarga.



Como en este diseño se requiere la mayor fuerza de choque posible, para obtener un mejor resultado en la limpieza, aun así, mantener un caudal de agua medio, para minimizar el consumo de la misma, seleccionamos los siguientes parámetros:

- ✓ Presión: 4.136,85 kPa. 600 PSI
- ✓ Caudal: 0,00065 m³/s. 10,3 GPM
- ✓ Tamaño de orificio: 8

Paso 4: Modelo de aspersor

Luego de determinar el tamaño de orificio se debe conseguir el modelo de aspersor que coincida con las características seleccionadas, los modelos recomendados y el diámetro de tubería que conecta al aspersor se encuentran en la línea inferior (llamada, PATTERN y PIPE THREAD, respectivamente) de la tabla de la aplicación seleccionada en el paso 1.

Modelos:

1. 70488A
2. 70488B
3. 79873^a

Todos poseen conexión de rosca tipo macho a tubería de 3/8”.

Paso 5: Selección de material compatible con la solución de lavado

Haciendo uso de la tabla de selección del código del material del aspersor (tabla 1 “NOZZLE MATERIAL SELECTION CODE”, ver anexo C.1), seleccionamos el material compatible con la solución usada en el lavado.

Para el caso de este diseño se utilizará una mezcla de agua con un desengrasante por lo que se seleccionó el código de material AAH que opera bajo un rango de presión de 301 – 600 PSI.



Paso 6: Selección del material del aspersor.

De la tabla 2, llamada "PATTERN SELECTION" (Patrón de selección de material, ver anexo C.1) se selecciona el material del cuerpo del aspersor, esto tomando en cuenta el modelo seleccionado en el paso 4 y el código del material seleccionado en paso 5.

El material de cuerpo seleccionado fue el siguiente acero inoxidable 440.

Paso 7: Ancho de la línea de fluido del aspersor

Luego de determinar el modelo del aspersor y la distancia del aspersor a la línea de lavado se selecciona de la tabla de patrones de ancho del aspersor ("SPRAY PATTERN WIDTHS", ver anexo C.1) el ancho de la línea de líquido impulsada por el aspersor.

Para una distancia de 1 metro y un tamaño de orificio de 8 y el modelo 70488A, el ancho que cubre el aspersor es de 0,6 metros.

Paso 8: Cantidad de aspersores

Para determinar la cantidad requerida de aspersores (ver Ec.2) es necesario dividir la distancia total requerida entre el ancho que cubre el aspersor.

Ancho de la banda transportadora: 1,2 metros.

Distancia que cubre el aspersor: 0,6 metros.

$$N^{\circ} \text{ Aspersores} = \frac{\text{Ancho de la banda}}{\text{Distancia que cubre el aspersor}} = \frac{1,2}{0,6} = 2 \quad (\text{Ec.2})$$

En resumen, desglosamos a continuación los parámetros seleccionados para este conjunto de aspersores para la solución desengrasante:



1. Desincrustar en acero, tipo de aplicación.
2. 1 metro, altura entre la línea de aspersores y banda transportadora.
3. 600 PSI, 10.3 GPM y orificio 8, características de trabajo de los aspersores.
4. 70488A, modelo de aspersores.
5. AAH, código de material.
6. Acero inoxidable 440, material del cuerpo de los aspersores.
7. 0,6 metros. distancia horizontal entre aspersores.
8. 2 Aspersores, cantidad de aspersores requeridos con las especificaciones anteriores.

A continuación y siguiendo el mismo procedimiento seguido para la selección anterior, se tienen los parámetros para la aplicación de agua limpia.

1. Desincrustar en acero, tipo de aplicación.
2. 1 metro, altura entre la línea de aspersores y banda transportadora.
3. 700 PSI, 8.5 GPM y orificio 7, características de trabajo de los aspersores.
4. 70488B, modelo de aspersores.
5. AH, código de material.
6. Acero inoxidable 416, material del cuerpo de los aspersores.
7. 0,48 metros, distancia horizontal entre aspersores.
8. 3 Aspersores, cantidad de aspersores requeridos con las especificaciones anteriores.

4.6.2.3 Dimensionamiento de tanques alimentadores.

Para realizar los cálculos necesarios de tuberías y sistemas de bombeo es necesario efectuar un dimensionamiento de los tanques que alimentarán las líneas del lavado químico, estas líneas están divididas en dos partes, la primera, la línea 1 y la segunda parte las líneas 2 y 3, estas serán explicadas más a profundidad posteriormente.



- Dimensionamiento de los tanques alimentadores para la línea 1:

La línea 1 está compuesta de dos tanques alimentadores, el primero, contiene la solución de desengrasante, el segundo, almacena la mezcla de agua + desengrasante, está alimentado del agua proveniente de la planta de tratamiento y del desengrasante.

Ahora es necesario obtener el caudal de la línea y calcular el caudal de cada solución, a partir de la ecuación 3:

$$\begin{aligned} Q_t &= 20,6 \text{ gpm.} \\ Q_t &= Q_{H_2O} + Q_{DES} \end{aligned} \quad (\text{Ec.3})$$

Donde:

Q_t = Caudal total de la línea (gpm).

Q_{H_2O} = Caudal de agua (gpm).

Q_{DES} = Caudal de desengrasante (gpm).

Como se seleccionó en el punto 4.5.2.1, la proporción de mezcla agua + desengrasante es de 10:1, por lo tanto será necesario calcular el caudal necesario de cada fluido, a partir de la ecuación 4:

$$Q_{H_2O} = 10 * Q_{DES} \quad (\text{Ec.4})$$

Sustituyendo la ecuación 4 en la ecuación 3, resulta la ecuación 5:

$$Q_T = 10 * Q_{DES} + Q_{DES} \quad (\text{Ec.5})$$

Despejando:

$$Q_{DES} = Q_T / 11 = 20,6 / 11$$



Finalmente se obtiene:

$$Q_{DES} = 1,873 \text{ gpm}$$

$$Q_{H2O} = 10 * 1,873$$

$$Q_{H2O} = 18,73 \text{ gpm.}$$

Ahora, teniendo el caudal del desengrasante calculamos el consumo de desengrasante por ciclo de fundición, 12 toneladas de material procesado, asumiendo que por cada metro lineal de la banda se procesa 100 kg de materia prima y la velocidad de la banda es de 1 metro/min, entonces se calculan estas relaciones:

$$1 \text{ minuto} - 100 \text{ kg}$$

$$60 \text{ minutos} - 6000 \text{ kg}$$

$$120 \text{ minutos} - 12000 \text{ kg} = 12 \text{ toneladas}$$

Ahora se calcula el volumen de desengrasante por ciclo de fundición, a partir de la ecuación 6:

$$V_{DES} = Q_{DES} * t \quad (\text{Ec.6})$$

Donde:

V_{DES} = volumen de desengrasante (gal).

$$V_{DES} = 1,873 * 120 = 224,76 \text{ galones}$$

$$V_{DES} = 849,59 \text{ litros / ciclo}$$

El volumen de 849,59 litros es para un ciclo de fundición de 12 toneladas, si tomamos en cuenta una producción de 360 toneladas mensuales nos resulta un volumen mensual de 25.487,78 litros de desengrasante, aun más, si con un aumento de producción del doble necesitaríamos un volumen mensual de 50.975,56 litros de desengrasante, por lo que se partirá como punto de diseño del tanque un volumen de 50.000 litros.



Las medidas del tanque serán de, 5 metros de largo, 5 metros de ancho y 2 metros de alto, tal como se muestra en la figura 4.14. También estará colocado a 2 metros de altura del suelo para transferir el desengrasante hacia el tanque de mezcla, por gravedad.

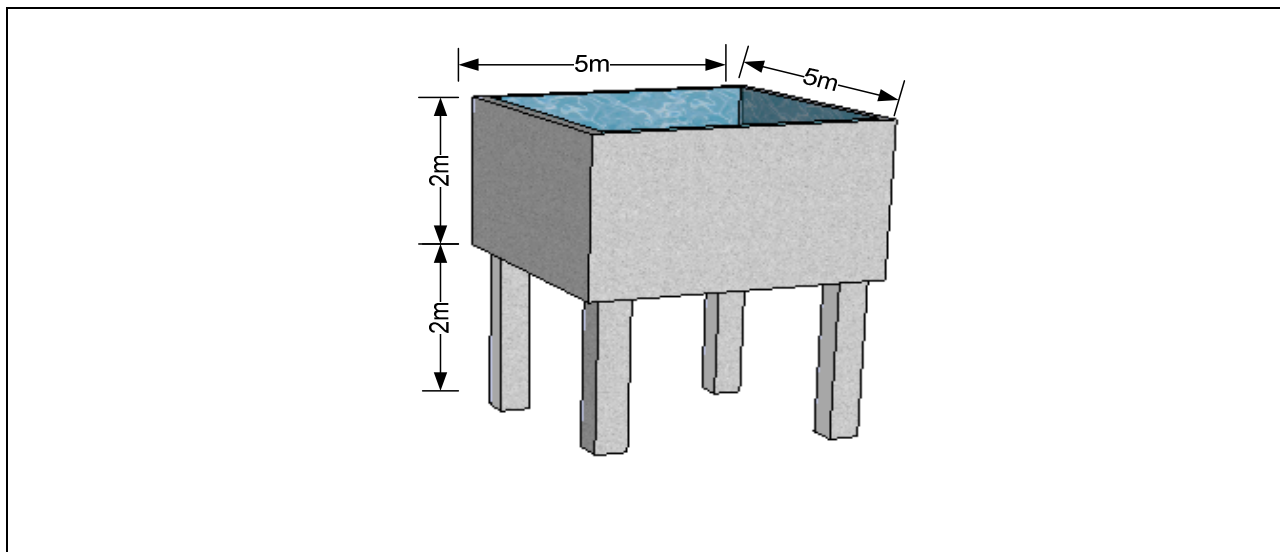


Figura 4.14. Tanque de desengrasante. Fuente: Propia.

Ahora siguiendo la misma metodología anterior, se calcula el volumen necesario del tanque de la mezcla agua + desengrasante, ahora se sabe por el cálculo anterior el consumo de desengrasante que es de 849,59 litros / ciclo, entonces el de agua será 10 veces mayor a este, por lo que resulta, 8495,9 litros de agua, lo que conlleva a un consumo total de 9345,49 litros / ciclo, por lo que colocando un tanque con las mismas medidas del anterior y capacidad, da como autonomía para 6 ciclos de fundición, el diseño de este tanque se observa en la figura 4.15.

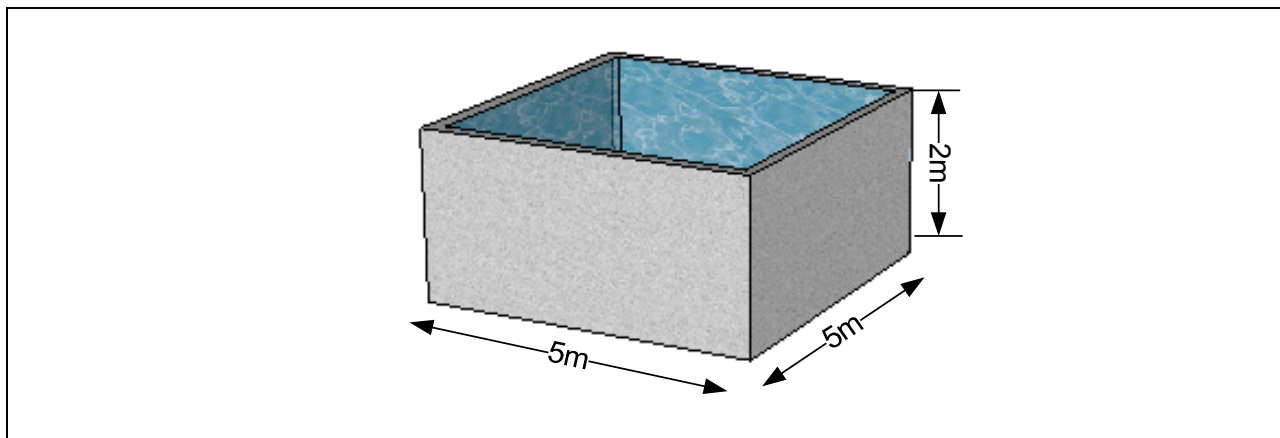


Figura 4.15. Tanque de mezcla agua + desengrasante. Fuente: propia.



- Dimensionamiento del tanque alimentador para las líneas 2 y 3

Esta línea está compuesta por un solo tanque de agua, que es alimentado del agua proveniente de la planta de tratamiento. Siguiendo el mismo procedimiento usado en el punto anterior, calculamos las dimensiones necesarias para dicho tanque.

Se tiene un caudal necesario de 51 gpm, para un ciclo de fundición se necesitan 6120 galones o lo que es igual a 23.133,6 litros / ciclo, ahora partiendo de este volumen se diseña un tanque con las siguientes medidas; 6 metros de largo, 6 metros de ancho y 3 metros de alto, este estará a nivel del suelo y podrá contener 108.000 litros de agua, suficientes para 4 ciclos de fundición, las medidas y el diseño del tanque se plasman en la figura 4.16.

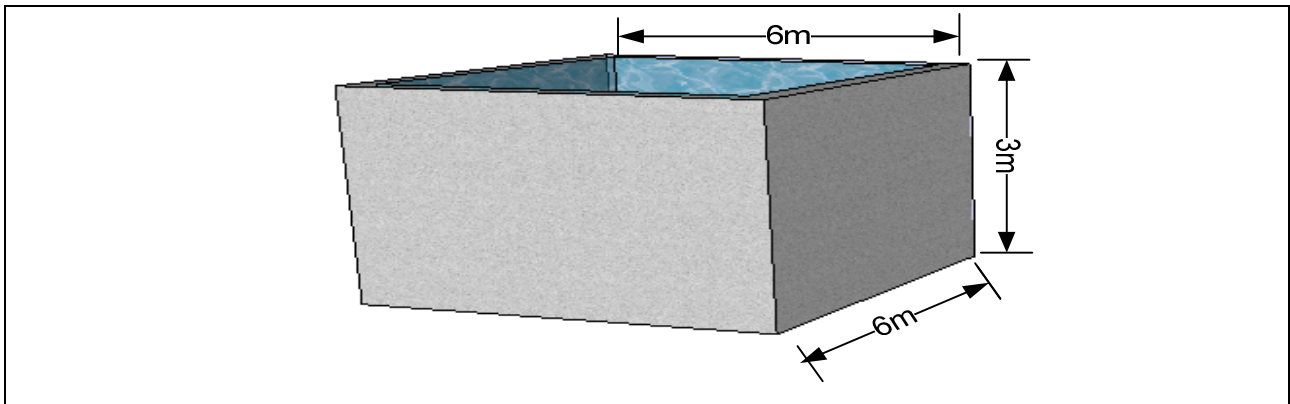


Figura 4.16. Tanque de agua. Fuente: Propia.

4.6.2.4 Diseño de tuberías y accesorios usados en el sistema de lavado químico.

El sistema de lavado, cuenta con 3 líneas de aspersión, dividida en dos partes, la primera, compuesta por una línea de aspersión, llamada línea 1, de mezcla de agua con desengrasante y la segunda compuesta de dos líneas de aspersión, llamadas líneas 2 y 3, de agua limpia. El esquema de tuberías mostrado en la figura 4.17 corresponde a los cálculos realizados en el apéndice B.

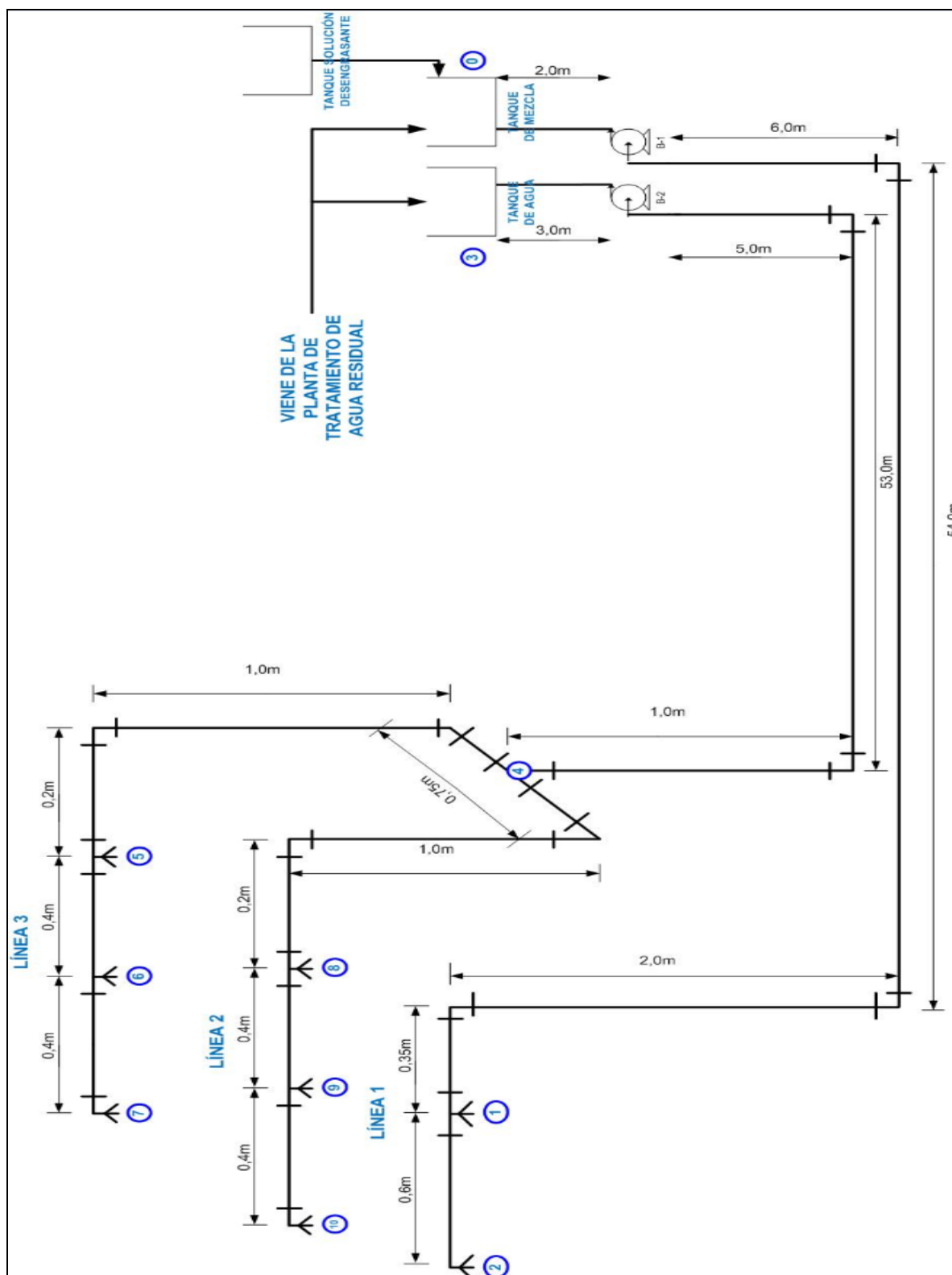


Figura 4.17. Esquema de tuberías del lavado químico. Fuente: Propia.



De estos cálculos se obtienen los puntos de trabajo de las bombas del sistema, estos valores se muestran en la tabla 4.6:

Tabla 4.6. Puntos de trabajo de las bombas.

Bomba	Altura (m)	Caudal (gpm)
1	422,71	20,6
2	498,74	51

Fuente: Propia.

4.6.2.5 Selección de bombas

Con el punto de trabajo de la bomba 1 (color verde) y bomba 2 (color azul), se selecciona el modelo de la bomba utilizando la carta de selección de las bombas KSB Multitec (anexo C.6), la cual da como resultado que las dos se encuentran en el modelo 32 2.1.

Luego con base a las curvas características de las bombas seleccionadas (anexo C.7), se selecciona el número de etapas que tendrá cada bomba, dando como resultado que la bomba 1 tendrá 12 etapas y la bomba 2, 14 etapas.

Posteriormente con el apoyo de las curvas características (anexo C.7), se construyeron las hojas de datos de cada bomba (anexo C.8), en la tabla 4.7 se muestran los datos más resaltantes de las bombas.

Tabla 4.7. Datos de las bombas seleccionadas.

Bomba	Etapas	Diámetro rodete	Potencia motor	NPSHr	Eficiencia
1	12	140 mm	40 hp	0,5 m	32 %
2	14	142 mm	50 hp	1 m	54 %

Fuente: Propia.



- Chequeo de cavitación de las bombas seleccionadas:

Se necesita calcular el NPSH disponible del sistema, para ello se utiliza la siguiente ecuación, (Ver Ec.7):

$$\text{NPSH}_D = (P_a - P_v) / \gamma \pm Z_a - h_s \quad (\text{Ec.7})$$

Donde:

NPSH_D = cabezal de succión neto positivo disponible (m).

P_a = presión en la superficie del líquido del tanque (Kgf/m^2)

γ = peso específico del agua ($997,07 \text{ Kgf/m}^3$) (ver anexo C)

Z_a = altura entre la succión de la bomba y la superficie libre del líquido en el tanque (m) (ver figura 4.15)

P_v = presión de vapor del agua (Kgf/m^2) (ver anexo C)

h_s = pérdidas en el tramo de succión (m) (ver anexo C)

Tomando como referencia la figura 4.17:

$$\text{NPSH}_D = [(10330 \text{ kgf/m}^2 - 341,7 \text{ kgf/m}^2) / (997,07 \text{ kgf/m}^3)] + 2\text{m} - 0,026 \text{ m}$$

$$\text{NPSH}_D = 11,99 \text{ m}$$

Luego se compara con el NPSH requerido de la bomba, este se toma de la tabla 4.7:

$$\text{NPSH}_D \geq \text{NPSH}_R; \text{ Condición de diseño.}$$

Entonces:

$$11,99\text{m} \geq 0,5\text{m} \quad \text{Por lo tanto la bomba 1 no cavita.}$$

Para el cálculo de la bomba 2 se utiliza la misma ecuación anterior, resultando:



$$\text{NPSH}_D = [(10330 \text{ kgf/m}^2 - 341,7 \text{ kgf/m}^2) / (997,07 \text{ kgf/m}^3)] + 3\text{m} - 0,14 \text{ m}$$
$$\text{NPSH}_D = 12,86 \text{ m}$$

Entonces:

$12,86\text{m} \geq 1\text{m}$ Por lo tanto la bomba 2 no cavita.

- Chequeo de recirculación de las bombas seleccionadas:

Para que las bombas no recirculen, es necesario cumplir la condición de que el caudal de trabajo sea mayor al caudal mínimo que pueda manejar la bomba.

En primera parte, se debe calcular el caudal mínimo, que viene dado por la ecuación 8, en donde:

$$R = (Q_{\min} / Q_n) * 100 \quad (\text{Ec.8})$$

Donde:

R: porcentaje de recirculación (adim)

$Q_{\min}$: caudal mínimo de trabajo (gpm)

Q_n : caudal nominal (gpm)

El caudal nominal se extrae de la grafica de la bomba (ver anexo C.7) con el punto de máxima eficiencia, se obtiene un valor de $20,5 \text{ m}^3/\text{h} = 90 \text{ gpm}$.

Luego el valor del porcentaje de recirculación se obtiene mediante la grafica de Frasser (ver anexo C.10). Para obtener dicho valor es necesario calcular dos parámetros para luego cortar la curva, estos parámetros son:

Para el eje X, se tiene:

$$h / d = \text{diámetro del eje} / \text{diámetro del impulsor} = 22 \text{ mm} / 140 \text{ mm} = 0,15$$



Para el eje Y, se obtiene utilizando el valor de NPSHr al caudal nominal:

$$S = (N * (Q_n ^ {1/2})) / (NPSHr ^ {3/4}) = (3500 * (90 ^ {1/2})) / (7,21 ^ {3/4})$$

$$S = 7546$$

Con $h / d = 0,15$ y $S = 7546$, obtenemos el valor de R extrapolando en la grafica de Frasser antes mencionada, arroja un valor de $R = 45 \%$

Finalmente con la ecuación 8, descrita anteriormente, se tiene:

$$Q_{min} = (45 * 90) / 100 = 40,5 \text{ gpm}$$

Por lo tanto se utiliza la relación descrita al comienzo de este punto, resultando para las dos bombas:

$$Q_{BOMBA1} < Q_{min}; \quad 20,6 \text{ gpm} < 40,5 \text{ gpm}$$

$$Q_{BOMBA2} > Q_{min}; \quad 51,0 \text{ gpm} > 40,5 \text{ gpm}$$

Por lo tanto la bomba 1, recircula y la bomba 2, no recircula. Debido a esto, se debe recomendar que se coloque una conexión tipo “T” en la salida de la bomba 1, esto con la finalidad de aumentar el caudal que pasa por la bomba y así evitar la recirculación en la misma, este caudal sobrante será dirigido nuevamente al tanque alimentador de la bomba para su posterior uso.



4.6.3 HORNO DE SECADO

Debido a que la chatarra sufre un proceso de lavado con agua, ésta, para ser llevada al horno de fundición debe secarse, es por eso que se hace necesario incluir en la línea de alimentación del horno, un horno de secado, propio de la fundición.

El horno de secado consiste de lámparas infrarrojas. El porqué de la escogencia de esta nueva tecnología con respecto a un horno a gas se expone a continuación:

- Disminución de contaminación al ambiente.
- Ahorro de energía en el encendido.
- Menores pérdidas de energía, porque las lámparas infrarrojas actúan sobre el material a secar, no sobre el ambiente.
- Ofrece un menor tiempo de secado que los hornos de gas.
- Construcción mucho más sencilla.
- En seguridad las lámparas infrarrojas no presentan ningún tipo de restricción.

En este punto se discutirá el diseño del horno de secado y se realizara la selección del material con el que se diseñará el mismo, al igual que la selección de las lámparas infrarrojas, así como la disposición correcta de las lámparas dentro del horno para garantizar la efectiva evaporación de partículas de agua y la solución desengrasante.

Para realizar el diseño hay que calcular el tiempo necesario durante el cual la materia prima sufre un cambio de temperatura ($T_o - T_f$) para que se evaporen las partículas de agua que se encuentran en la misma. Es una variable principal debido a que la energía requerida para lograr la evaporación de agua está ligada con el tiempo en que la materia prima y sistema de transporte, no sufran ningún daño ocasionado por una temperatura excesiva.

Esta etapa es muy importante pues aquí se define la velocidad del sistema de transporte. Para realizar los cálculos pertinentes se cuenta con el programa de transferencia de calor



(INTERACTIVE HEAD TRANSFER 3.0), con el mismo se tantean valores óptimos de energía y tiempo que satisfagan los requerimientos de la línea de secado, logrando así la optimización.

Con ayuda de la teoría de Balance de Energía, se puede seleccionar la ecuación que resuelve las variables antes descritas.

Para determinar la potencia necesaria que debe suministrar el horno se siguió un procedimiento explicado detalladamente en el apéndice C, de donde obtenemos la potencia necesaria del horno que es de 9000 W.

4.6.3.1 Especificaciones del diseño del horno de secado

Para el diseño del horno de secado se consideraron las siguientes medidas: 2500mm de largo, 1000mm de alto y 1300mm de ancho, de forma rectangular. Se seleccionaron láminas de hierro 3mm de espesor, el horno no contará con material aislante entre paredes porque la pérdida por conducción es menor a la de convección, ya que el horno tendrá áreas abiertas a la atmósfera, por esa razón se desprecia la conducción de energía.

Existe otra variante que es el reflujo de calor entre la materia prima, el ambiente y el horno de secado, razón por la cual se tomará un factor de seguridad de 1.2, por lo que el vatiaje de las lámparas infrarrojas será mayor también de manera longitudinal en el medio de las paredes, el área de transferencia de calor es total en el horno porque las lámparas escogidas tienen una posición de funcionamiento de 180 grados (ver anexo B.1) por lo que arroja toda la materia prima, el criterio de selección de este tipo de lámpara fue definido por el tiempo necesario que debe estar la materia dentro del horno de secado para su total evaporación de las partículas de agua, para así asegurar que la materia prima absorba la cantidad de energía necesaria para evaporar el agua.



Para que el agua se evapore de la materia prima, se utilizarán tres (3) lámparas infrarrojas de 3000 W (ver anexo B.1) cada una y dos (2) lámparas infrarrojas de 1000 W, de diámetro diez (10) mm con un tipo de base B (ver anexo B.1), la longitud de las lámparas es de 781mm y 370 mm respectivamente, ubicadas en el horno de manera longitudinal en la parte superior del horno las de 3000 W con separaciones de 53,33mm entre las mismas y las de 1000 W cada una colocada a los lados del horno. En la figura 4.18, se muestra el diseño del horno de secado propuesto.

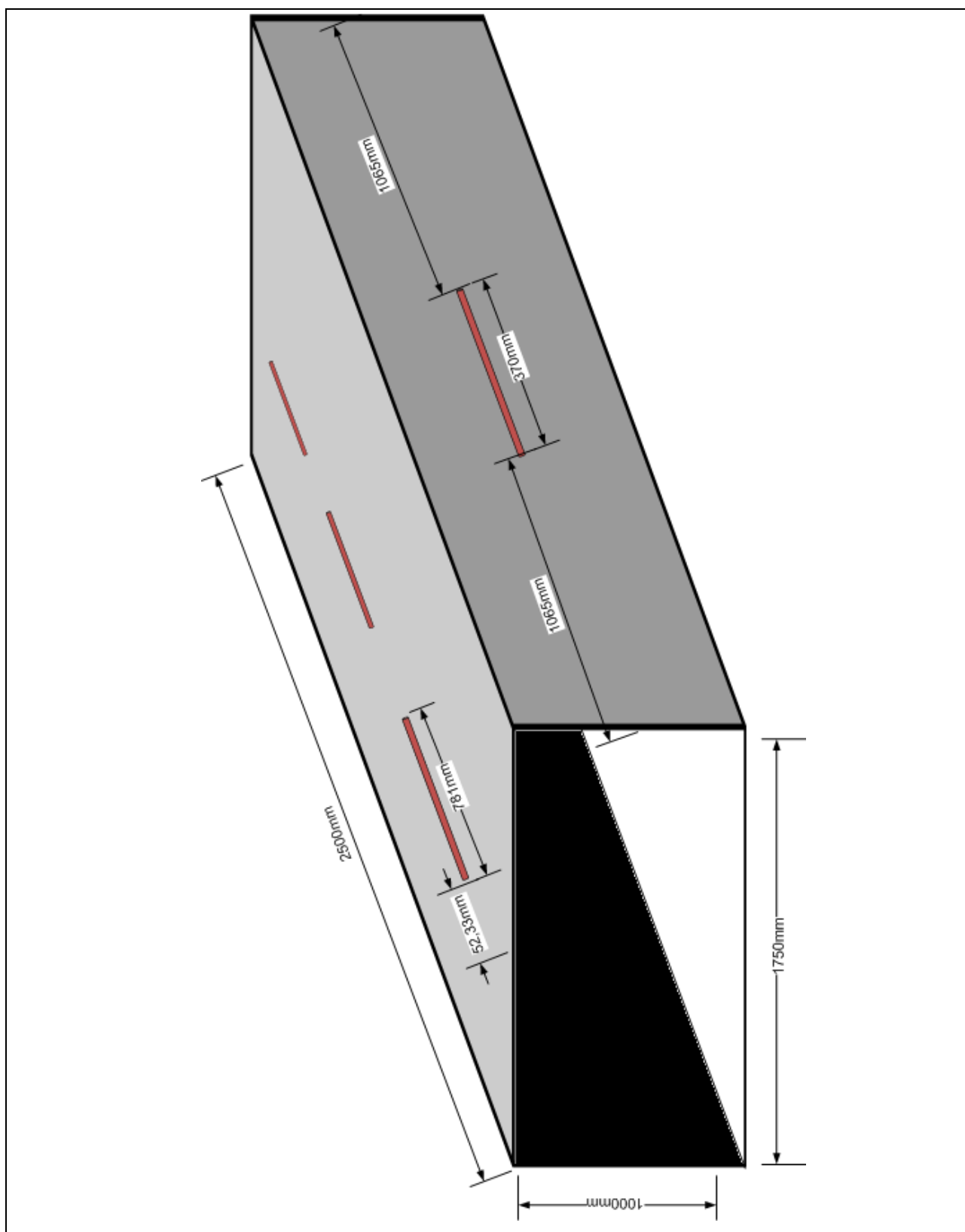


Figura 4.18 Diseño del horno de secado. Fuente: Propia.



4.7 DISEÑO DEL SISTEMA DE AJUSTE DE DIMENSIONES DE LA MATERIA PRIMA.

4.7.1 BANDA TRANSPORTADORA QUE ALIMENTA LA TRITURADORA

Para la selección adecuada de la banda se consideran los factores explicados en el punto 4.6.1.

4.7.1.1 Procedimiento de selección de la banda transportadora.

Paso 1: Elegir el tipo correcto de sistema de banda (recorrido recto o flexión lateral):

Es de recorrido recto.

Paso 2: Seleccionar el material correcto para la aplicación:

El material seleccionado para las bandas en este trabajo es el Polipropileno, los engranajes de Acetal, como se explico anteriormente.

La banda utilizada en el sistema de alimentación de la trituradora, será de la serie 900 (ver anexo A.1), con un diámetro de paso de 27,1 mm de polipropileno, con ejes cuadrados de 60mm (ver anexo A.3). De la serie 900 se selecciono a su vez la banda SQUARE FRICTION TOP, obteniéndose una resistencia de 1490 kg (ver anexo A.11).

En el anexo A.1 también se observa el diámetro de paso de los engranajes usados por la serie 900. Al igual que lo anterior se selecciona el engranaje con mayor número de dientes.

Paso 3: Seleccionar una banda de suficiente resistencia:

Para la selección de la banda se requieren cálculos de parámetros específicos que están reflejados en el apéndice D, dando como resultado los valores reflejados en la tabla 4.8:



Tabla 4.8. Parámetros calculados para la banda transportadora.

Parámetro	Unidad	Valor
Tracción de la banda (BP)	Kg/m	627,92
Fuerza de tracción ajustada (ABP)	Kg/m	879,00
Resistencia permitida por la banda (ABS)	Kg/m	1490,00
Separación máxima entre los engranajes del eje de accionamiento (ABSU)	mm	51,00
Carga total del eje (Dm)	Kg	1090,00
Deflexión (D)	mm	1,10
Par de torsión motriz (To)	Kg-mm	262672,1
Potencia de la banda (P)	hp	0,46
Potencia del motor (Pm)	hp	0,55

Fuente: Propia.

Paso 4: Directrices de diseño:

- Dimensiones

Para las dimensiones de la banda transportadora de esta sección ver el anexo A.14 tipo Square friction top.

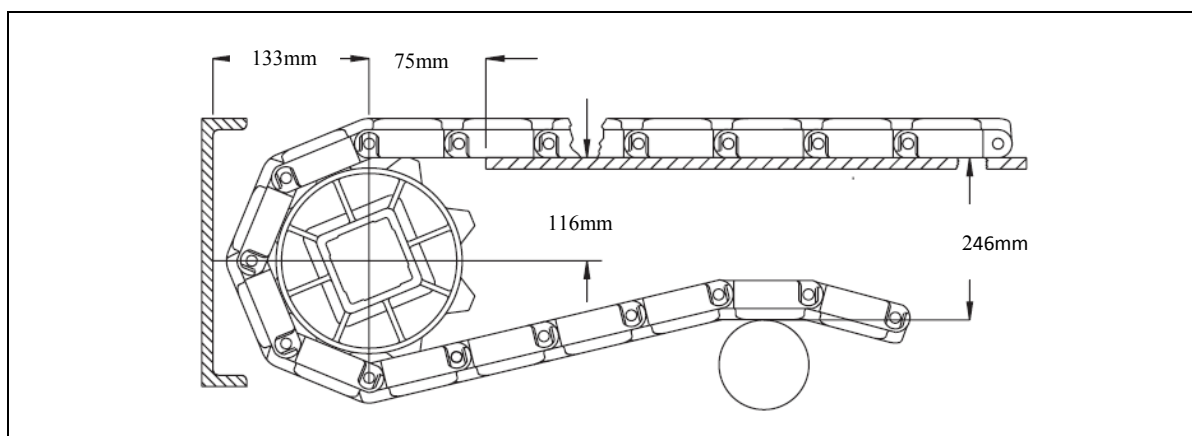


Figura 4.19 Dimensiones de la banda transportadora. Fuente: Propia.



- **Recorrido de ida y de regreso**

- ✓ Las guías de desgaste que se seleccionaron son planas de nilón impregnado con molibdeno (nilatrón) están disponibles en 0,125 pulg. (3,2 mm) de espesor x 1,25 pulg. (31,8 mm) de ancho x 8,5 pies (2,6 m) de largo.
- ✓ La disposición es en forma de "V"
- ✓ Se deben de extender los soportes de guías de desgaste entre los engranajes hasta unas 0,5 pulg. (12,7 mm) de la línea central del eje.
- ✓ Para la cantidad de guías de recorrido de ida y de regreso ver apéndice A.12.

Paso 5: Selección del motor para la banda

Para la selección del motor que suministra la potencia a la banda nos basamos en los contruidos por la casa LENTAX, ver anexo A.15, estos motores son seleccionados en conjunto de un motorreductor, específico para cada caso de diseño. Para la selección de dichos motores es necesario definir algunas variables como lo son:

- Potencia necesaria = 0,55 hp.
- Velocidad de la banda = 1 m/min.
- Diámetro del engranaje a impulsar = 249 mm

Con estos parámetros calculamos la velocidad de giro necesaria, usando la ecuación 1:

$$N = 1 / (0,249 * \pi)$$

$$N = 1,27 \text{ rpm}$$

Con este valor de velocidad giro nos basamos en el catalogo de la marca LENTAX, ver anexo A.16, y seleccionamos el motor en conjunto con el motorreductor:



- Modelo : C5HR 0.75
- Potencia: 0,75 hp.
- Velocidad de giro del motor: 1420 rpm.
- Velocidad de giro a la salida del motorreductor: 1,3 rpm.

En definitiva y siguiendo la nomenclatura de selección de la marca LENTAX, el modelo del conjunto motor – reductor es:

C5HR – 0.75 – 1.3 – B3

4.7.2 TRITURADORA.

Para lograr el triturado de la materia prima se debe de ejercer sobre el material una fuerza de compresión que sobrepase el límite de esfuerzo de compresión admisible del cobre, como se observa en la figura 4.20, los rodillos ejercen una fuerza de compresión sobre la lamina de cobre y a la vez la lámina también ejerce una fuerza de compresión, por tal motivo los rodillos deben de alcanzar el esfuerzo de compresión del cobre para poder triturarlo. (Frod: fuerza de rodillo (kgf), Fcob: fuerza de cobre (kgf))

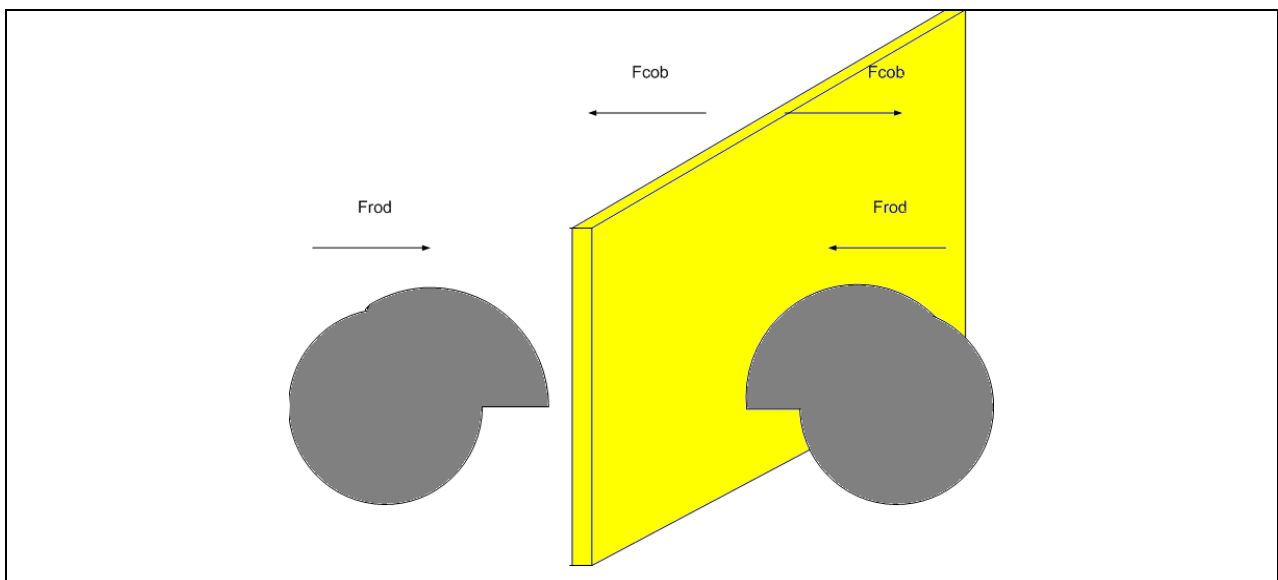


Figura 4.20. Compresión de l



ámina de cobre. Fuente: Propia.

4.7.2.1 Calculo de la potencia necesaria de trituración

$$\sigma_{\text{adm}} = F / A \quad (\text{Ec.9})$$

Donde:

σ_{adm} : esfuerzo admisible de compresión. (kg/cm^2)

F: fuerza. (kgf)

A: área. (cm^2)

Como se observa en la figura 4.21, se observa cómo están distribuidas las fuerzas que actúan sobre el rodillo de la trituradora. Las fuerzas descritas son: F_t : fuerza tangencial (kgf), F_r : fuerza radial (kgf), F: fuerza resultante (kgf)

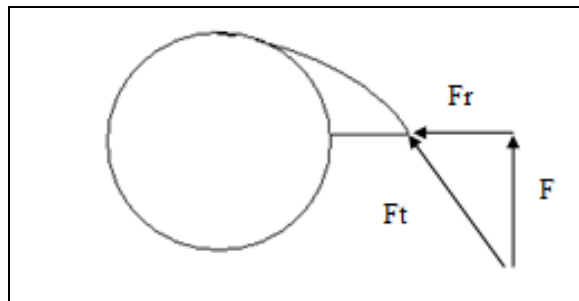


Figura 4.21. Diagrama de fuerzas. Fuente: Propia.

Despejando F de la ecuación 9, resulta la ecuación 10:

$$F = \sigma_{\text{adm}} * A \quad (\text{Ec.10})$$

Sustituyendo los valores correspondientes en la ecuación 10:

$$F = 0,017 \text{ kg}/\text{cm}^2 * 6860 \text{ cm}^2$$

$$F = 117 \text{ kgf}$$



Para calcular el torque, se utiliza la ecuación 11:

$$T = F * R \quad (\text{Ec.11})$$

Donde:

T: torque (N*m)

R: radio (m)

Se tiene:

$$T = 117 \text{ kgf} * 0,23 \text{ m}$$

$$T = 27 \text{ N} * \text{m}$$

Para el cálculo de la potencia requerida para la trituración (Ec.12), se recomienda usar una velocidad de giro de 40 rpm a 50 rpm, debido a que el proceso de triturar cobre exige dichos parámetros y la velocidad de la banda transportadora es muy lenta, por lo cual no es necesario aumentar la velocidad de giro. La velocidad de giro seleccionada para el cálculo de la potencia es el promedio de los rangos anteriores, 45 rpm.

$$\text{Pot: } T * W \quad (\text{Ec.12})$$

Donde:

Pot: potencia (Hp)

W: velocidad angular (rad/s)

Se tiene:

$$\text{Pot: } 27 \text{ N} * \text{m} * 4,71 \text{ rad/s}$$

$$\text{Pot: } 127 \text{ N*m/s}$$

$$\text{Pot: } 113 \text{ Hp}$$



Las especificaciones y los planos de la trituradora seleccionada que cumple con estos parámetros se encuentran en el apéndice D.

4.8 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN PARA EL HORNO ROTATIVO DE FUNDICIÓN.

En este punto se diseña el sistema que alimenta al horno rotativo, que como se selecciono anteriormente, consiste en una banda transportadora con un tramo inclinado que permitirá alimentar el horno.

4.8.1 BANDA TRANSPORTADORA.

Para la selección adecuada de la banda se consideran los factores explicados en el punto 4.6.1.

4.8.1.1 Procedimiento de selección de la banda transportadora.

Paso 1: Elegir el tipo correcto de sistema de banda (recorrido recto o flexión lateral):

Recorrido recto.

Paso 2: Seleccionar el material correcto para la aplicación:

El material seleccionado para las bandas en este trabajo es el Polipropileno, los engranajes de Acetal, como se explico anteriormente.

La banda utilizada en el sistema de alimentación a la trituradora se seleccionó la serie 900 (ver anexo A.1), con un diámetro de paso de 27,1 mm de polipropileno, con ejes cuadrados de 60mm (ver anexo A.3). De la serie 900 se selecciono a su vez la banda SQUARE FRICTION TOP, obteniéndose una resistencia de 1490 kg. (ver anexo A.11).

Paso 3: Seleccionar una banda de suficiente resistencia:



Para la selección de la banda se requieren cálculos de parámetros específicos que están reflejados en el apéndice D, dando como resultado los valores reflejados en la tabla 4.9:

Tabla 4.9. Parámetros calculados para la banda transportadora.

Parámetro	Unidad	Valor
Tracción de la banda (BP)	Kg/m	495,30
Fuerza de tracción ajustada (ABP)	Kg/m	693,42
Resistencia permitida por la banda (ABS)	Kg/m	1490,00
Separación máxima entre los engranajes del eje de accionamiento (ABSU)	mm	51,00
Carga total del eje (Dm)	Kg	433,52
Deflexión (D)	mm	0,10
Par de torsión motriz (To)	Kg-mm	51798,00
Potencia de la banda (P)	hp	0,14
Potencia del motor (Pm)	hp	0,35

Fuente: Propia.

Paso 4: Directrices de diseño:

- **Dimensiones**

Para las dimensiones de la banda transportadora de esta sección ver el anexo A.14 tipo Square friction top. Ver figura 4.22, la cual muestra las dimensiones requeridas de la banda transportadora.

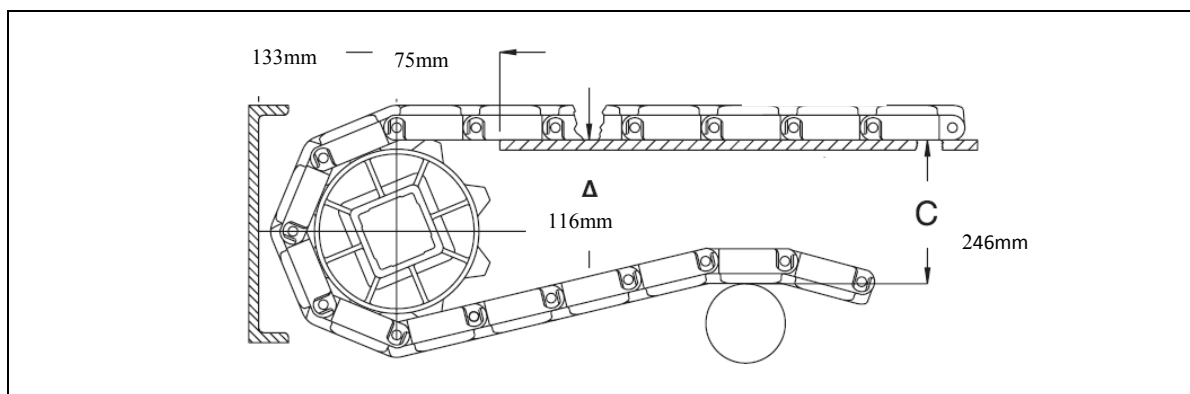


Figura 4.22 Dimensiones de la banda transportadora. Fuente: Propia.



- **Recorrido de ida y de regreso**

- ✓ Las guías de desgaste que se seleccionaron son planas de nilón impregnado con molibdeno (nilatrón) están disponibles en 0,125 pulg. (3,2 mm) de espesor x 1,25 pulg. (31,8 mm) de ancho x 8,5 pies (2,6 m) de largo.
- ✓ La disposición es en forma de "V"
- ✓ Se deben de extender los soportes de guías de desgaste entre los engranajes hasta unas 0,5 pulg. (12,7 mm) de la línea central del eje.
- ✓ Para la cantidad de guías de recorrido de ida y de regreso ver anexo A.12.

Paso 5: Selección del motor para la banda

Para la selección del motor que suministra la potencia a la banda nos basamos en los construidos por la casa LENTAX, ver anexo A.15, estos motores son seleccionados en conjunto de un motorreductor, específico para cada caso de diseño. Para la selección de dichos motores es necesario definir algunas variables como lo son:

- Potencia necesaria = 0,35 hp.
- Velocidad de la banda = 1,5 m/min.
- Diámetro del engranaje a impulsar = 249 mm

Con estos parámetros calculamos la velocidad de giro necesaria, utilizando la ecuación 1:

$$N = 1,5 / (0,249 * \pi)$$

$$N = 1,91 \text{ rpm}$$

Con este valor de velocidad giro y en base al catalogo de la marca LENTAX, ver anexo A.16, se selecciona el motor reductor:



- Modelo : C4TR 0.50
- Potencia: 0,50 hp.
- Velocidad de giro del motor: 1405 rpm.
- Velocidad de giro a la salida del motorreductor: 2,1 rpm.

En definitiva y siguiendo la nomenclatura de selección de la marca LENTAX, el modelo del conjunto motor – reductor es:

C4TR – 0.50 – 2.1 – B3



4.9 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN

En este punto se desarrollará el análisis y diseño de ingeniería de una estructura que sirva de soporte para bandas transportadoras compuesta por dos módulos independientes estructuralmente. El primer módulo corresponde a la estructura que transporta la materia prima a la trituradora; mientras que el segundo módulo, traslada la materia prima triturada al horno de fundición.

4.9.1 Cálculo del tipo de viga

Paso 1: Carga total:

$$Q_t = CM + CV \quad (\text{Ec.13})$$

Donde:

Q_t : carga total (kg/m)

CM : carga muerta (kg/m)

CV : carga viva (kg/m)

Se tiene para una $CM = 10 \text{ kg/m}$ y una $CV = 102 \text{ kg/m}$:

$$Q_t: 102 \text{ kg/m} + 10 \text{ kg/m} = 112 \text{ kg/m}$$

En la figura 4.23, se puede ver la distribución de carga en una longitud de 4m tomada como referencia para los cálculos realizados en toda la estructura durante este punto:

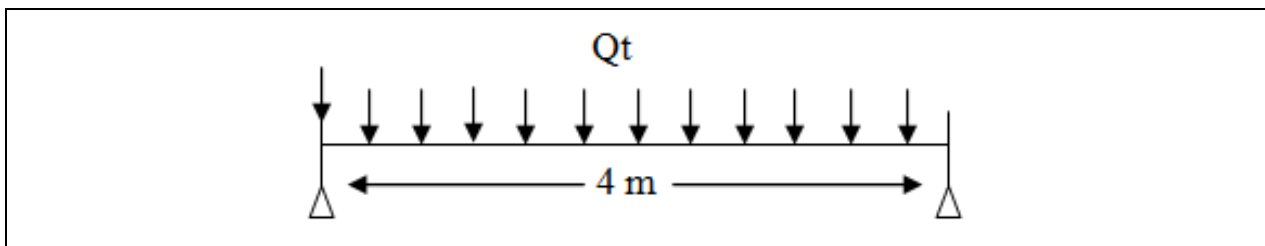


Figura 4.23. Distribución de carga en un tramo de referencia. Fuente: Propia.



Paso 2: Carga mejorada:

$$QM = 1,2 * CM + 1,6 * CV \quad (Ec.14)$$

Donde:

QM: carga mejorada (kg/m)

$$\begin{aligned} QM &= 1,2 * (10 \text{ kg/m}) + 1,6 * (102 \text{ kg/m}) \\ QM &= 175,2 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Paso 3: Momento:

$$M = QM * L^2 / 10 \quad (Ec.15)$$

Donde:

M: momento (kg m)

$$M = 175,2 \text{ kg/m} \times (4 \text{ m})^2 / 10 = 280,32 \text{ kg m}$$

Paso 4: Modulo de sección elástico:

$$S_x = M * 100 / (0,6 * F_y) \quad (Ec.16)$$

Donde:

Sx: modulo de sección elástico en el eje mayor X (cm³)

Fy: esfuerzo de fluencia del acero (kg/cm²)

0,6: Constante (adim)

Fy: esfuerzo de fluencia del acero en flexión (kg/cm²)

$$S_x = (280,32 \text{ kg m} * 100) / (0,6 * 2500 \text{ (kg/cm}^2\text{)}) = 18,68 \text{ cm}^3$$



Con el valor de $S_x = 18,68 \text{ cm}^3$, dato en tabla (anexo E), IPE-80.

Tomando en cuenta el aumento por carga de impacto o vibración, se hicieron otros análisis resultando el perfil adecuado IPE-100, ya que este además resiste las cargas adicionales que se presenten en las vigas de soporte de lavado químico y horno de secado.

En la figura 4.24, se muestra la vista superior de la estructura del modulo I y en la figura 4.25 se observa el tipo de viga a utilizar para el diseño, el cual será IPE 100.

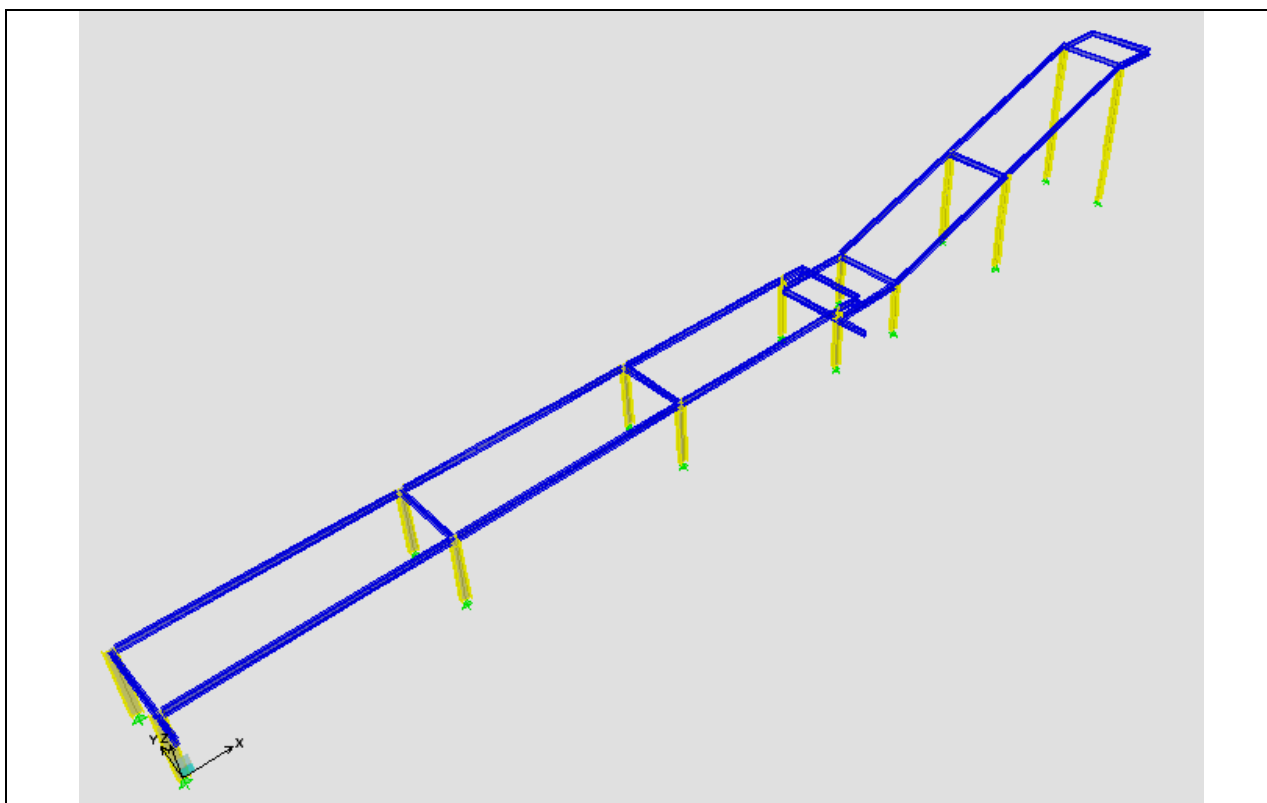


Figura 4.24. Modulo I, Lavado químico, Horno de secado y Trituradora. Fuente: Propia.

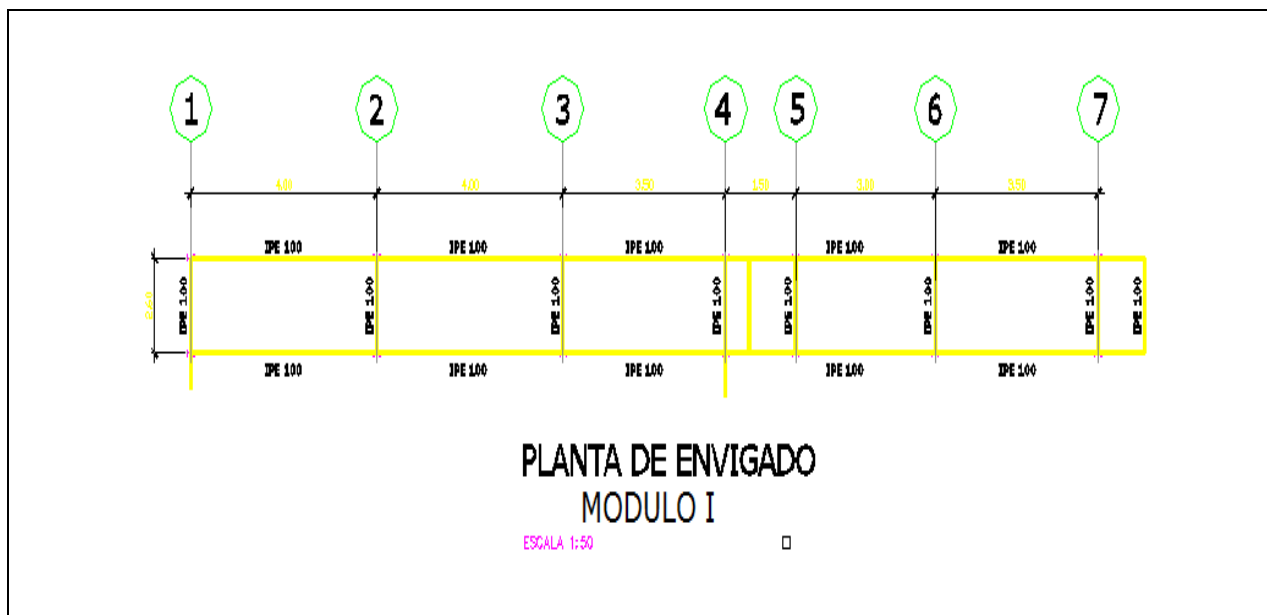


Figura 4.25. Planta de envigado modulo I. Fuente: Propia.

Igualmente, se muestra en la figura 4.26 la vista superior de la estructura del modulo II y el tipo de viga a utilizar para el diseño en la figura 4.27, el cual será IPE 100 (ver anexo E).

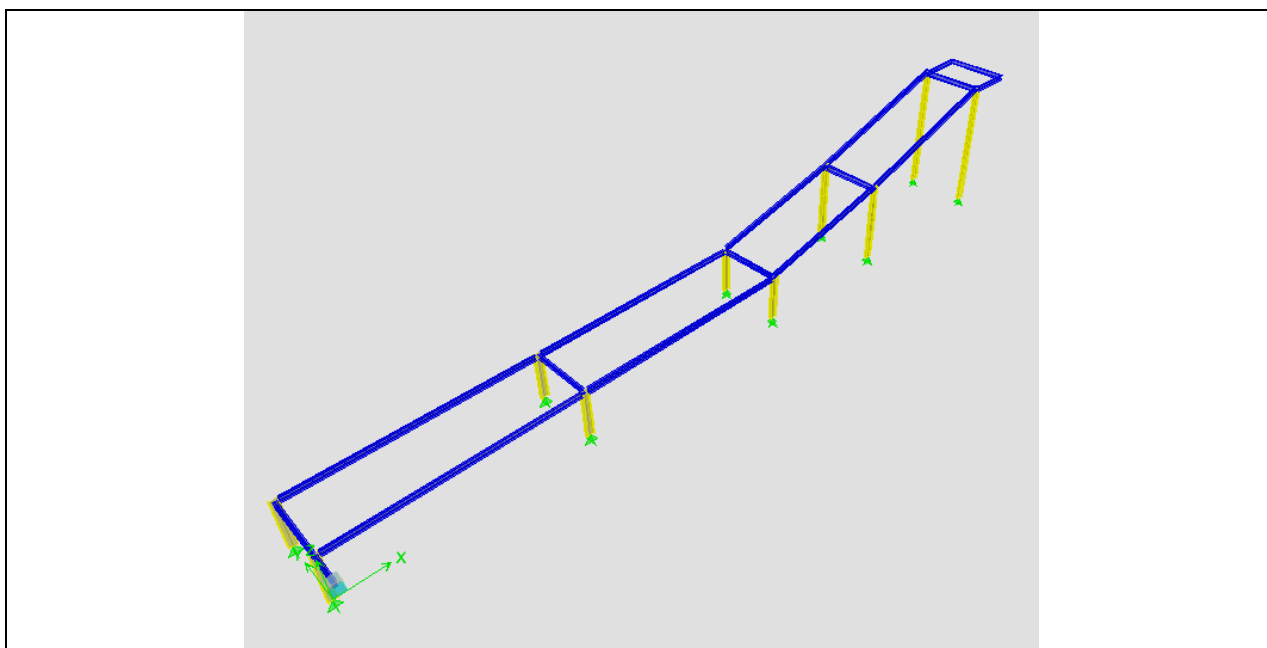


Figura 4.26. Modulo II, horno de fundición. Fuente: Propia.

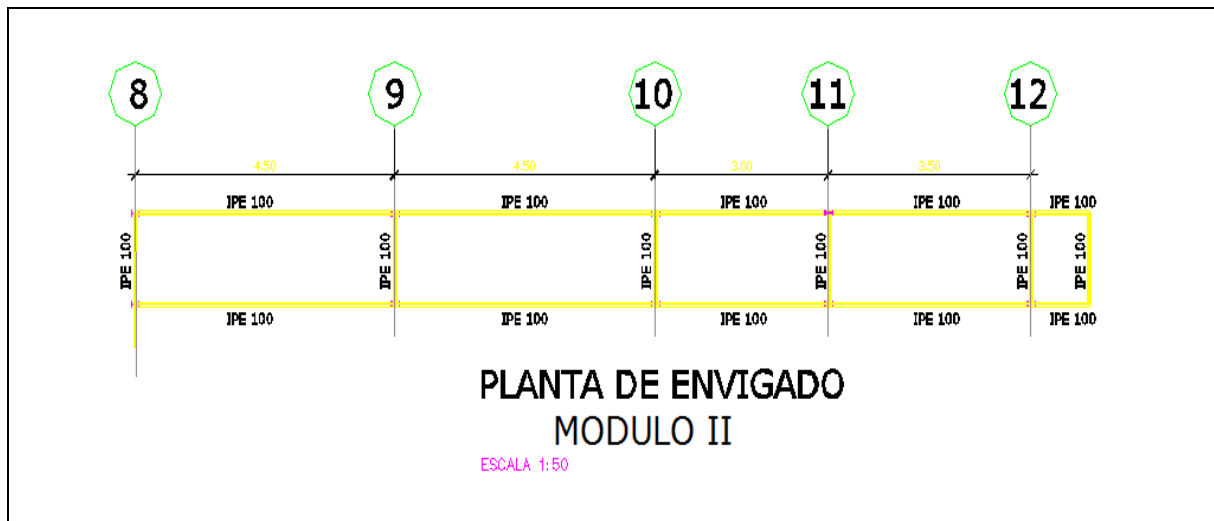


Figura 4.27. Planta de envigado del modulo II. Fuente: Propia.

4.9.2 Criterios estructurales

Fundaciones: La infraestructura consta de dados de fundación aisladas de concreto armado con espesores de 20 cm debido a las condiciones de carga. Tanto las zapatas como los pedestales han sido reforzados con cabillas de acero con resistencia a la fluencia de $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, y de diámetro $\frac{1}{2}$ ", las cuales irán embebidas en el concreto; dicho concreto tendrá una resistencia a la compresión de $f_c' = 250 \text{ Kg/cm}^2$. Cada fundación será vaciada sobre un terreno compactado al 95% PM, en capas no menores de 20cm y una capa de 5 cm de piedra picada.

Superestructura: Para el caso de la superestructura, se creó un modelo espacial estructural integral, con todas las características de forma y dimensiones arquitectónicas. Las columnas con las vigas de carga y vigas de amarre conforman pórticos rígidos pertenecientes al sistema, en donde las columnas, tanto del Modulo I como del Modulo II, están formadas por perfiles metálicos IPE 140; mientras que las vigas están constituidas por perfiles IPE 100. Debido al poco peso de la estructura no se analizó la influencia del sismo, y por condiciones de ubicación de la estructura, no será atacada por las fuerzas del viento.



4.9.3 Cargas de diseño

Carga permanente:

En la tabla que se observa a continuación se describen los elementos que se encuentran ubicados sobre la estructura a la cual se le es ejercida una fuerza constante e invariable de los elementos señalados. En la tabla 4.10, se muestra las cargas de los diferentes elementos sometidas sobre la estructura.

Tabla 4.10. Elementos que conforman la estructura

	CARGA
Guías de desgastes	7,71 kg/m ²
Banda Transportadora	5 kg/m ²
Lavado Químico (laminas)	198 kg
Horno de Secado (laminas)	198 kg

Fuente: Propia.

Carga variable:

En la tabla 4.11, se describe la carga de la materia prima, la cual es variable, que actúa sobre la estructura.

Tabla 4.11. Carga de la materia prima

	CARGA
Materia Prima	120 kg/m ²

Fuente: Propia.

4.9.4 Parámetros fundamentales en la estructura

A continuación se presentan en las tablas 4.12 y 4.13, que indican los principales parámetros y sus valores tomados en cuenta en el diseño de la estructura.



Tabla 4.12. Características de los materiales

Concreto en fundaciones	$f'_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$
Perfiles IPE	$F_y = 2500 \text{ Kg/cm}^2$
Planchas de acero ASTM A36	$F_y = 2500 \text{ Kg/cm}^2$

Fuente: Propia.

Tabla 4.13. Recubrimientos

Fondo de Fundaciones	0,075 m
Lateral de Fundaciones	0,05 m
Tope de Fundaciones	0,05 m
Pedestales	0,05 m

Fuente: Propia.

4.9.5 Método para el análisis estructural

Para este paso se utilizó el análisis espacial por el método de elementos finitos, apoyándose en un software llamado ETABS®

Adicionalmente se utilizaron normas de diseño internacionales, como lo son la norma COVENIN MINDUR 2002 – 88 y 1618 – 98.

En el desarrollo del programa se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones para el análisis:



Reacciones en la base:

Las fuerzas de empotramiento que conforman el Modulo I se describen en la tabla 4.14.

Tabla 4.14. Fuerzas de empotramiento Modulo I

Punto	Carga	FX	FY	FZ
1	SERVICIO	109.73	0.4	239.5
3	SERVICIO	109.7	-0.42	273.47
5	SERVICIO	-76.54	0.92	342.06
7	SERVICIO	-76.69	-1.19	383.61
29	SERVICIO	-16.58	-0.06	366.98
30	SERVICIO	-16.59	0.05	366.98
31	SERVICIO	24.43	0.5	301.82
32	SERVICIO	24.58	-0.26	301.26
37	SERVICIO	8.31	-0.13	437.65
38	SERVICIO	8.3	0.12	437.63
47	SERVICIO	-13.83	-0.27	585.66
48	SERVICIO	-13.88	0.29	585.7
50	SERVICIO	-35.47	0.3	551.72
51	SERVICIO	-35.46	-0.27	551.64

Fuente: Propia.

La figura 4.28 muestra una vista superior de los puntos del empotramiento de la estructura, tomando como referencia la tabla anterior.

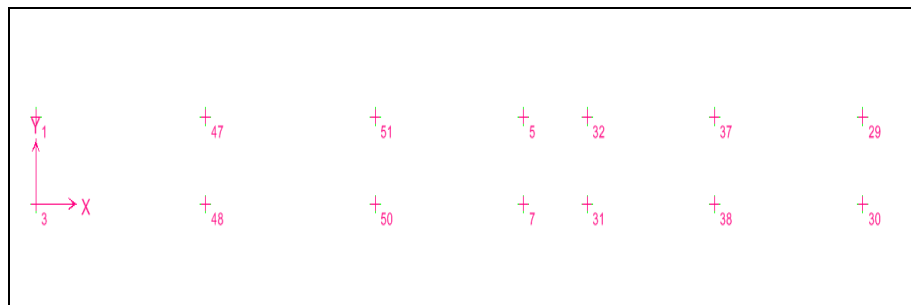


Figura 4.28. Puntos de empotramiento sobre el Modulo I. Fuente: Propia.



Igualmente se describen las fuerzas y los puntos de empotramiento para el Modulo II utilizando la tabla 4.15 y figura 4.29.

Tabla 4.15. Fuerzas de empotramiento Modulo II.

Historia	Punto	Carga	FX	FY	FZ
BASE	1	SERVICIO	160.19	1.07	257.51
BASE	2	SERVICIO	8.94	-0.15	426.12
BASE	3	SERVICIO	160.16	-1.09	299.62
BASE	4	SERVICIO	8.93	0.15	426.12
BASE	68	SERVICIO	-116.81	-0.38	453.42
BASE	69	SERVICIO	-116.84	0.38	453.42
BASE	71	SERVICIO	-33.15	-0.37	545.6
BASE	72	SERVICIO	-33.19	0.39	545.65
BASE	79	SERVICIO	-19.12	-0.06	365.96
BASE	81	SERVICIO	-19.12	0.06	365.96

Fuente: Propia.

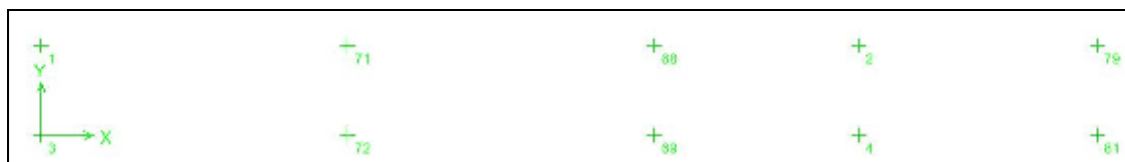


Figura 4.29. Puntos de empotramiento sobre el Modulo II. Fuente: Propia.

Finalmente se presentan los diagramas de carga muerta y carga viva, diagrama de momentos bajo condiciones de carga de servicio, diagrama de fuerza cortante, momento de flexión y carga axial, tanto del Modulo I como del Modulo II. En la figura 4.30, se muestra una vista superior de la estructura Modulo I, representa el diagrama de carga muerta sobre la misma.

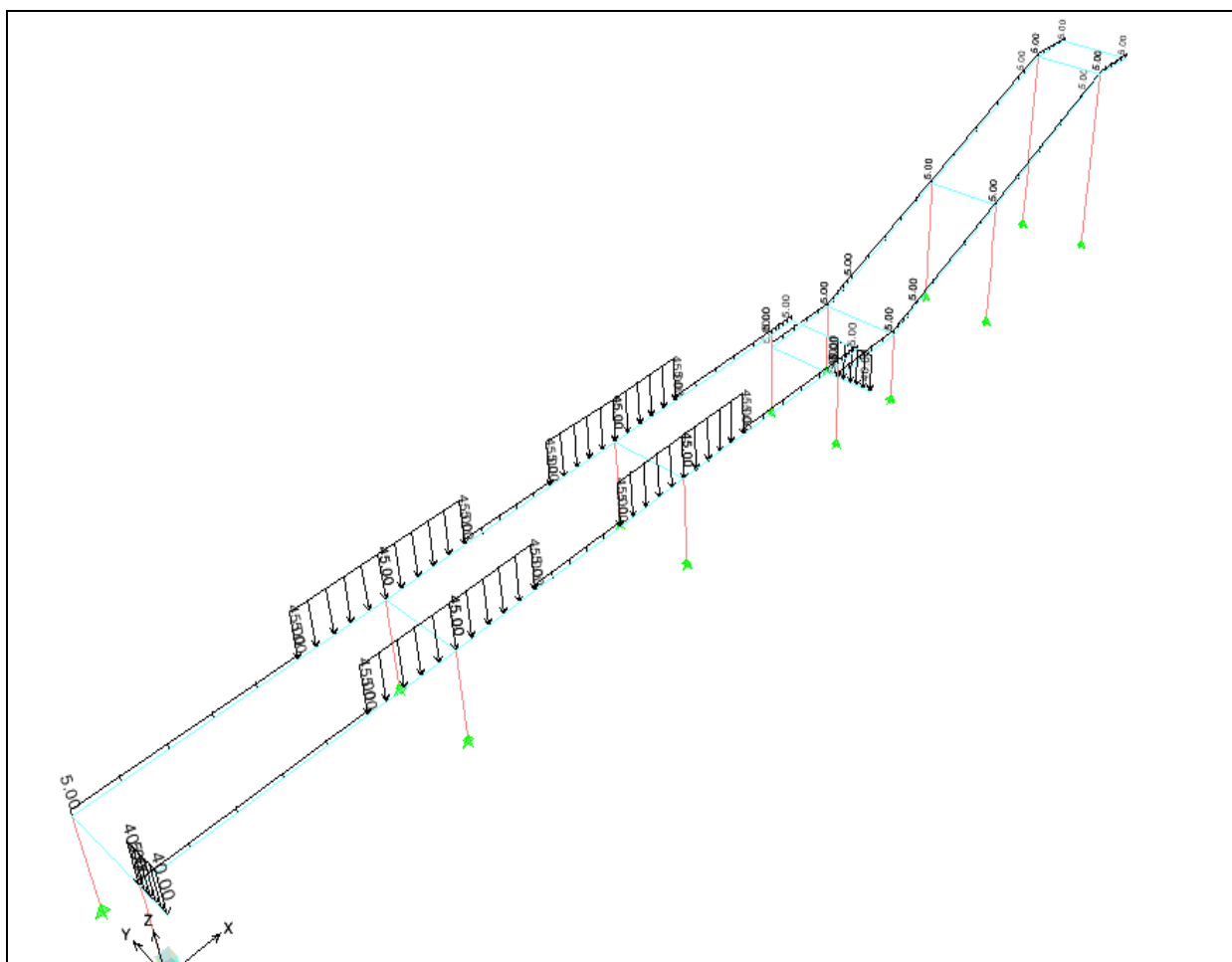


Figura 4.30. Diagrama de carga muerta del Módulo I. Fuente: Propia.



En la figura 4.31, se muestra una vista superior de la estructura Modulo I, representa el diagrama de carga viva sobre la misma.

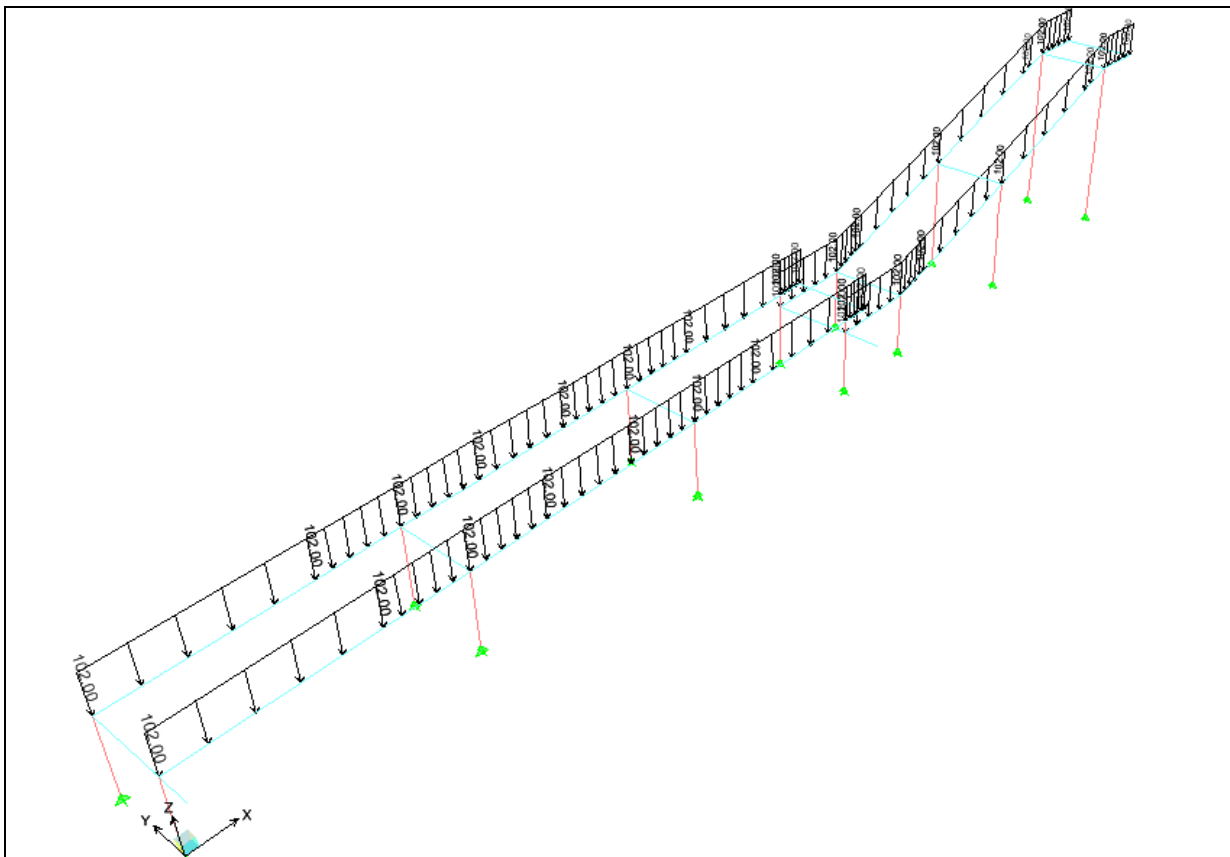


Figura 4.31. Diagrama de carga viva del Modulo I. Fuente: Propia.



En la figura 4.32, se muestra una vista superior de la estructura Modulo I, representa el diagrama de momento bajo condiciones de carga de servicio sobre la misma.

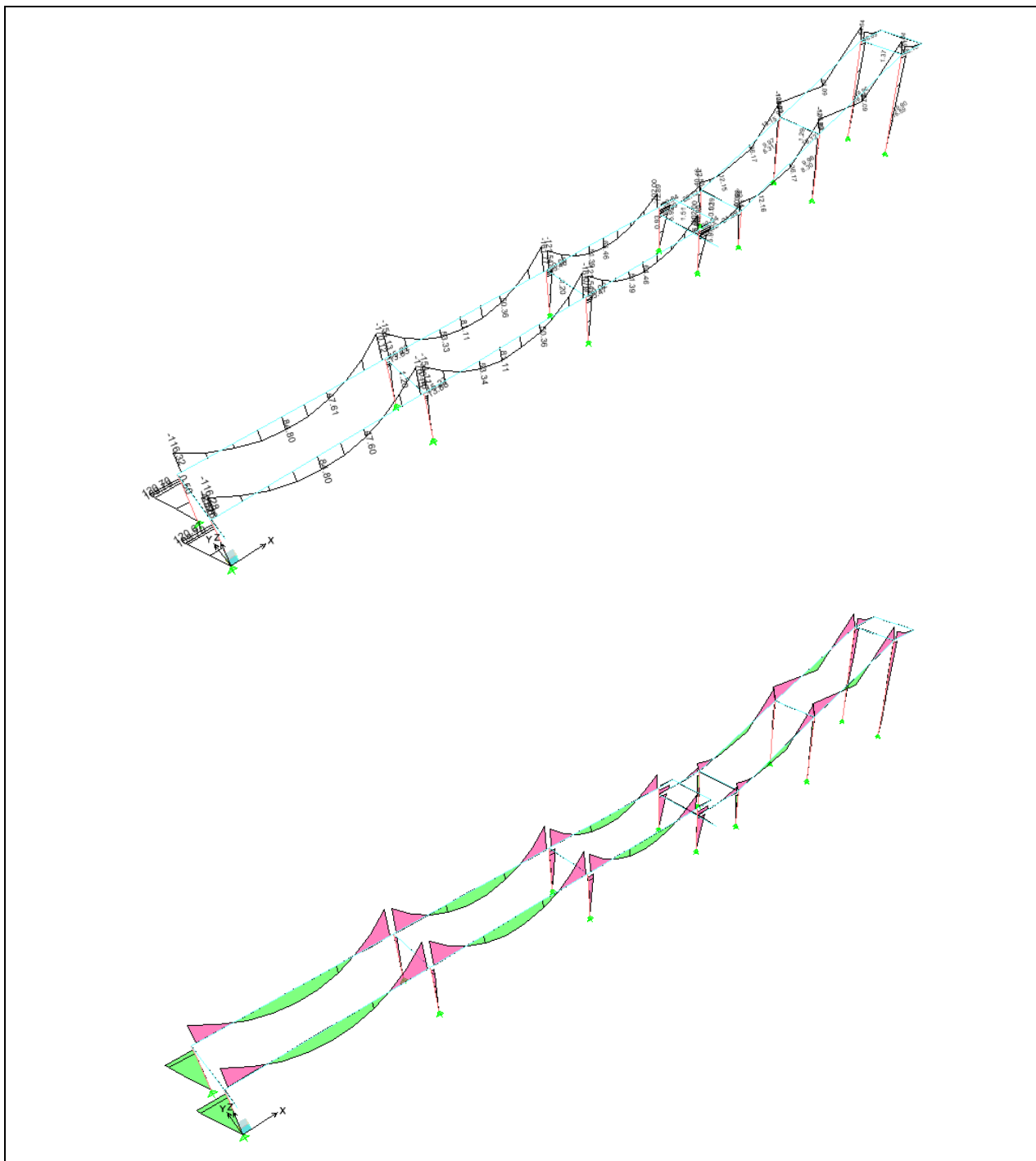


Figura 4.32. Diagrama de momentos bajo condiciones de carga de servicio del Modulo I.

Fuente: Propia.



En la figura 4.33, se muestra una vista lateral de la estructura Modulo I, representa el diagrama de fuerza cortante sobre la misma.

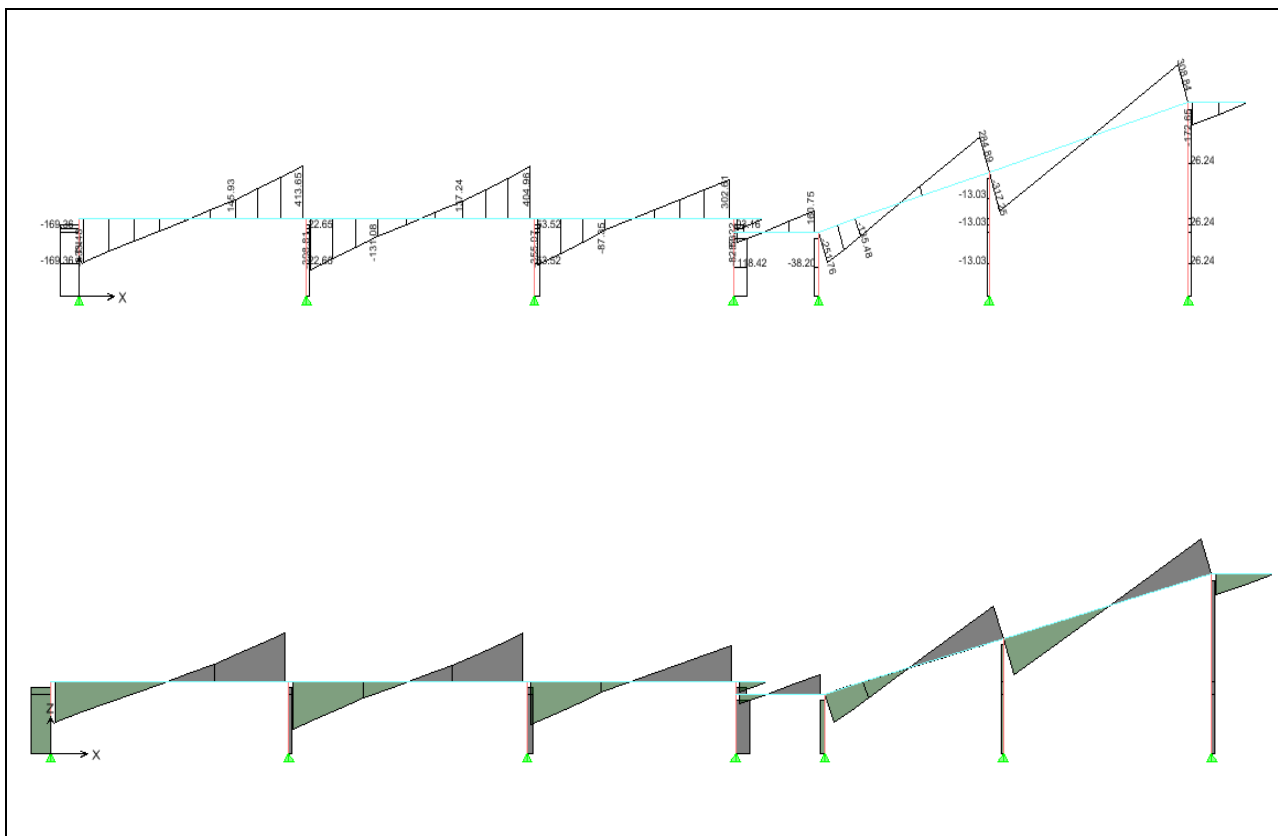


Figura 4.33. Diagrama de fuerza cortante del Modulo I. Fuente: Propia.



En la figura 4.34, se muestra una vista lateral de la estructura Modulo I, representa el diagrama de momento de flexión sobre la misma.

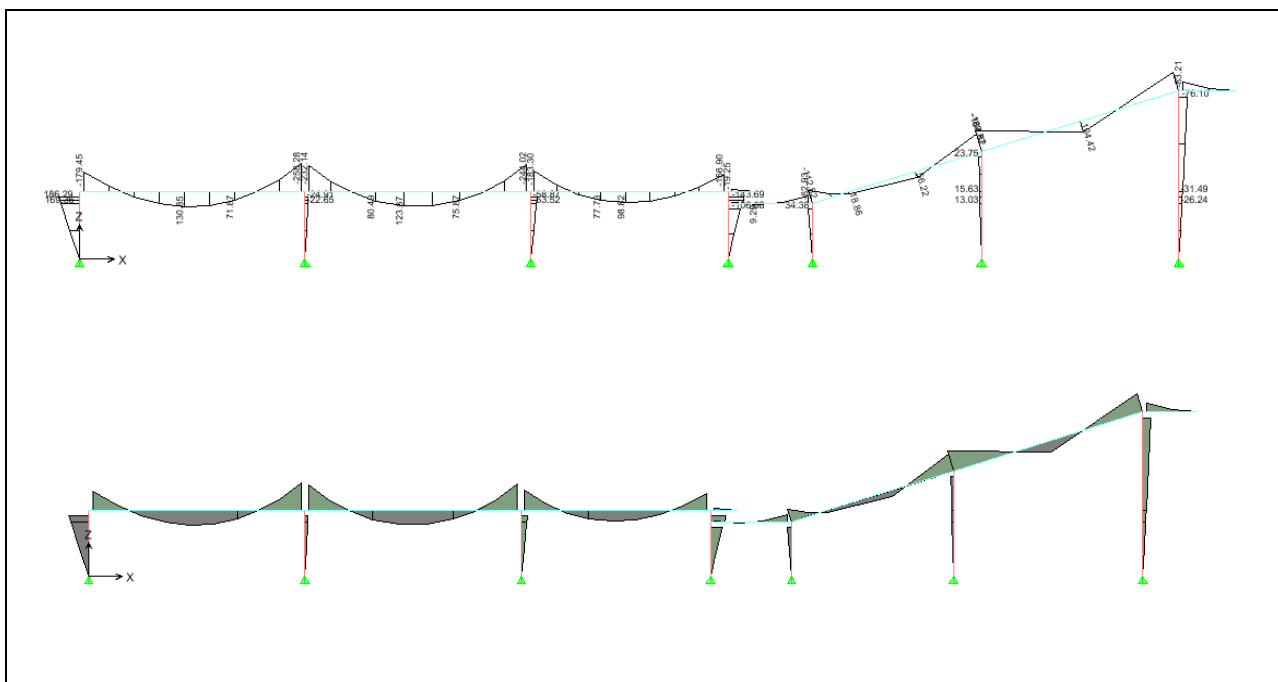


Figura 4.34. Diagrama de momento de flexión del Modulo I. Fuente: Propia



En la figura 4.35, se muestra una vista lateral de la estructura Modulo I, representa el diagrama de carga axial sobre la misma.

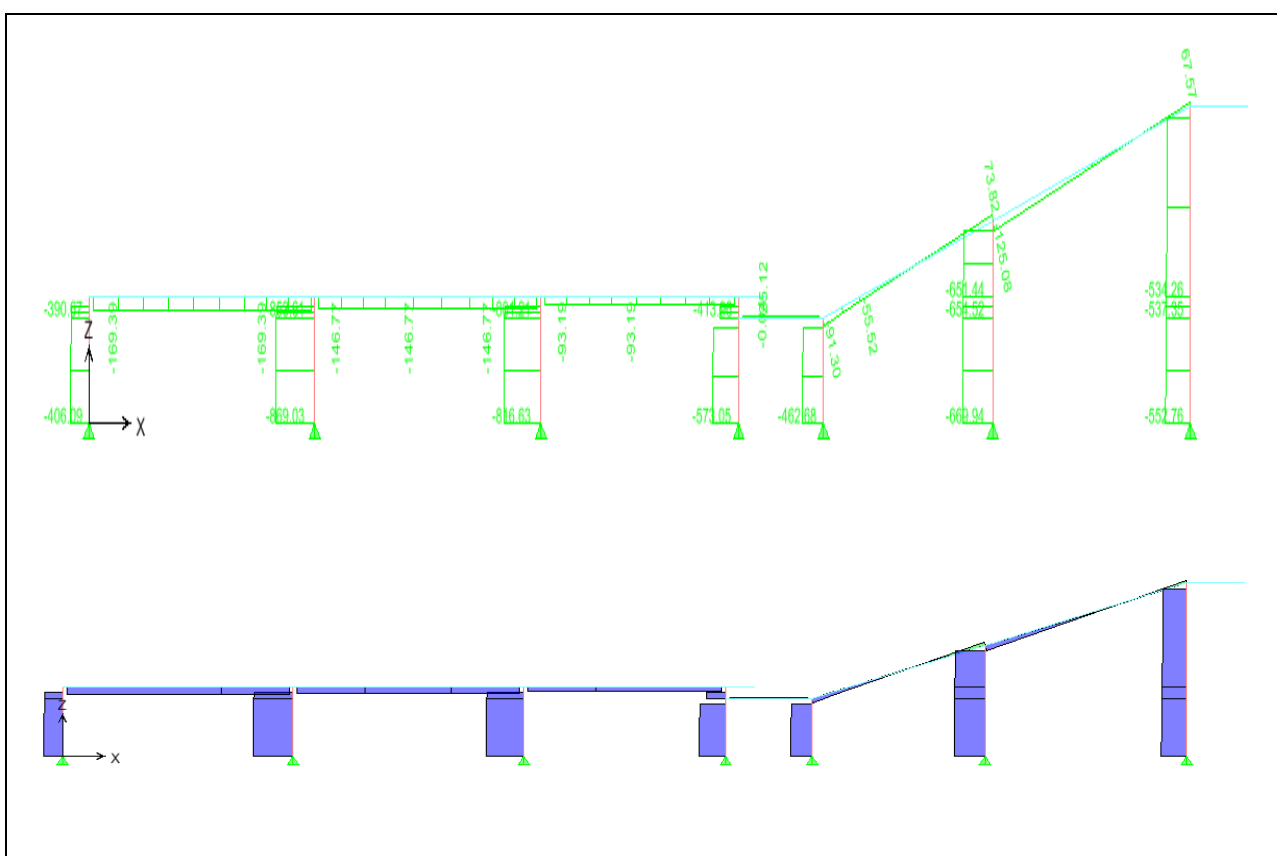


Figura 4.35. Diagrama de carga axial del Modulo I. Fuente: Propia.



En la figura 4.36, se muestra una vista superior de la estructura Modulo II, representa el diagrama de carga muerta sobre la misma.

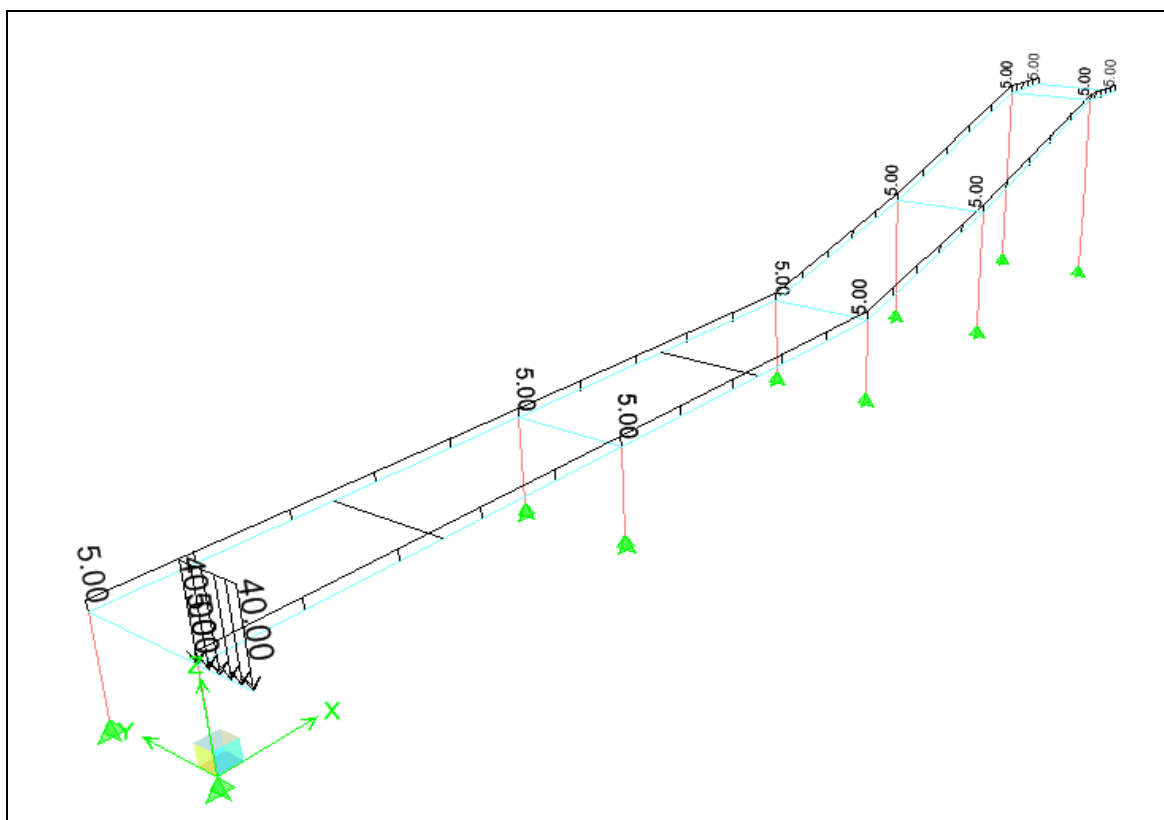


Figura 4.36. Diagrama de carga muerta del Modulo II. Fuente: Propia.



En la figura 4.37, se muestra una vista superior de la estructura Modulo II, representa el diagrama de carga viva sobre la misma.

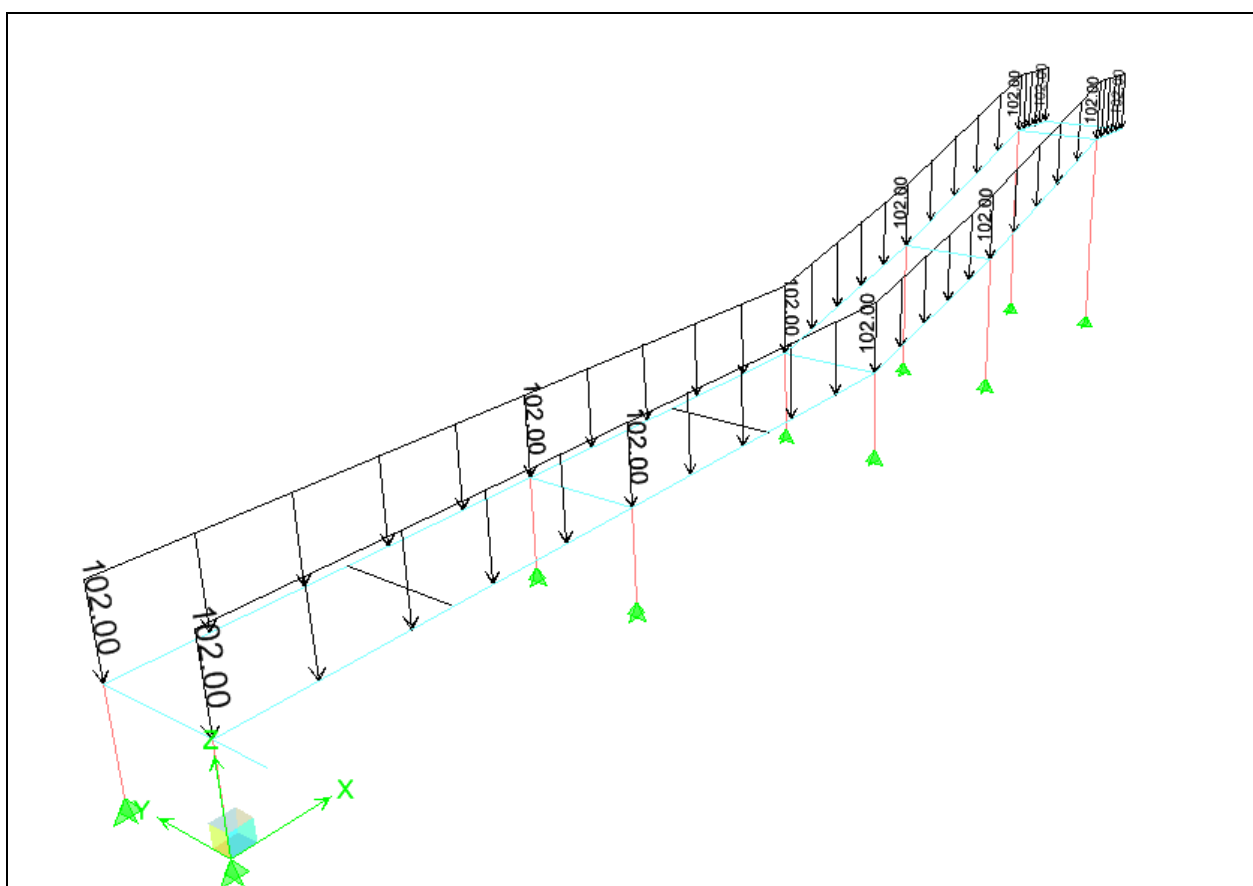


Figura 4.37. Diagrama de carga viva del Modulo II. Fuente: Propia.



En la figura 4.38, se muestra una vista superior de la estructura Modulo II, representa el diagrama bajo condiciones de carga de servicio sobre la misma.

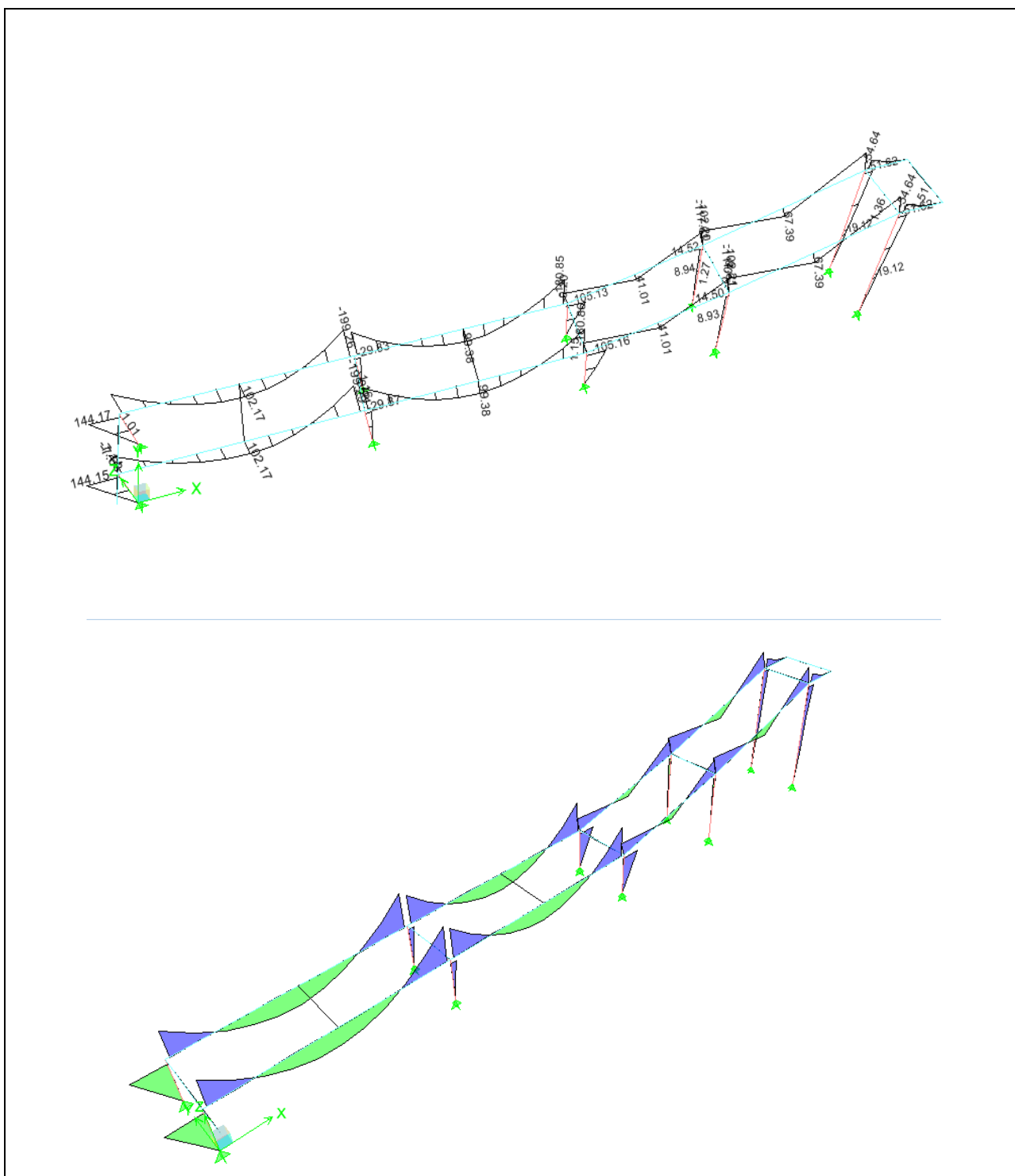


Figura 4.38. Diagrama de momentos bajo condiciones de carga de servicio del Modulo II.

Fuente: Propia.



En la figura 4.39, se muestra una vista lateral de la estructura Modulo II, representa el diagrama de fuerza cortante sobre la misma.

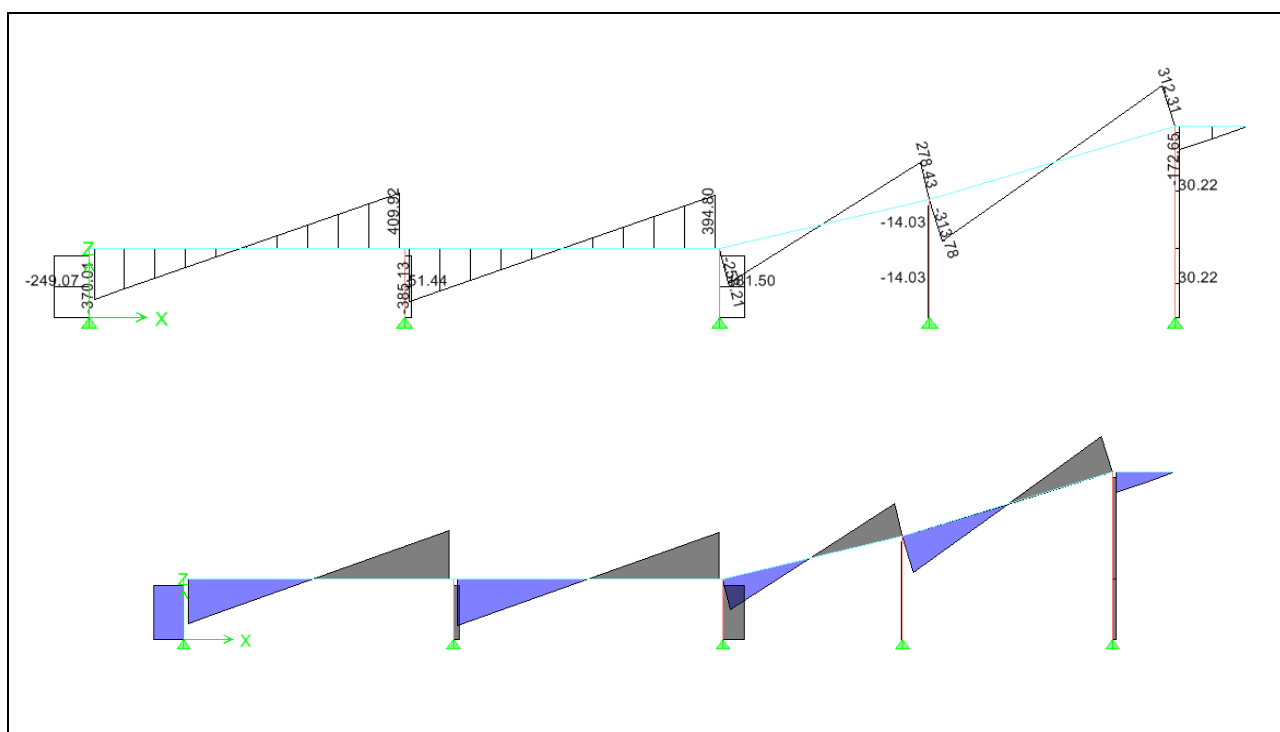


Figura 4.39. Diagrama de fuerza cortante del Modulo I. Fuente: Propia.



En la figura 4.40, se muestra una vista lateral de la estructura Modulo II, representa el diagrama de momento de flexión sobre la misma.

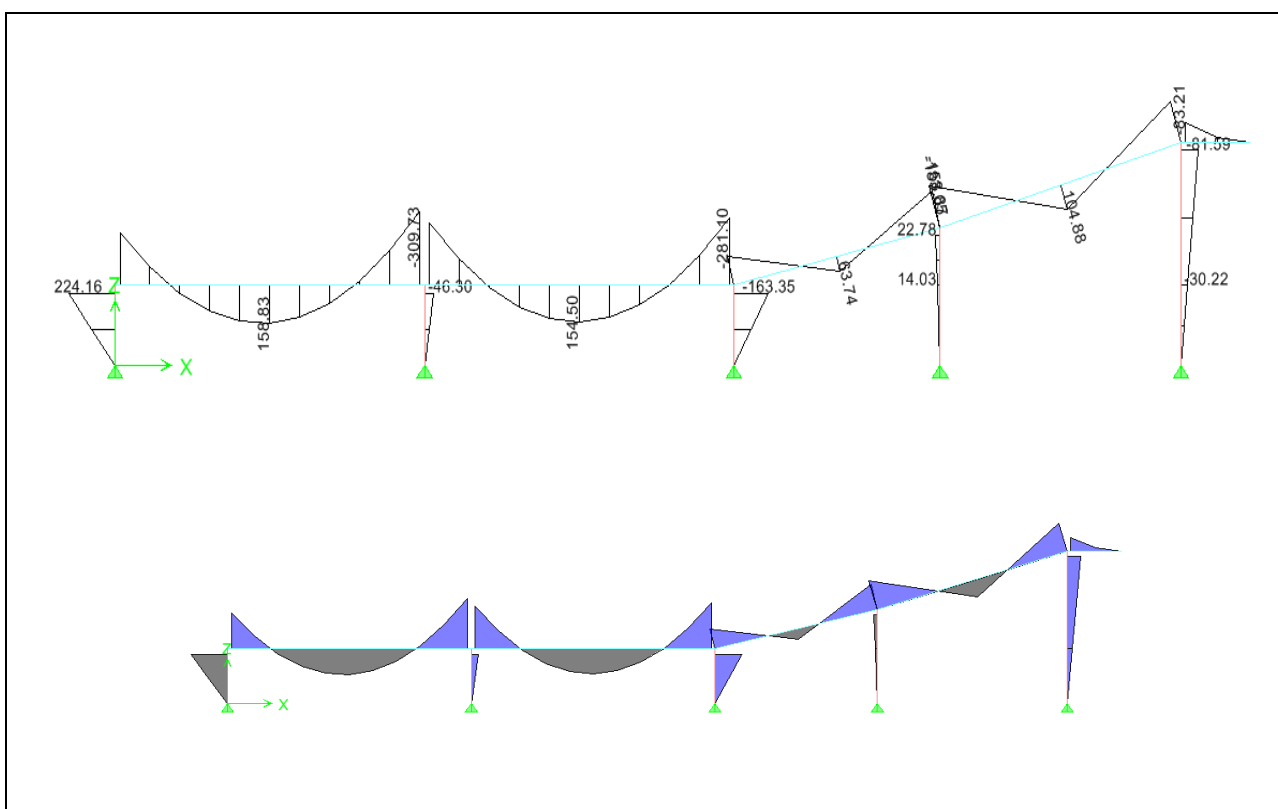


Figura 4.40. Diagrama de momento de flexión del Modulo I. Fuente: Propia.



En la figura 4.41, se muestra una vista lateral de la estructura Modulo II, representa el diagrama de carga axial sobre la misma.

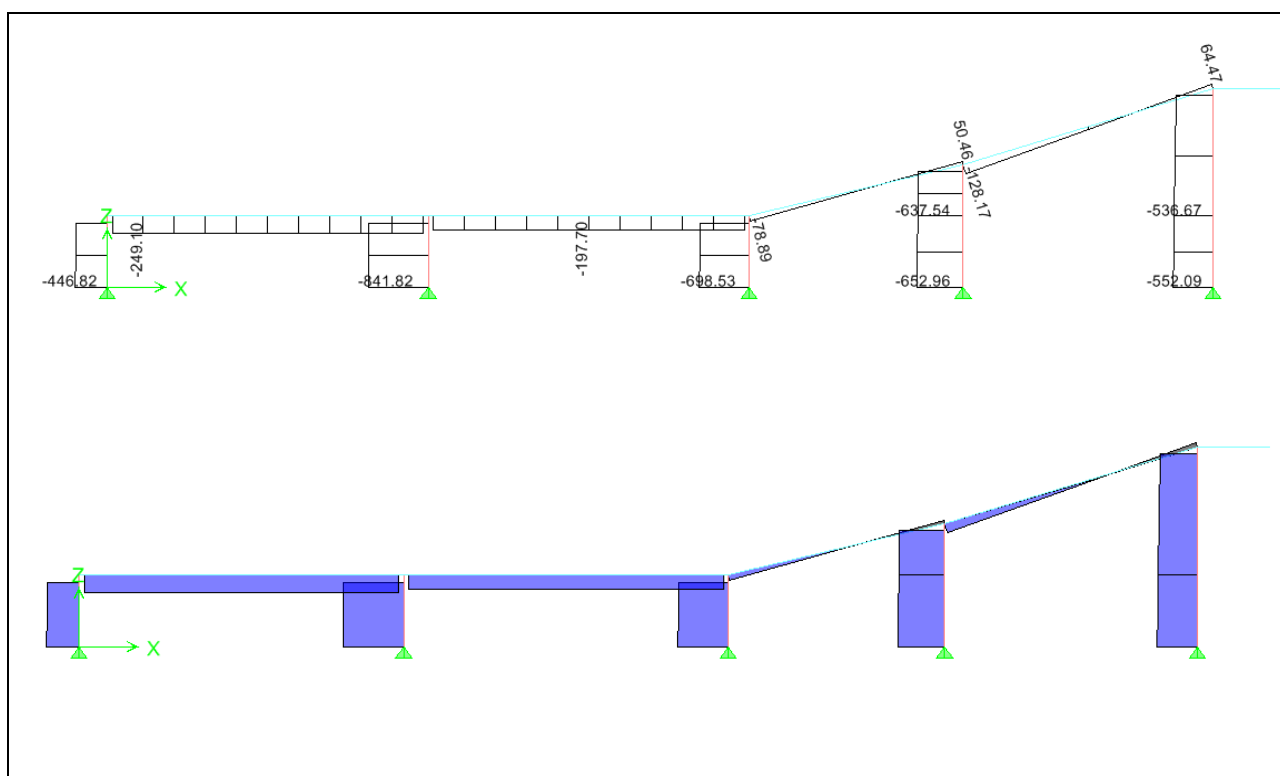


Figura 4.41. Diagrama de carga axial del Modulo I. Fuente: Propia.



4.10 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

El diseño del sistema de control y automatización se fundamentó en realizar una simulación bajo un ambiente de Software Scada, en este caso el RS View 32, se utilizó un control lógico programable para controlar las variables que intervienen en el proceso.

4.10.1 Requerimientos del diseño

Los requerimientos del diseño se basaron en controlar la alimentación del horno de fundición, para esto es necesario sensar el peso del horno, para cuando este contenga la cantidad requerida de materia prima en su interior, detener la banda transportadora que lo alimenta. De igual manera se debe incluir un detector de nivel en la tolva de la trituradora que controle las bandas transportadoras del lavado químico y la banda que la alimenta.

4.10.2 Especificaciones del sistema diseñado

El diseño del sistema como se discutió anteriormente está basado en una programación de un PLC de la casa Allan – Bradley (ver figura 4.42), a este se le realizó la programación bajo un esquema de diagrama en escalera (ver apéndice F), y se incluyó en el software RS View 32 para la respectiva simulación (ver figura 4.43). En la programación se cubrieron los requerimientos del diseño, en donde, los elementos de sensado de peso en el horno y de nivel en la tolva de la trituradora fueron sustituidos por temporizadores y contadores.



Figura 4.42. PLC SLC 500. Fuente: Allen – Bradley

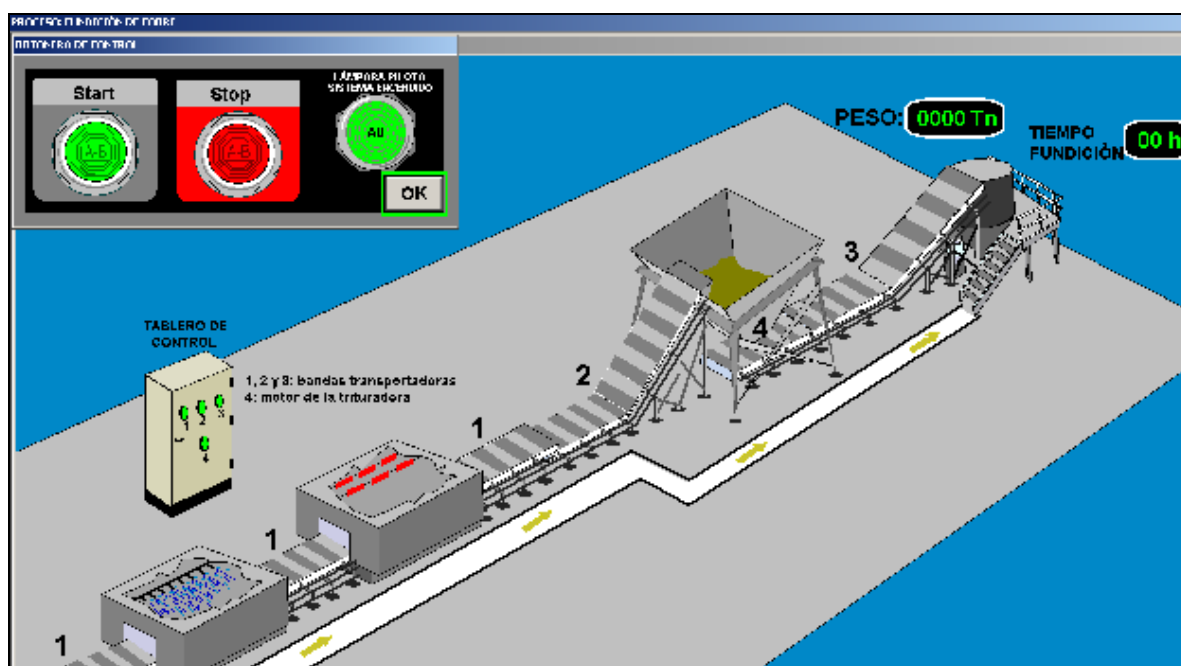


Figura 4.43. Sistema diseñado en simulación. Fuente: propia.

Leyenda:

1. Banda transportadora de Lavado Químico y Horno de Secado
2. Banda transportadora que suministra a la trituradora
3. Banda transportadora que suministra al horno de fundición
4. Motor de la trituradora

4.10.3 Recomendaciones del diseño

Ya que la simulación fue creada con la intención de hacer una réplica del diseño, lograr monitorear sus variables y evaluar su comportamiento, no fueron incluidos los elementos de control necesarios, por ende, en este punto se nombran los elementos de control necesarios para un correcto funcionamiento de la línea en caso de la implementación, estos se enumeran a continuación:



1. El proceso de sensado de carga se puede realizar mediante el uso de celdas de cargas (ver anexo I.1), estas poseen una salida de tipo analógica admisible por el PLC seleccionado.
2. El monitoreo de nivel en la tolva de la trituradora se puede realizar mediante el uso de un sensor de nivel de tipo membrana de la casa Kobold (ver anexo I.2), este deberá ser situado en un punto estratégico de la tolva ya que con cualquier contacto de la materia prima emite una señal hacia el control indicando un nivel alto en la tolva.



4.11 SELECCIÓN DE EQUIPO PARA INTRODUCIR LA MATERIA PRIMA EN LA LINEA DE ALIMENTACION

Para el funcionamiento adecuado de la línea, debe incluirse una máquina que introduzca la materia prima en la línea de alimentación, para esto, de acuerdo a las entrevistas al personal calificado de la empresa, se concluyó colocar un polipasto, este estará instalado en el comienzo de la línea de alimentación. Esta máquina está compuesta por una estructura metálica con un brazo giratorio en su extremo superior, este tiene acoplado un motor eléctrico que hace girar un carrete que posee acoplado una cadena que regula el movimiento vertical de la materia prima, este carrete igualmente puede desplazarse a lo largo del brazo giratorio (ver figura 4.44).



Figura 4.44. Polipasto. Fuente: Aselinca.

Es necesario adaptarle al polipasto unas grapas, llamadas poligrapas, para poder sujetar y elevar la materia prima, además de facilitar las excesivas maniobras durante el movimiento de la chatarra. Estos funcionan con el mismo peso del material, al elevarse se cierran las grapas y al descender se abren, consta de 5 fuertes estructuras en forma de concha, es adaptable a cualquier tipo de polipasto (ver figura 4.45).



Figura 4.45. Poligrapa ajustable. Fuente: Aselinca.

En la tabla 4.16 se describen las características del polipasto seleccionado:

Tabla 4.16. Características del polipasto seleccionado.

Polipasto Eléctrico	Kito
Modelo	ER 005L
Capacidad	500 Kg.
Velocidad de Izaje	4,4 m/min
Tipo	Eléctrico de cadena
Altura máx. de izaje	6 m
ED (porcentaje de tiempo operativo por ciclo)	60% (ver Anexo Técnico 1)
Control	Botonera 2 botones
Dimensiones	Ver Anexo Técnico 2 (ER005L)
Tiempo de entrega	Inmediata salvo venta previa

Fuente. Aselinca, C.A



CAPITULO V

FACTIBILIDAD ECONOMICA Y TECNICA DEL SISTEMA PROPUESTO

5.1 FACTIBILIDAD ECONOMICA DEL SISTEMA PROPUESTO

El estudio de la rentabilidad económica del proyecto se va a realizar utilizando el método de valor actual del sistema a instalar, tomando en cuenta la inversión inicial y flujos monetarios. Este método permite ver el flujo monetario asociado al proyecto en el presente. Los flujos monetarios se van a representar como la ganancia que se va a obtener con el aumento de la producción al implementar el sistema. También se determinará el tiempo de pago, para conocer el tiempo en que se recuperará la inversión.

Período de estudio: se va a tomar un periodo de estudio de 10 años ya que se toma en cuenta la situación del país la cual no es recomendable hacer estudios por periodos muy largos.

Inversión inicial (II): para el cálculo de la inversión inicial, se tomaron en cuenta los costos de los equipos a instalar, así como los costos de instalación de los mismos, añadido a esto se incluye un porcentaje de imprevistos para el proyecto.

El cálculo de la inversión está reflejado en el apéndice H, y las cotizaciones en anexo J, el cual tiene como resultado 684.521,51 Bs.F.

Tasa interna de retorno: se va a realizar el estudio con una tasa interna de retorno $i = 23\%$, tomada como promedio del interés de activos del año 2008 del Banco Central de Venezuela.

Flujos monetarios: el estudio se realizará en base al incremento de las ganancias generadas debido a un aumento de la capacidad de materia prima fundida, con la instalación del sistema de manejo y preparación de la materia prima. Adicionalmente se considera que el financiamiento de la implementación del diseño será con capital propio.



Los Ingresos Brutos (IB) debido al incremento de la producción serán el resultado de la ganancia obtenida por producto terminado, incluyendo el aumento que genera la implementación del sistema, si se toman en cuenta los siguientes factores:

- Se procesaran 12 toneladas de materia prima turno.
- 2 turnos por día.
- 11 turnos semanales, 10 turnos entre semana y 1 turno el fin de semana.
- 44 Turnos mensuales

Ahora tomando en cuenta los factores anteriores se tendrán 528 toneladas de cobre fundido por mes, y si consideramos un descenso del porcentaje de rechazo de material debido a la implementación de la línea, tenemos que disminuye de 48 % a 38 %, por lo que resulta un total de 327 toneladas de productos terminados.

Por lo que los ingresos brutos anuales calculados, en base a un promedio de 34.000 Bs.F por tonelada, son de 133.416.000 Bs.F, y los costos de materia prima anuales, en base a 26.000 Bs.F por tonelada ascienden a 102.024.000 Bs.F.

Los costos operacionales (COP), son calculados en base al costo de la materia prima, un aproximado del costo anual de mantenimiento, que para este caso tomando en cuenta mantenimiento preventivo a la línea, se fijo en 40.000 Bs.F anuales. Además se debe tomar en cuenta el costo de sueldos a operarios, que fueron calculados incluyendo los beneficios otorgados por ley anuales. Los costos operacionales se muestran en la tabla 5.1.



Tabla 5.1. Valor de los costos operacionales.

Descripción	Costo Anual (Bs.F)
Operarios	89.488,00
Mantenimiento Anual	45.000,00
Materia Prima	102.024.000,00
Total Costo Operacional	102.158.488,00

Fuente: Propia.

Tomando en cuenta la inversión inicial, ingresos brutos, los costos operacionales y un valor residual del diseño de 15% al final del periodo de estudio, se expresan en la tabla 5.2, los valores de los flujos monetarios.

Tabla 5.2. Valor de los flujos monetarios (Bs.F).

Años	Ingresos Brutos	Costos Operacionales	Valor residual	Flujos monetarios
0				-684.521,51
1	133.416.000,00	-102.158.488,00		31.257.512,00
2	133.416.000,00	-102.158.488,00		31.257.512,00
3	133.416.000,00	-102.158.488,00		31.257.512,00
4	133.416.000,00	-102.158.488,00		31.257.512,00
5	133.416.000,00	-102.158.488,00		31.257.512,00
6	133.416.000,00	-102.158.488,00		31.257.512,00
7	133.416.000,00	-102.158.488,00		31.257.512,00
8	133.416.000,00	-102.158.488,00		31.257.512,00
9	133.416.000,00	-102.158.488,00		31.257.512,00
10	133.416.000,00	-102.158.488,00	102.678,22	31.360.190,00
Flujos Totales				117.713.126,2

Fuente: Propia.

Como el valor del flujo monetario es positivo el proyecto es rentable para el periodo de estudio.

Tiempo de Pago (TP): representa el tiempo requerido para que los flujos monetarios netos recuperen la inversión de capital total:



$$TP = -II + \sum \text{Flujos} = 0 \text{ (Ec. 17)}$$

Para $t = 1$

$$TP = -684.521,51 + (31.257.512,00 * (P/S_{23\%, 1}))$$

$$TP = 23.949.541,49 \text{ Bs.F}$$

Se recupera la inversión en menos de 1 año.

5.2 FACTIBILIDAD TECNICA DEL SISTEMA PROPUESTO

Durante la realización del presente diseño se tomaron en cuenta factores como lo son costo inicial, mantenimiento, entre otros, por lo que nos obligo a tomar en cuenta un factor muy importante, la existencia de la tecnología en el país. Es de conocimiento general, el control cambiario presente en el país y la regulación de los productos de importación, lo que resulta en nuestro principal contratiempo Para analizar más detalladamente este estudio, decidimos dividirlo por sección y describirlos:

Estructura de soporte del diseño:

Los materiales usados en esta sección son de tipo ferroso, fabricados nacionalmente y con una disponibilidad inmediata, estos materiales son vigas, planchas, pletinas, entre otros.

- Sistema de lavado químico:

El estudio de esta sección se puede dividir en dos partes, como los son: las tuberías y accesorios, y por otro lado los equipos de bombeo. Los primeros son tuberías de hierro fabricadas nacionalmente con conexiones nacionales igualmente, los equipos de bombeos seleccionados son de la KSB, que poseen en el país una representación con muchos años de antigüedad, lo que garantiza un inventario de equipos y repuestos en el mercado nacional siendo solo afectado por los factores explicados anteriormente.



- Horno de secado:

Este sistema está compuesto por una serie de lámparas infrarrojas similares a las utilizadas en otros sistemas de secado, como lo son las cabinas de pintura automotrices. Las seleccionadas en este diseño son fabricadas en Colombia e importadas por una compañía de servicios a nivel de Ingeniería, estas solo se verían afectadas por los problemas de importación.

- Trituradora:

Este equipo es un producto importado, al igual que las lámparas infrarrojas presentaría el mismo problema que es el de importación, la misma compañía de servicios de Ingeniería suministra estos equipos.

- Sistema de transporte:

La compañía Intralox, suministra estos equipos, además del suministros realizan mantenimiento y tienen un inventario de repuestos por posibles daños, no existe problemas de importación ya que la compañía tiene sede en Venezuela.



CONCLUSIONES

1. Actualmente para realizar la alimentación del horno rotativo de fundición es necesario contar con 7 operarios, sin embargo el presente diseño solo requiere 4.
2. La extracción de desechos de la chatarra de cobre creará una fundición con un porcentaje de escoria menor que en la actualidad, y por ende, mejor calidad del producto fundido (billet), menor contaminación del área de fundición y en el ambiente.
3. El área de trabajo será más segura ya que los operadores no estarán en contacto directo con la materia prima ni en las cercanías inmediatas del horno de fundición.
4. El sistema de extracción de desechos de la chatarra, en primer lugar, desengrasará la misma y luego eliminará cualquier resto de tierra e impurezas que tenga adherida.
5. La implementación del horno de secado, que va después del lavado químico en la línea de alimentación, es de gran importancia debido que la materia prima se tiene que secar antes de ingresar al horno de fundición para evitar explosiones en el mismo, las cuales resultan sumamente peligrosas para los operadores y el propio entorno del horno.
6. Con el uso del equipo de trituración, no será necesario seleccionar que tipo de materia prima se necesita introducir, porque este equipo cuenta con tecnología que tritura cualquier tipo de forma de materia prima, disminuyendo los tiempos de suministro en el horno de fundición.
7. El uso de lámparas infrarrojas es de gran beneficio con respecto a los hornos convencionales de gas, ya que representa una disminución significativa en el consumo de energía, disminuye los riesgos que representaría el uso del gas, y disminuye el mantenimiento ya que el de gas requiere uno mayor, además de requerir menor cantidad de personal capacitado para su correcto funcionamiento.



8. Con el diagnóstico y análisis de las dimensiones de los cátodos y chatarra de cobre, se seleccionaron los elementos que constituyen la línea de alimentación.
9. La automatización de la línea, representa una gran ventaja para el control del suministro de materia prima en la trituradora y en el horno de fundición, por consecuencia esto también disminuye el número de operadores que deberían estar en constante observación de la línea.
10. De implementarse el proyecto, la inversión inicial se recupera en menos de 1 año.

RECOMENDACIONES

1. Con el fin de mejorar el orden en el patio de chatarra y minimizar los tiempos de carga de materia prima a la línea de alimentación es necesario el uso de una maquinaria tipo Mini cargador, esta colocaría la materia prima en el radio de acción del polipasto y así agilizaría el proceso de carga de la materia prima. Ya que existe el convencimiento de la importancia del uso de este equipo, se decidió seleccionarlo (ver anexo G), de igual manera, el mismo fue incluido dentro del estudio de rentabilidad económica.
2. Ya que el agua es un recurso muy importante y no debe desperdiciarse su uso, es necesario la recolección de la misma en la parte inferior del sistema de lavado químico, y dirigirla mediante canales, hasta la planta de tratamiento de la empresa.
3. Estudiar la posible implementación de un sistema similar en los hornos de fundición de latón que se encuentran en la empresa.
4. En las instalaciones de la empresa cuentan con una compactadora de chatarra, por lo que resulta viable la posibilidad de evaluar el acople de una línea paralela a la salida de la trituradora que permita seguir procesando la materia prima, aun y cuando el horno no lo necesite, y así poder almacenar materia prima preparada y lista para su introducción al horno de fundición.



BIBLIOGRAFIA

- (1) Alvarado, J; Díaz, O. y Gómez, H. (1993). Diseño de una prensa Hidráulica para el compactado y reciclaje de virutas de aluminio. Trabajo especial de grado, Universidad de Carabobo, Valencia.
- (2) Cornwell, K. (1981). Transferencia de calor. Publicado por Limusa.
- (3) Duran, A. y Sánchez, W. (2004). Diseño de un alimentador automático para cortadora de barras de acero. Trabajo especial de grado, Universidad de Carabobo, Valencia.
- (4) Graterol, M. y Ochoa, D. (2005). Diseño de un sistema mecánico para la recolección, transporte y selección de granalla empleada para una empresa metalmecánica. Trabajo especial de grado, Universidad de Carabobo, Valencia.
- (5) Incropera, D. (2000). Fundamentos de transferencia de calor. Publicado por Pearson Educación.
- (6) Intralox. Manual de selección de bandas transportadoras.
- (7) Jerez, V. y Fernández, F. (2006). Rediseño y automatización de una máquina cortadora de láminas de aluminio en una empresa laminadora. Trabajo especial de grado, Universidad de Carabobo, Valencia.
- (8) Kern, D. (1965). Procesos de transferencia de calor. Publicado por Compañía Editorial Continental.
- (9) McB Colliou, A. y Powney, D. (1977). Propiedades mecánicas y térmicas de los materiales. Publicado por Reverté.
- (10) Nonhebel, G. y Terrizzano, M. (1979). El secado de sólidos en la industria química. Publicado por Reverté.
- (11) Rachadel, F. y Gómez, E. (2008). Manejo de Materiales. Universidad de Carabobo.
- (12) Rexnord. Catalogo de aspersores marca Rexnord.
- (13) Tarjuelo, J. (2005). El riego por aspersión y su tecnología. Publicado por Mundi-Prensa Libros.
- (14) Universidad de Carabobo. (2003) Manual del instituto hidráulico. Venezuela.
- (15) Aspersión. [Pagina web en línea]. Disponible:
http://www.cleantool.org/es/teilereinigung_prozesse_prozess_06.php
- (16) Aspersores. [Pagina web en línea]. Disponible:



-
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Aspersor>
- (17) Calentamiento infrarrojo. [Pagina web en línea]. Disponible:
http://srsystems.de/index.php?option=com_content&task=view&id=18&Itemid=39&lang=esp
- (18) Cizalla. [Pagina web en línea]. Disponible:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Cizalla>
- (19) Cizalla. [Pagina web en línea]. Disponible:
<http://patentados.com/invento/cizalla-para-cortar-chapa-metalica-y-similar.html>
- (20) Expertos en tecnologías de aspersión. [Pagina web en línea]. Disponible:
<http://spray.com.mx/catalogs/metal.asp.htm>
- (21) Lámparas infrarrojas. [Pagina web en línea]. Disponible:
http://srsystems.de/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=41
- (22) Lámparas infrarrojas. [Pagina web en línea]. Disponible:
http://www.luxram.net/productos_iframe_especiales.html
- (23) Lámparas infrarrojas. [Pagina web en línea]. Disponible:
<http://www.revistacesvimap.com/revista42/calidad42.htm>
- (24) Matriz de selección. [Pagina web en línea]. Disponible:
http://ces.unicauca.edu.co/archivos/articulos/tecnicas_decisiones_en_grupo.pdf
- (25) Transferencia de calor. [Pagina web en línea]. Disponible:
http://es.wikipedia.org/wiki/Transferencia_de_calor
- (26) Trituración. [Pagina web en línea]. Disponible:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Trituraci%C3%B3n>



APENDICES



APÉNDICE A. Cálculos típicos para el diseño de la banda transportadora que alimenta al sistema de extracción de desechos de la chatarra de cobre.

Se siguen los siguientes cálculos

1. Tracción de la banda

- El peso de la banda es de $3,70 \text{ kg/m}^2$. (anexo A.3)
- Los factores de fricción: $F_w = 0,31$ (Acero) (anexo A.4)

Para el cálculo de la tracción de la banda se sigue la siguiente ecuación:

$$BP = [(M + 2W) * F_w + M_p] * L + (M * H) \quad (\text{Ec.A.1})$$

Donde:

BP: tracción de la banda (kg/m)

M: carga de producto (kg/m^2)

W: peso de la banda (kg/m^2)

F_w : factor de fricción del acero

M_p : carga de producto en acumulación (kg/m^2)

L: longitud de transportador (m)

H: cambio de elevación

Se sustituye en la Ec.1 los datos de carga de producto 120 kg/m^2 , el peso de la banda es de $3,70 \text{ kg/m}^2$, la carga de producto en acumulación se toma con un valor cero por no presentar carga en acumulación al igual que el cambio de elevación y finalmente la longitud del transportador que es de 12m. Se tiene:

$$BP = [(120 \text{ kg/m}^2 + 2 * 3,70 \text{ kg/m}^2) * 0,31 + 0] * 12\text{m} + (120 \text{ kg/m}^2 * 0)$$
$$BP = 474 \text{ kg/m}$$



2. Fuerza de tracción ajustada

Ya que la banda puede experimentar diversas condiciones, el BP debe ser ajustado aplicando un FACTOR DE SERVICIO, SF, apropiado.

$$ABP = BP * SF \quad (\text{Ec.A.2})$$

Donde:

ABP: fuerza de tracción ajustada (kg/m).

SF: factor de servicio (adim).

Para el cálculo de este factor de servicio se utiliza el anexo A.6, donde se obtiene un valor de 1 solo por arranques sin carga.

$$ABP = 474 \text{ kg/m} * 1 = 474 \text{ kg/m}$$

3. Resistencia permitida por la banda

$$ABS = CF * T * S \quad (\text{Ec.A.3})$$

Donde:

ABS: Resistencia permitida de la banda (kg/m).

T: factor de temperatura (adim). (Anexo A.7)

S: factor de resistencia (adim). (Anexo A.5)

CF: resistencia de la banda (kg/m). (Anexo A.3)

Se sustituye en la ecuación 2 el valor de S tomado del anexo A.5, entrando con una relación de velocidad entre el ancho de la banda que es 1,2 m, y una velocidad de 1 m/min, esta relación da $V/L = 0,8$. Como el grafico el menor valor que se puede leer es 1, por defecto se toma el $S = 1$.



Para el valor de T se toma del anexo A.7, como los engranajes son de ACETAL, se entra con un valor de temperatura promedio de 80 °C a la cual va a ser expuesta la banda y se corta en la curva y se obtiene el valor de T.

Se sustituyen los valores de CF de 1040 kg/m, de T = 0,8. Entonces:

$$ABS = 1040 \text{ kg/m} * 0,8 * 1,00 = 832 \text{ kg/m}$$

Como $ABS > ABP$ entonces la banda es suficientemente fuerte para la aplicación.

4. Determinación de la separación máxima entre los engranajes del eje matriz

$$ABSU = (ABP / ABS) * 100\% \quad (\text{Ec.A.4})$$

Donde:

ABSU: Separación máxima entre los engranajes del eje de accionamiento.

Sustituyendo:

$$\begin{aligned} ABSU &= (474 \text{ kg/m} / 832 \text{ kg/m}) * 100\% \\ ABSU &= 57 \% \end{aligned}$$

Para determinar el número de engranajes necesarios se utiliza el grafico del anexo A.8, con el valor de ABSU obtenido se entra en la grafica y se corta la línea y se lee la separación mínima necesaria de los engranajes. El valor obtenido en el grafico es 51 mm. En el anexo A.12 el número mínimo de engranajes que debe tener la banda con un ancho nominal aproximado de 1219 mm es de 13.



5. Confirmación de la resistencia del eje

Los ejes motrices deben ser lo suficientemente rígidos para resistir la flexión o deflexión excesivas, originadas por la tracción de la banda y suficientemente fuertes para transmitir el par de torsión requerido. Por lo tanto, se deben determinar la DEFLEXIÓN DEL EJE MOTRIZ y EL PAR DE TORSIÓN para asegurar la selección apropiada del eje.

El eje se doblará o curvará bajo las cargas combinadas de la fuerza de tracción de la banda (ABP) y de su propio peso. La carga total del eje, D_m , se obtiene:

$$D_m = (ABP + Q) * B \quad (\text{Ec.A.5})$$

Donde:

D_m : Carga total del eje (kg).

Q : Peso del eje (kg/m).

B : Ancho de banda (1.2 m)

El peso del eje se obtiene del anexo A.9, con ejes cuadrados de 60 mm de acero al carbono ($Q = 29,11 \text{ kg/m}$). Entonces:

$$D_m = (474 \text{ kg/m} + 29,11 \text{ kg/m}) * 1,2 \text{ m}$$

$$D_m = 604 \text{ kg}$$

Con el valor de D_m se corta la línea del eje de 60 mm de acero al carbono (E) y se obtiene el valor de la longitud máxima del tramo del eje (ver anexo A.13) que resulta aproximadamente de 1800 mm. Por lo tanto se comprueba que la carga del eje de 604 kg se aplica a un eje de acero al carbono cuadrado de 60 mm. Este valor permite un tramo máximo de unos 1800 mm. El transportador tiene 1,2 m (1200 mm) de ancho, por lo que no se necesitan cojinetes intermedios.



En ejes soportados por dos cojinetes, la DEFLEXIÓN, D, se calcula con:

$$D = (5 * Dm * Ls^3) / (384 * E * I) \quad (\text{Ec.A.6})$$

Donde:

D = deflexión (mm)

Ls = Largo del eje entre cojinetes (mm)

E = modulo de elasticidad (kg/mm²) (anexo A.14)

I = momento de inercia (mm⁴) (anexo A.14)

$$D = (5 * 604 \text{ kg} * (1200\text{mm})^3) / (384 * 21100 \text{ kg/mm}^2 * 1080000 \text{ mm}^4)$$

$$D = 0,6 \text{ mm}$$

La deflexión calculada es menor que el máximo recomendado de 0,10 pulg. (2,5 mm) para transportadores estándar, lo que significa, que no hace falta un eje mas grande, o un material más fuerte o colocar cojinetes intermedios.

El eje motriz debe ser suficientemente fuerte para transmitir las fuerzas de torsión o de rotación impuestas por el motor, para vencer la resistencia necesaria para mover la banda y el producto.

$$To = ABP * B * (PD / 2) \quad (\text{Ec.A.7})$$

Donde:

To: Par de torsión motriz (kg-mm).

PD: Diámetro de paso (mm).

Tomando valores de PD = 249 mm (ver anexo A.1) y un numero de dientes de 28. Se obtiene:



$$T_o = 474 \text{ kg/m} * 1,2 \text{ m} * (249 \text{ mm} / 2)$$

$$T_o = 70816 \text{ kg} - \text{mm}$$

Verificando con el anexo A.10 entrando con el valor de par de torsión se obtiene el diámetro de mangueta que es de 38 mm lo que significa que está bien porque todo se está calculando con un eje de 60 mm.

7. Determinar la potencia de accionamiento de la banda

$$P = (ABP * B * V) / 6,12 \quad (\text{Ec.A.8})$$

Donde:

P: Potencia de la banda (Vatios).

Se tiene:

$$P = (474 \text{ kg/m} * 1,2\text{m} * 1 \text{ m/min}) / 6,12 = 93 \text{ vatios} = 0,13 \text{ HP}$$

8. Determinar los requerimientos de potencia del motor

$$P_m = (P / 100\% - P_t\%) * 100\% \quad (\text{Ec.A.9})$$

Donde:

P_m: Potencia del motor (Vatios).

P_t: Porcentaje de perdidas en total (adim).

Sustituyendo (asumiendo perdidas de eficiencia del 15%, recomendado por el fabricante):

$$P_m = (93 \text{ vatios} / 100 - 15) * 100\% = 109,42 \text{ vatios} = 0,15 \text{ HP}$$



APENDICE B. Cálculos típicos para el diseño de tuberías y accesorios usados en el sistema de lavado químico.

Parámetros necesarios para los aspersores:

- Presión = 600 psi = 4136,85 kPa
- Caudal = 10,3 gpm

Como la densidad del desengrasante y el agua son iguales, y la viscosidad son muy cercanas las pérdidas y todos los cálculos se pueden trabajar asumiendo que todo es agua (ver la densidad y viscosidad del desengrasante en el apéndice C.2).

El caudal de la línea 1 (Q_1) será de 20,6 gpm, debido a que el caudal que pasa por cada aspersor es 10,3 gpm y cada línea tiene 2 aspersores, como se especificó anteriormente en los parámetros de los aspersores, entonces el caudal total es de 20,6 gpm.

Tramo 1 – 2

Después de obtener los caudales se realizan los cálculos a partir del punto 2, por ser el punto de partida del sistema, con las siguientes condiciones iniciales:

- Presión en el punto 2 (P_2) = 4136,85 kPa
- Caudal en el punto 2 (Q_2) = 10,3 gpm = 0,00065 m³/s
- Altura en el punto 2 (Z_2) = 2 m
- Gravedad (g) = 9,81 m/s²

El diámetro de tubería a usar será de 1" ($D = 0,0254$ m) con reducciones a la entrada de los aspersores a 3/8".

$$A = \pi * r^2 \quad (\text{Ec.B.1})$$



Donde:

A: area (m²)

r: radio (m)

$$A = \pi * (0,0254/2 \text{ m})^2 = 0,000507 \text{ m}^2$$

Luego se calcula la velocidad y las perdidas:

$$V = Q / A \quad (\text{Ec.B.2})$$

Donde:

V: velocidad (m/s)

Q: caudal (m³/s)

$$V = Q_2 / A = (0,00065 \text{ m}^3/\text{s}) / (0,000507 \text{ m}^2) = 1,28 \text{ m/s}$$

$$H_2 = (P_2 / \gamma) + Z_2 + (V_2^2 / 2g) \quad (\text{Ec.B.3})$$

Donde:

H₂: perdidas (m)

γ: peso específico (kN / m³)

$$H_2 = (4136,85 \text{ kPa} / 9,81 \text{ kN} / \text{m}^3) + 2\text{m} + (1,28\text{m/s}^2 / 2*9,8 \text{ m/s}^2)$$

$$H_2 = 423,78 \text{ m}$$



Tabla B.1 Pérdidas por accesorios (Ver apéndice C.3)

Accesorio	K
T lineal	0,9
Codo 90 ⁰	1,5
Reducción de 1" a 3/8"	0,4
Total	2,8

Fuente: Propia.

Para las pérdidas por tubería se utiliza el apéndice C.3, donde por cada 100 pies de tubería se tiene: para una tubería de 1" y un caudal de 10,3 gpm, es de 7,24 pies = 2,20 m de pérdida (hf).

$$h_{TUB} = hf * (L_{TRAMO} / Fc_1) \quad (Ec.B.4)$$

Donde:

h_{TUB} : pérdidas por tubería (m)

L_{TRAMO} : longitud del tramo (m)

Fc_1 : factor de corrección 1, 100 pies = 30,48 m.

$$h_{TUB} = 2,20 \text{ m} * (0,6\text{m} / 30,48\text{m}) = 0,043 \text{ m}$$

Para las pérdidas en el tramo se usa la siguiente ecuación:

$$h_{TRAMO} = K * (V^2/2g) + h_{TUB} \quad (Ec.B.5)$$

Donde:

h_{TRAMO} : pérdidas por tramo (m)

$$h_{3-4} = 2,8 * 0,0835 \text{ m} + 0,043 \text{ m} = 0,27 \text{ m}$$



Luego se calcula la disponibilidad

$$H_s = H_e + h_{\text{TRAMO}} \quad (\text{Ec.B.6})$$

Donde:

H_e : disponibilidad en el punto donde llega el fluido (m)

H_s : disponibilidad en el punto donde sale el fluido (m)

$$H_1 = H_2 + h_{1-2} = 423,78 \text{ m} + 0,27 \text{ m} = 424,05 \text{ m}$$

Tramo 0 – 1

El diámetro de tubería a usar será de 2” en la succión y descarga de la Bomba 1, habiendo una reducción en el punto 1 a 3/8”.

- Caudal en el tramo 0 - 1 (Q_{0-1}) = 20,60 gpm = 0,0013 m³/s

Tabla B.2 Pérdidas por accesorios (Ver apéndice C.3)

Accesorio	K
T en ramal	1,8
Codo 90°	1,5 * 3
Reducción 2” a 3/8”	0,5
Total	6,8

Fuente: Propia.

Para las pérdidas por tubería se toma lo explicado en el tramo 0 – 1, y se utiliza la ecuación B.4.

Donde:

$$h_{\text{TUB}}: 0,2645 \text{ m}$$



$L_{\text{TRAMO}}: 64,35 \text{ m}$

F_{c1} : factor de corrección 1, 100 pies = 30,48 m.

$$h_{\text{TUB}} = 0,2645 \text{ m} * (64,35 \text{ m} / 30,48 \text{ m}) = 0,55 \text{ m}$$

Para las pérdidas en el tramo se usa la ecuación B.5:

$$h_{0-1} = 6,8 * 0,0173 \text{ m} + 0,55 \text{ m} = 0,66 \text{ m}$$

Luego se calcula la disponibilidad con la ecuación B.7:

$$H_0 + H_{B1} = H_1 + h_{0-1} \quad (\text{Ec.B.7})$$

Donde:

H_B : disponibilidad de la bomba (m).

Cabe acotar que, H_0 es un tanque donde se almacenará la mezcla agua - desengrasante. Dicho tanque estará dispuesto al aire libre y se tomarán las siguientes consideraciones en la ecuación B.2:

- $V^2/2g = 0$ (fuente ideal)
- $P/\gamma = 0$ (abierto a la atmosfera)

Se tiene que el valor de referencia de nivel dentro del tanque es de 2 metros, por lo que la disponibilidad del punto 0 queda así:

$$H_0 = Z_0 = 2 \text{ m}$$



Retomando la ecuación B.6:

$$H_{B1} = 424,05 \text{ m} + 0,66 \text{ m} - 2 \text{ m} = 422,71 \text{ m}$$

Finalmente se tiene que el punto de trabajo de la bomba 1 es:

$$Q_{B1} = 20,60 \text{ gpm}$$

$$H_{B1} = 422,71 \text{ m}$$

✓ **Calculo de tuberías, bombas y accesorios usados en las líneas 2 y 3.**

Parámetros necesarios para los aspersores:

- Presión = 700 psi = 4826,33 kPa
- $Q_{45} = 8,5 \text{ gpm} * 3 \text{ aspersores} = 25.5 \text{ gpm}$
- $Q_{48} = 8.5 \text{ gpm} * 3 \text{ aspersores} = 25.5 \text{ gpm}$

Como se tiene un arreglo en paralelo en los tramos 4 -7 y 4 - 10, se calculan las pérdidas por un solo tramo y se asume que son iguales por el otro tramo. Los puntos más críticos son 7 y 10.

Tramo 6 - 7

- Presión en el punto 7 (P_7) = 4826,33 kPa
- Caudal en el punto 7 (Q_7) = 8,5 gpm = 0,00054 m³/s
- Altura en el punto 7 (Z_7) = 2 m
- Gravedad (g) = 9,81 m/s²

El diámetro de tubería debe ser de 1" (D = 0,0254 m) con reducciones a la entrada de los aspersores a 3/8". Por lo tanto se utilizan los mismos cálculos (Ec. B.1 y B.2) del punto anterior.



Usando la ecuación B.1, se tiene:

$$H_7 = (P_7 / \gamma) + Z_7 + (V_7^2 / 2g)$$
$$H_7 = (4826,33 \text{ kPa} / 9,81 \text{ kN} / \text{m}^3) + 2\text{m} + (0,05 \text{ m})$$
$$H_8 = 494,03 \text{ m}$$

Tabla B.3 Pérdidas por accesorios (Ver apéndice C.3)

Accesorio	K
T lineal	0,9
Codo 90 ⁰	1,5
Reducción de 1" a 3/8"	0,4
Total	2,8

Fuente: Propia.

Para las pérdidas por tubería se considera lo explicado en el tramo 6 - 7, y se utiliza la ecuación B.4.

$$h_{\text{TUB}} = 1,58 \text{ m} * (0,4\text{m} / 30,48\text{m}) = 0,02 \text{ m}$$

Para las pérdidas en el tramo se usa la ecuación B.5:

$$H_{6-7} = 2,8 * 0,05 \text{ m} + 0,02 \text{ m} = 0,16 \text{ m}$$

Luego se calcula la disponibilidad con la ecuación B.6:

$$H_6 = H_7 + h_{6-7} = 494,03 \text{ m} + 0,16 \text{ m} = 494,19 \text{ m}$$

Tramo 5 - 6

- Caudal en el tramo 5-6 (Q_{5-6}) = 17 gpm = 0,0010 m³/s



Tabla B.4 Pérdidas por accesorios (Ver apéndice C.3)

Accesorio	K
T ramal	1,8
T lineal	0,9
Reducción de 1" a 3/8"	0,4
Total	3,1

Fuente: Propia.

Para las pérdidas de tubería se toma lo explicado en el tramo 5 - 6, y se utiliza la ecuación B.4.

$$h_{TUB} = 5,65 \text{ m} * (0,4 \text{ m} / 30,48 \text{ m}) = 0,07 \text{ m}$$

Para las pérdidas en el tramo se usa la ecuación B.3:

$$h_{5-6} = 3,1 \text{ m} * 0,18 \text{ m} + 0,07 \text{ m} = 0,63 \text{ m}$$

Luego se calcula la disponibilidad con la ecuación B.6:

$$H_5 = H_6 + h_{5-6} = 494,19 \text{ m} + 0,63 \text{ m} = 494,82 \text{ m}$$

Tramo 4 - 5

- Caudal en el tramo 4 - 5 (Q_{4-5}) = 25,5 gpm = 0,00162 m³/s



Tabla B.5 Pérdidas por accesorios (Ver apéndice C.3)

Accesorio	K
2 T ramal	1,8 * 2
2 Codos 90°	1,5 * 2
Reducción de 1" a 3/8"	0,4
Total	7

Fuente: Propia.

Para las pérdidas por tubería se considera lo explicado en el tramo 4 - 5 y se utiliza la ecuación B.3.

$$h_{TUB} = 12,49 \text{ m} * (1,575 \text{ m} / 30,48\text{m}) = 0,64 \text{ m}$$

Para las pérdidas en el tramo se usa la ecuación B.5:

$$h_{4-5} = 7 \text{ m} * 0,4328 \text{ m} + 0,64 \text{ m} = 3,67 \text{ m}$$

Luego se calcula la disponibilidad con la ecuación B.6:

$$H_4 = H_5 + h_{4-5}$$
$$H_4 = 494,82 \text{ m} + 3,67 \text{ m} = 498,49 \text{ m}$$

Tramo 3 – 4

El diámetro de tubería a usar será de 2" en la succión y descarga de la Bomba 2, habiendo una reducción en el punto 4 a 1".

- Caudal en el tramo 3 - 4 (Q_{3-4}) = 51 gpm = 0,00324 m³/s



Tabla B.6 Pérdidas por accesorios (Ver apéndice C.3)

Accesorio	K
2 Codos 90°	1,5 * 2
Reducción 2" a 1"	0,35
Total	3,35

Fuente: Propia.

Para las pérdidas por tubería se considera lo explicado en el tramo 3 - 4, y se utiliza la ecuación B.4.

$$h_{TUB} = 1,42 \text{ m} * (62 \text{ m} / 30,48\text{m}) = 2,88 \text{ m}$$

Para las perdidas en el tramo se usa la ecuación B.7:

$$h_{3-4} = 3,35 \text{ m} * 0,11 \text{ m} + 2,88 \text{ m} = 3,25 \text{ m}$$

Luego se calcula la disponibilidad con la ecuación B.8:

$$\begin{aligned} H_3 + H_{B2} &= H_4 + h_{3-4} \\ H_{B2} &= 498,49 \text{ m} + 3,25 \text{ m} - 3 \text{ m} = 498,74 \text{ m} \end{aligned}$$

Finalmente el punto de trabajo de la bomba es:

$$\begin{aligned} Q_{B2} &= 51 \text{ gpm} \\ H_{B2} &= 498,74 \text{ m} \end{aligned}$$



APENDICE C. Cálculos típicos para el diseño del horno de secado.

Para calcular la potencia necesaria que debe suministrar el horno a la materia prima, es necesario realizar el siguiente balance de calor:

$$E_{\text{entra}} - E_{\text{sale}} = E_{\text{cambia}} \quad (\text{Ec.C.1})$$

$$q_{\text{rad}} - q_{\text{conv}} = m * C_p dT / dt \quad (\text{Ec.C.2})$$

$$q_{\text{rad}} - h * A (T_s - T_w) = m * C_p dT / dt \quad (\text{Ec.C.3})$$

Donde:

E_{entra} : energía que entra al sistema. (J)

E_{sale} : energía que sale del sistema. (J)

E_{cambia} : energía que cambia en el sistema. (J)

q_{rad} : calor de radiación. (W)

q_{conv} : calor de convección. (W)

m: masa. kg

C_p : calor específico. J/kg*°C

dT / dt : diferencial de temperatura respecto al tiempo (adim).

A: área (m²)

T_s : temperatura de superficie (°C).

T_w : (°C).

h: coeficiente de convección. (W/m² . °C)

Se puede considerar, una buena aproximación que, la convección es natural y se toma un valor de $5 < h < 10$. Donde h es el coeficiente de transferencia de calor por convección. La ecuación es muy complicada para integrar de forma analítica, es necesario integrar de forma numérica usando el software llamado INTERACTIVE HEAD TRANSFER 3.0.



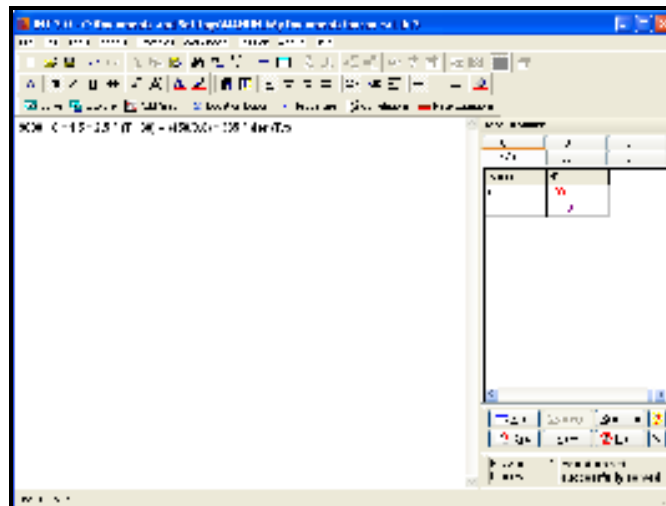
Para llevar a cabo este cálculo se tomaron en cuenta los siguientes valores:

- $q_{\text{rad}}: 9000 \text{ W}$
- $h: 6 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
- $A: 3,75\text{m}^2$
- $m: 450\text{kg}/9.8\text{m/s}^2$
- $C_p: 385 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$
- $T_\infty: 30^\circ\text{C}$, temperatura ambiente

Mediante el uso del programa INTERACTIVE HEAT TRANSFER 3.0, se calcula el tiempo requerido para alcanzar la temperatura deseada, siguiendo los siguientes pasos:

Paso 1: Introducir la ecuación C.3 en la ventana principal del programa de transferencia de calor, con los valores correspondientes a cada propiedad en la ecuación.

$$9000 - 6 * 2.5 * 1.5 * (T - 30) = (450/9.8) * 385 * \text{der}(T,t)$$

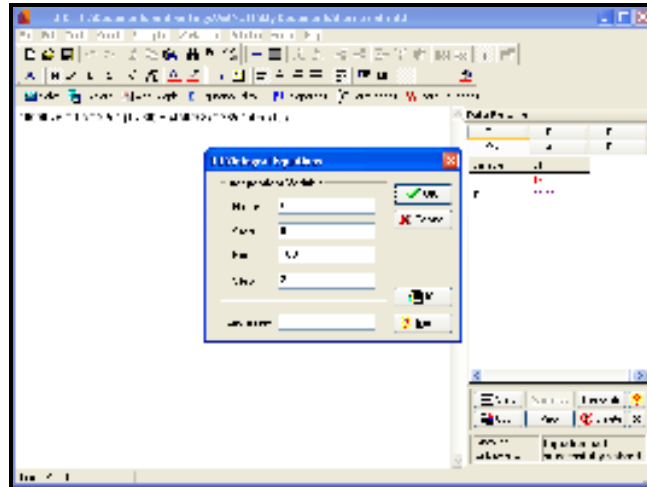


Paso 2: Pulsar el botón SOLVE (resolver), esta opción resuelve la ecuación anteriormente escrita en el programa, se abrirá la ventana de DIFF/INTEGRAL equations (diferencial/integral ecuaciones), llenar las casillas con los valores correspondientes:

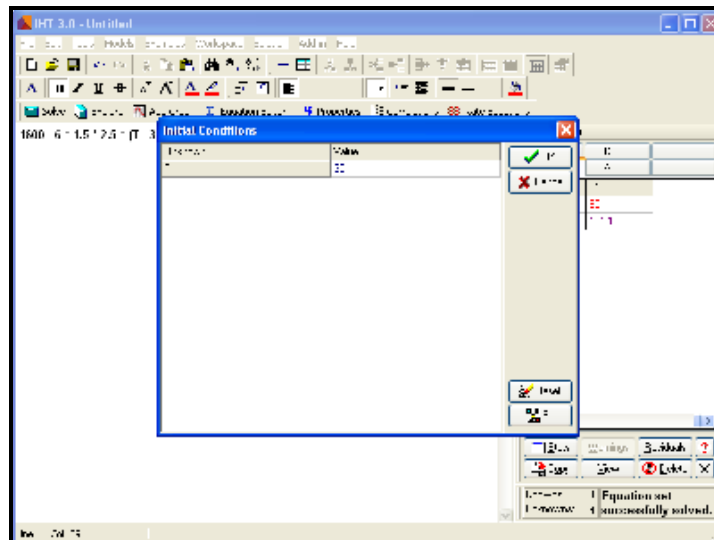
- Name: T (temperatura)



- Start: 0 (cero)
- End: 180, es el tiempo la cual se quiere llegar a la temperatura requerida. (s)
- Step: 2, numero de pasos de cambio en la curva.

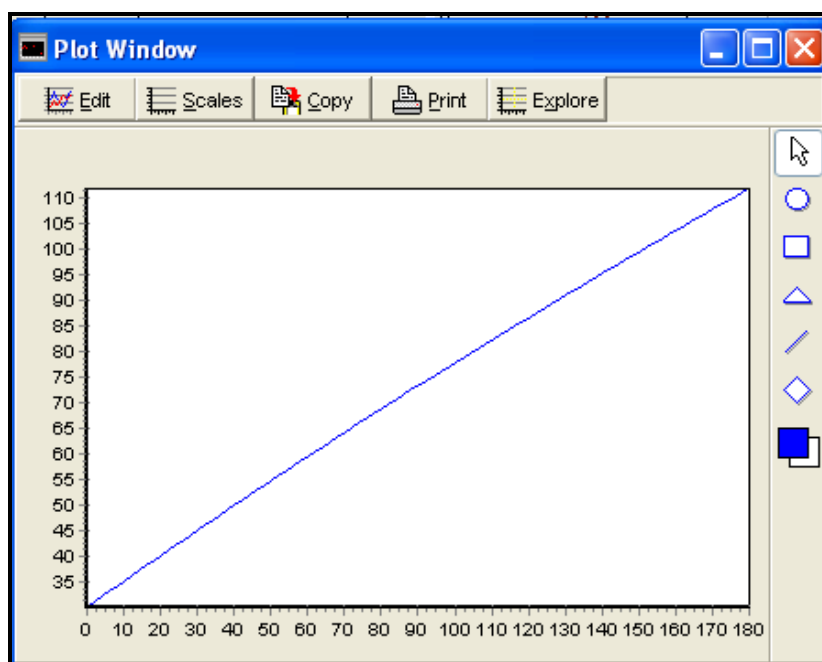
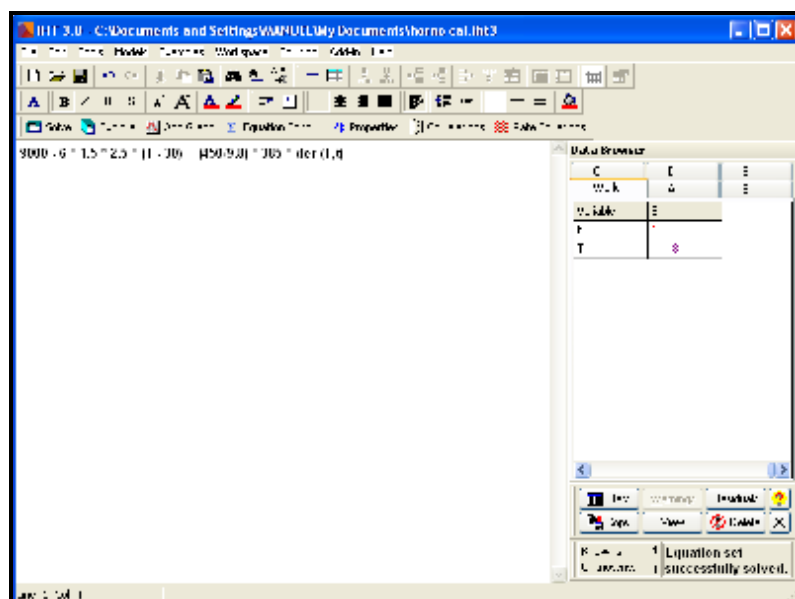


Paso 3: Pulsar el botón IC que aparece en la ventana DIFF/INTEGRAL equations. En la casilla Value introducir el valor 30, que es la temperatura ambiente. Luego pulsar el botón OK.





Paso 4: Revisar los valores de temperatura con respecto al tiempo que aparecen en la casilla derecha de la ventana principal del programa, luego pulsar el botón Add Graph que permite mostrar la grafica donde refleja la curva de cambio de temperatura con respecto al tiempo.





APENDICE D. Cálculos típicos del diseño de la banda transportadora del sistema de ajuste de dimensiones de la materia prima.

Para la selección es necesario efectuar los siguientes cálculos:

1. Tracción de la banda

- El peso de la banda es de $5,86 \text{ kg/m}^2$. (Apéndice A.11)
- Los factores de fricción: $F_w = 0,31$ (Acero) (apéndice A.4)

Para el cálculo de la tracción de la banda se sigue la ecuación A.1, con datos de carga de producto 120 kg/m^2 , la carga de producto en acumulación se toma con un valor cero por no presentar carga en acumulación, el cambio de elevación es de 2 m y finalmente la longitud del transportador que es de 9,5 m. Se tiene:

$$BP = [(120 \text{ kg/m}^2 + 2 * 5,86 \text{ kg/m}^2) * 0,31 + 0] * 9,5 \text{ m} + (120 \text{ kg/m}^2 * 2 \text{ m})$$
$$BP = 627,92 \text{ kg/m}$$

2. Fuerza de tracción ajustada

Se calcula con la ecuación A.2, para el cálculo del factor de servicio se utiliza el apéndice A.6, donde se obtiene un valor de 1,4 por arranques sin carga y transportadores ascendentes.

$$ABP = 627,92 \text{ kg/m} * 1,4 = 879 \text{ kg/m}$$

3. Resistencia permitida por la banda

Se calcula con la ecuación A.3, se toma el valor de S del apéndice A.5, entrando con una relación de velocidad entre el ancho de la banda que es 0,22. Como en el gráfico el menor valor que se puede leer es 1, por defecto se toma el $S = 1$.



El valor de T se toma del apéndice A.7, como los engranajes son de ACETAL, se entra con un valor de temperatura promedio de 60 °C, a la cual va a ser expuesta la banda, se corta en la curva y se obtiene el valor de T.

Se sustituyen los valores de CF de 1490 kg/m, de T = 1. Entonces:

$$ABS = 1490 \text{ kg/m} * 1 * 1 = 1490 \text{ kg/m}$$

Como $ABS > ABP$ entonces la banda es suficientemente fuerte para la aplicación.

4. Determinación de la separación máxima entre los engranajes del eje matriz

Usando la ecuación A.4, se obtiene:

$$ABSU = (879 \text{ kg/m} / 1490 \text{ kg/m}) * 100\%$$
$$ABSU = 59 \%$$

Para determinar el número de engranajes necesarios se utiliza el gráfico del apéndice A.8, con el valor de ABSU obtenido se entra en la gráfica, se corta la línea y se lee la separación mínima necesaria de los engranajes. El valor obtenido en el gráfico es 51 mm. En el apéndice A.12 el número mínimo de engranajes que debe tener la banda con un ancho nominal aproximado de 1219 mm es de 13.

5. Confirmación de la resistencia del eje

Se utiliza la ecuación A.5, el peso del eje se obtiene del apéndice A.9, con ejes cuadrados de 60 mm de acero al carbono ($Q = 29,11 \text{ kg/m}$). Entonces:

$$Dm = (879 \text{ kg/m} + 29,11 \text{ kg/m}) * 1,2 \text{ m}$$
$$Dm = 1090 \text{ kg}$$



Con el valor de Dm se corta la línea del eje de 60 mm de acero al carbono (E) y se obtiene el valor de la longitud máxima del tramo del eje (ver apéndice A.13) que resulta aproximadamente de 1500 mm. Por lo tanto se comprueba que la carga del eje de 1090 kg se aplica a un eje de acero al carbono cuadrado de 60 mm. Este valor permite un tramo máximo de unos 1500 mm. El transportador tiene 1,2 m (1200 mm) de ancho, por lo que no se necesitan cojinetes intermedios.

En ejes soportados por dos cojinetes, la DEFLEXIÓN, D, se calcula con la ecuación A.6:

$$D = (5 * 1090 \text{ kg} * (1200\text{mm})^3) / (384 * 21100 \text{ kg/mm}^2 * 1080000 \text{ mm}^4)$$
$$D = 1,1 \text{ mm}$$

La deflexión calculada es menor que el máximo recomendado de 0,10 pulg. (2,5 mm) para transportadores estándar, lo que significa, que no hace falta un eje mas grande, o un material más fuerte o colocar cojinetes intermedios.

Con la ecuación A.7, se calcula el par de torsión, tomando valores de PD = 249 mm (Ver apéndice A.1). Se obtiene:

$$T_o = 879 \text{ kg/m} * 1,2 \text{ m} * (249 \text{ mm} / 2)$$
$$T_o = 262672,1 \text{ kg} - \text{mm}$$

Verificando con el apéndice A.10 entrando con el valor del par de torsión se obtiene el diámetro de mangueta que es de 59 mm lo que verifica que si se puede usar porque todo se está calculando con un eje de 60 mm.

6. Determinar la potencia de accionamiento de la banda

Usando la ecuación A.8:

$$P = (879 \text{ kg/m} * 1,2\text{m} * 2 \text{ m/min}) / 6,12 = 344,74 \text{ vatios} = 0,46 \text{ HP}$$



7. Determinar los requerimientos de potencia del motor

Con la ecuación A.9, asumiendo pérdidas de eficiencia del 15%, recomendado por el fabricante:

$$P_m = (344,74 \text{ vatios} / 100 - 15) * 100\% = 405,57 \text{ vatios} = 0,55 \text{ HP}$$



APENDICE E. Cálculos típicos del diseño de la banda transportadora que alimenta al horno rotativo de fundición.

Para la selección es necesario efectuar los siguientes cálculos:

1. Tracción de la banda

- El peso de la banda es de $5,86 \text{ kg/m}^2$. (anexo A.11)
- Los factores de fricción: $F_w = 0,31$ (Acero) (anexo A.4)

Para el cálculo de la tracción de la banda se sigue la siguiente ecuación A.1, con datos de carga de producto $203,24 \text{ kg/m}^2$, la carga de producto en acumulación se toma con un valor cero por no presentar carga en acumulación, el cambio de elevación es de $1,5 \text{ m}$ y finalmente la longitud del transportador que es de $4,36 \text{ m}$. Se tiene:

$$BP = [(203,24 \text{ kg/m}^2 + 2 * 5,86 \text{ kg/m}^2) * 0,31 + 0] * 4,36 \text{ m} + (203,24 \text{ kg/m}^2 * 1,5 \text{ m})$$
$$BP = 495,3 \text{ kg/m}$$

2. Fuerza de tracción ajustada

Se calcula con la ecuación A.2, para el cálculo del factor de servicio se utiliza el anexo A.6, donde se obtiene un valor de $1,4$ por arranques sin carga y transportadores ascendentes.

$$ABP = 495,3 \text{ kg/m} * 1,4 = 693,42 \text{ kg/m}$$

3. Resistencia permitida por la banda

Se calcula con la ecuación A.3, se toma el valor de S tomado del anexo A.5, entrando con una relación de velocidad para el ancho de la banda que es $1,5$. El valor de $S = 1$.



El valor de T se toma del anexo A.7, como los engranajes son de ACETAL, se entra con un valor de temperatura promedio de 30 °C a la cual va a ser expuesta la banda, se corta en la curva y se obtiene el valor de T.

Se sustituyen los valores de CF de 1490 kg/m, de T = 1. Entonces:

$$ABS = 1490 \text{ kg/m} * 1 * 1 = 1490 \text{ kg/m}$$

Como $ABS > ABP$ entonces la banda es suficientemente fuerte para la aplicación.

4. Determinación de la separación máxima entre los engranajes del eje matriz

Usando la ecuación A.4, se obtiene:

$$ABSU = (693,42 \text{ kg/m} / 1490 \text{ kg/m}) * 100\%$$
$$ABSU = 47 \%$$

Para determinar el número de engranajes necesarios se utiliza el grafico del anexo A.8, con el valor de ABSU obtenido se entra en la gráfica, se corta la línea y se lee la separación mínima necesaria de los engranajes. El valor obtenido en el grafico es de 51 mm. En el anexo A.12 el número mínimo de engranajes que debe tener la banda con un ancho nominal aproximado de 610 mm es de 7.

4 Confirmación de la resistencia del eje

Se utiliza la ecuación A.5, el peso del eje se obtiene del anexo A.9, con ejes cuadrados de 60 mm de acero al carbono (Q = 29,11 kg/m). Entonces:

$$Dm = (693,42 \text{ kg/m} + 29,11 \text{ kg/m}) * 0,6 \text{ m}$$
$$Dm = 433,52 \text{ kg}$$



Con el valor de D_m se corta la línea del eje de 60 mm de acero al carbono (E) y se obtiene el valor de la longitud máxima del tramo del eje (ver anexo A.13) que resulta aproximadamente de 2000 mm. Por lo tanto se comprueba que la carga del eje de 604 kg se aplica a un eje de acero al carbono cuadrado de 60 mm. Este valor permite un tramo máximo de unos 2000 mm. El transportador tiene 0,6 m (600 mm) de ancho, por lo que no se necesitan cojinetes intermedios.

En ejes soportados por dos cojinetes, la DEFLEXIÓN, D , se calcula con la ecuación A.6:

$$D = (5 * 433,52 \text{ kg} * (600\text{mm})^3) / (384 * 21100 \text{ kg/mm}^2 * 1080000 \text{ mm}^4)$$
$$D = 0,1 \text{ mm}$$

La deflexión calculada es menor que el máximo recomendado de 0,10 pulg. (2,5 mm) para transportadores estándar, lo que significa, que no hace falta un eje mas grande, o un material más fuerte o colocar cojinetes intermedios.

Con la ecuación A.7 se calcula el par de torsión, tomando valores de $PD = 249 \text{ mm}$ (ver anexo A.1). Se obtiene:

$$T_o = 693,42 \text{ kg/m} * 0,6 \text{ m} * (249 \text{ mm} / 2)$$
$$T_o = 51798 \text{ kg} - \text{mm}$$

Verificando con el anexo A.10 entrando con el valor de par de torsión se obtiene el diámetro de mangueta que es de 35 mm lo que significa que está bien porque todo se está calculando con un eje de 60 mm.

6. Determinar la potencia de accionamiento de la banda.

Usando la ecuación A.8:

$$P = (693,42 \text{ kg/m} * 0,6\text{m} * 1,5 \text{ m/min}) / 6,12 = 102 \text{ vatios} = 0,14 \text{ hp.}$$



7. Determinar los requerimientos de potencia del motor

Con la ecuación A.9, asumiendo pérdidas del 15%, recomendado por el fabricante:

$$P_m = (102 \text{ vatios} / 100 - 15) * 100\% = 255 \text{ vatios} = 0,35 \text{ HP}$$



APENDICE F. Calculo de la inversión inicial.

Tabla F.1. Inversión Inicial

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Total
Banda Intralox Serie 900 Flush Grid, Largo: 12 metros, ancho: 1,2 metros	C/U	1	2.133,00	2.133,00
Engranaje Serie 900 de 20 dientes agujero cuadrado de 1,5"	C/U	26	215,00	5.590,00
Banda Intralox Serie 900 Square Friction Top , Largo: 9,5 metros y de ancho: 1,2 metros	C/U	1	1.935,00	1.935,00
Engranaje Serie 900 de 10 dientes agujero cuadrado de 1,5"	C/U	26	215,00	5.590,00
Banda Intralox Serie 900 Square Friction Top , Largo: 16,5 metros y de ancho: 1,2 metros	C/U	1	3.580,00	3.580,00
Engranaje Serie 900 de 10 dientes agujero cuadrado de 1,5"	C/U	26	215,00	5.590,00
Eje cuadrado de lado 1,5" y de longitud: 44,"	C/U	6	1.820,00	10.920,00
Anillo de retención Heavy Duty bipartido de acero inoxidable de 1,5"	C/U	39	115,20	4.492,80
Guía de desgaste tipo Chevron de 120", en UHMW con respaldo de acero inoxidable.	C/U	36	364,00	13.104,00
Rodamiento con soporte SKF 1" TF	C/U	12	69,73	836,76
Trituradora Marca: SSI World Dual-Shear M85	C/U	1	298.580,00	298.580,00
Aspersores, Marca: Rexnord, mod.: 70488A, cod. De material AAH, acero inox 440	C/U	2	330,00	660,00
Aspersores, Marca: Rexnord, mod.: 70488B, cod. De material AH, acero inox 416	C/U	6	350,00	2.100,00
Lámparas Infrarrojas, 3000 W c/u, Diámetro de lámpara 10mm, long: 781mm, marca: RES	C/U	3	615,00	1.845,00
Lámparas Infrarrojas, 1000 W c/u, Diámetro de lámpara 10mm, long: 370mm, marca: RES	C/U	2	279,50	559,00

Fuente: Propia.



Tabla F.1. Inversión Inicial (Continuación)

Control de temperatura para lámparas infrarrojas	C/U	1	623,50	623,50
Tubería sch 40 1"	C/U	1	110,94	110,94
Tubería sch 40 2"	C/U	20	191,94	3.838,80
Codo 90° 1"	C/U	7	5,69	39,83
Tee de 1"	C/U	8	13,50	108,00
Reducciones 1"x3/8"	C/U	8	3,50	28,00
Codo 90° 2"	C/U	8	16,99	135,92
Reducción 1" a 2"	C/U	2	6,99	13,98
Tee de 2"	C/U	2	19,5	39,00
Viga IPE 140 x 12 m	C/U	3	760,92	2.282,76
Viga IPE 100 x 12 m.	C/U	6	452,66	2.715,96
Pletinas de acero ½" x 3/16" x 6	C/U	20	13,94	278,8
Lam. HN 8mmx1200mmx2400mm	C/U	1	500,73	500,73
Lam. HN 3mmx1000mmx2500mm	C/U	4	140,73	562,92
Lam. HN 3mmx1300mmx2500mm	C/U	2	190,18	380,36
Minicargador 2008	SG	1	113.761,47	113.761,47

Fuente: Propia.



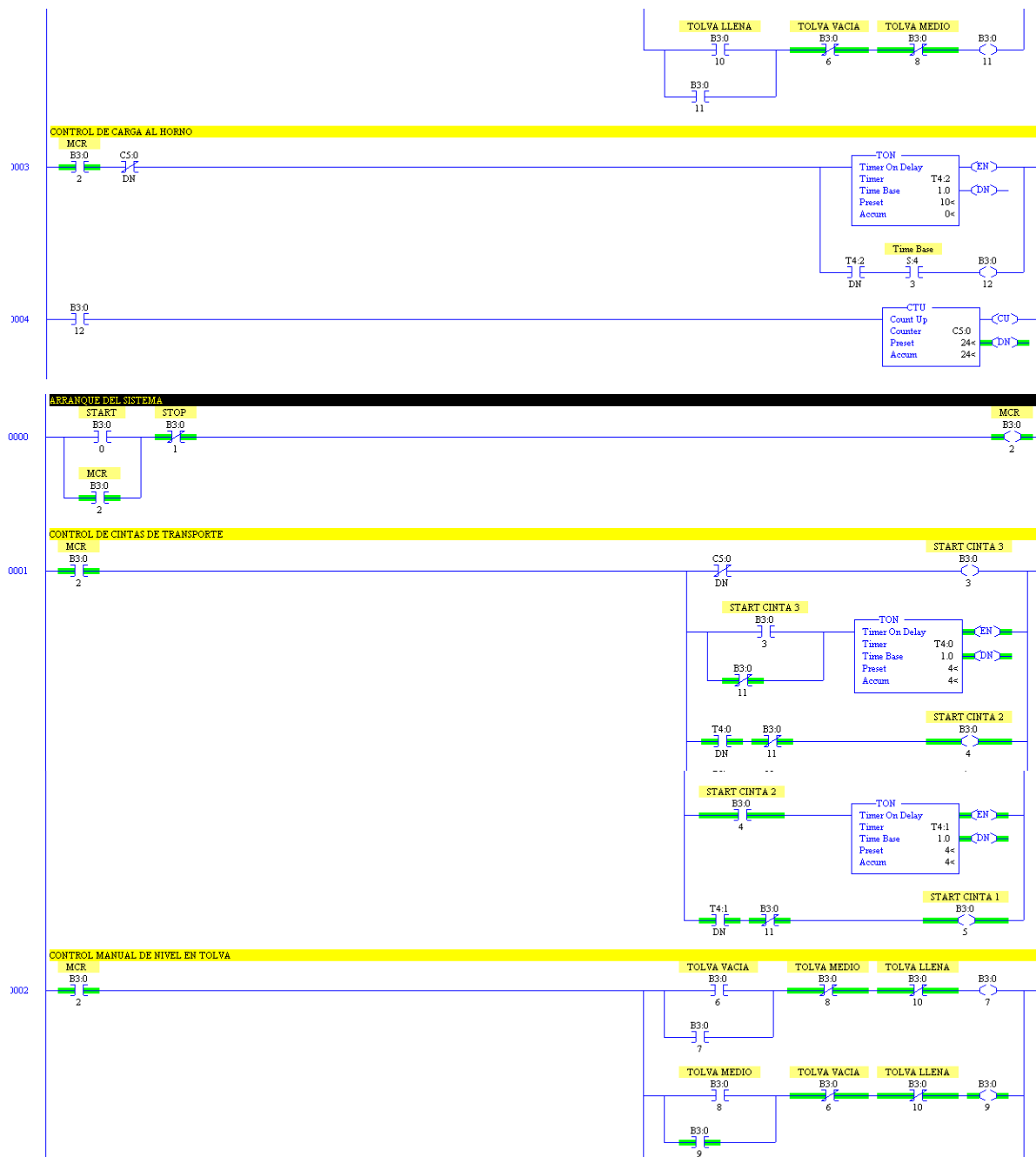
Tabla F.1. Inversión Inicial (Continuación)

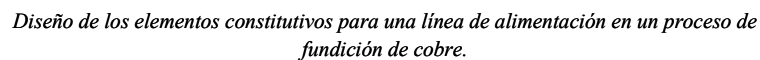
Bomba Centrífuga KSB Multitec 32/12	SG	1	19.936,51	19.936,51
Bomba Centrífuga KSB Multitec 32/14	SG	1	20.969,24	20.969,24
Motoreductor sinfín y corona con patas de fijación, de 0,5 hp de potencia.	SG	1	4.113,00	4.113,00
Motoreductor sinfín y corona con patas de fijación, de 0,75 hp	SG	1	4.391,00	4.391,00
Motoreductor sinfín y corona con patas de fijación, de 0,17 hp	SG	1	3.746,00	3.746,00
Polipasto Kito de cadena 500 Kg.	C/U	1	14.350,00	14.350,00
Poligrapa Kito	C/U	1	5.250,00	5.250,00
Instalación de equipos	-	-	-	66.600,00
Imprevistos (10% de la Inversión Inicial)				62.229,22
Total				684.521,51

Fuente: Propia.



APENDICE G. Diagrama de la programación del PLC.





APENDICE G. Continuación.





ANEXOS



A.1 Diámetros de Paso.

Todos los engranajes Intralox se pueden clasificar como artículos en stock o fabricados por encargo especial. Algunos artículos fabricados por encargo pueden conllevar cargos adicionales. Para obtener información sobre precios, disponibilidad y tiempos de entrega, póngase en contacto con el Servicio de Atención al cliente.		MATERIALES DE OBJETIVOS GENERALES	MATERIALES PARA APLICACIONES ESPECIALES									
			Acetal	Polipropileno	Bipartido acero inoxidable	Acero inoxidable resistente	Poliuretano	Nílon reforzado con fibra de vidrio	Poliétileno	Poliuretano compuesto	Poliuretano ultrasensible a la abrasión	Polipropileno compuesto
DIÁMETRO DE PASO pulg. (mm)	No. de dientes											
SERIE 100												
2,0 (51)	6	*	*									
3,5 (89)	11	*	*	*		*						
6,1 (155)	19	*	*	*		*						
SERIE 200												
4,0 (102)	6	*	*			*						
6,4 (163)	10	*	*		*	*						
10,1 (257)	16	*	*		*							
SERIE 400												
4,0 (102)	6	*	*	*		*						
5,2 (132)	8	*	*	*								
5,8 (147)	9			1								
6,4 (163)	10	*	*	*	*			*		*		
7,8 (198)	12	*	*	*	*			*		*		
8,4 (213)	13			1								
10,1 (257)	16	*	*	*	*			*		*		
SERIE 600												
7,7 (196)	12	*										
SERIE 800												
4,0 (102)	6	*	*			*						
5,2 (132)	8	*	*	2		*						
6,5 (165)	10	*	*	2		*						
7,7 (196)	12	*	*	2		*						
10,3 (262)	16	*	*	2								
SERIE 900												
2,1 (53)	6	*	*									
3,1 (79)	9	*	*									
3,5 (89)	10	*	*	*								
4,1 (104)	12	*	*	*	*	*						
5,1 (130)	15			*			*					

Fuente: Intralox.



A.1 Continuación

Todos los engranajes Intralox se pueden clasificar como artículos en stock o fabricados por encargo especial. Algunos artículos fabricados por encargo pueden conllevar cargos adicionales. Para obtener información sobre precios, disponibilidad y tiempos de entrega, póngase en contacto con el Servicio de Atención al cliente.		MATERIA- LES DE OBJETIVOS GENERA- LES	MATERIALES PARA APLICACIONES ESPECIALES									
			Acetal	Polipropileno	Biparido acero inoxidable	A acero inoxidable resistente	Poliuretano	Nílon reforzado con fibra de vidrio	Poliétileno	Poliuretano compuesto	Poliuretano ultraresistente a la abrasión	Polipropileno compuesto
DIAMETRO DE PASO pulg. (mm)	No. de dientes											
5,8 (147)	17	*	*	*	*	*	*					
6,1 (155)	18	*	*	*	*	*	*					
6,8 (173)	20	*	*	*	*	*	*					
9,8 (249)	28			*								
SERIE 1100					*							
1,6 (41)	8				*							
2,3 (58)	12	*			*							
3,1 (79)	16	*	*									
3,5 (89)	18	*	*	*								
3,8 (97)	20	*	*									
4,6 (117)	24	*	*	*			*					
5,1 (130)	26	*	*	*								
6,1 (155)	32	*	*	*			*					
SERIE 1200												
5,6 (142)	12			*								
6,5 (165)	14			*				*				
7,4 (188)	16							*				
7,9 (201)	17							*				
10,2 (258)	22			*				*				
SERIE 1400												
3,9 (99)	12	*										
5,1 (130)	16						*					
5,7 (145)	18						*				*	
6,7 (170)	21						*				*	
9,9 (251)	31							*				
SERIE 1500												
1,9 (48)	12	*										
2,3 (58)	14	*										
2,7 (69)	17	*										
3,8 (97)	24	*										
5,7 (145)	36	*										
SERIE 1600												
2,0 (51)	6	*										
3,2 (81)	10	*				*						
3,9 (99)	12	*				*						
6,4 (163)	20	*										

Fuente: Intralox.



A.2 Especificaciones de la banda FLUSH GRID

Flush Grid													
	pulg.	mm											
Paso	1,07	27,2											
Ancho mínimo	2,00	51,0											
Incrementos de ancho	0,33	8,4											
Dimensión de las aberturas (aprox.)	0,24 x 0,28	6,1 x 7,1											
Área abierta	38%												
Tipo de articulación	Abierta												
Método de accionamiento	Accionamiento central												
Notas sobre el producto													
• Póngase siempre en contacto con el Servicio de Atención al Cliente si desea realizar una medición precisa del ancho de la banda y comprobar el estado de las existencias antes de diseñar un transportador u ordenar una banda. • Diseño abierto con superficie superior lisa y bordes totalmente al ras. • Ofrece un excelente movimiento lateral de envases. • Hay disponibles empujadores y guardas laterales. • Las bandas de nilón HR usan varillitas para mantener la varilla de articulación principal en su lugar. Las varillitas están hechas del mismo material que la varilla principal.													
Información adicional													
• Consulte "Proceso de selección de bandas" (página 5) • Consulte "Materiales estándar para las bandas" (página 18) • Consulte "Materiales para aplicaciones especiales" (página 18) • Consulte "Factores de fricción" (página 30)													
Datos sobre la banda													
Material de la banda	Material de las varillas estándar Ø 0,18 pulg. (4,6 mm)	CF	Resistencia de la banda	Rango de temperatura (continuo)		P	Peso de la banda	Aprobación de entidades					
								lb/pies	kg/m	°F	°C	lb/pie²	kg/m²
Polipropileno	Polipropileno	700	1040	34 a 220	1 a 104	0,76	3,70	•	•		•	•	Blanco
Polietileno	Polietileno	350	520	-50 a 150	-46 a 66	0,81	3,96	•	•		•	•	Azul
Acetal	Polipropileno	1480	2200	34 a 200	1 a 93	1,15	5,62	•	•		•		Blanco y Azul
Acetal EC	Polipropileno	800	1190	34 a 200	1 a 93	1,15	5,62						
FR-TPES	Polipropileno	750	1120	40 a 180	7 a 82	1,19	5,81						
Nilón HR FDA	Nilón FDA	1200	1790	-50 a 240	-46 a 116	1,10	5,40	•					
Nilón termorresistente sin aprobación de la FDA	Nilón No FDA	1200	1790	-50 a 310	-46 a 154	1,10	5,40						
Acetal⁵	Polietileno	1000	1490	-50 a 70	-46 a 41	1,15	5,62	•	•		•		Blanco y Azul

Fuente: Intralox.



A.3 Dimensiones de ejes cuadrados

DIMENSIONES Y TOLERANCIAS DE EJES			
Tamaño del eje	Dimensiones de las ranuras de los anillos de retención y los chaflanes		
	Diámetro de la ranura	Ancho	Chaflán ¹
5/8 pulg.	0,762 ± 0,003 pulg.	0,046 + 0,003/- 0,000 pulg.	0,822 ± 0,010 pulg.
1 pulg.	1,219 ± 0,005 pulg.	0,056 + 0,004/- 0,000 pulg.	1,314 ± 0,010 pulg.
1,5 pulg.	1,913 ± 0,005 pulg.	0,086 + 0,004/- 0,000 pulg.	2,022 ± 0,010 pulg.
2,5 pulg.	3,287 ± 0,005 pulg.	0,120 + 0,004/- 0,000 pulg.	3,436 ± 0,010 pulg.
3,5 pulg.	4,702 ± 0,005 pulg.	0,120 + 0,004/- 0,000 pulg.	4,850 ± 0,010 pulg.
25,4 mm	30 ± 0,1 mm	2,0 + 0,15/- 0,00 mm	33 ± 0,254 mm
40 mm	51 ± 0,1 mm	2,5 + 0,15/- 0,00 mm	54 ± 0,254 mm
60 mm	77,5 ± 0,1 mm	3,5 + 0,15/- 0,00 mm	82 ± 0,254 mm
65 mm	85 ± 0,1 mm	3,5 + 0,15/- 0,00 mm	89 ± 0,254 mm
90 mm	120 ± 0,1 mm	4,5 + 0,15/- 0,00 mm	124 ± 0,254 mm

Fuente: Intralox.

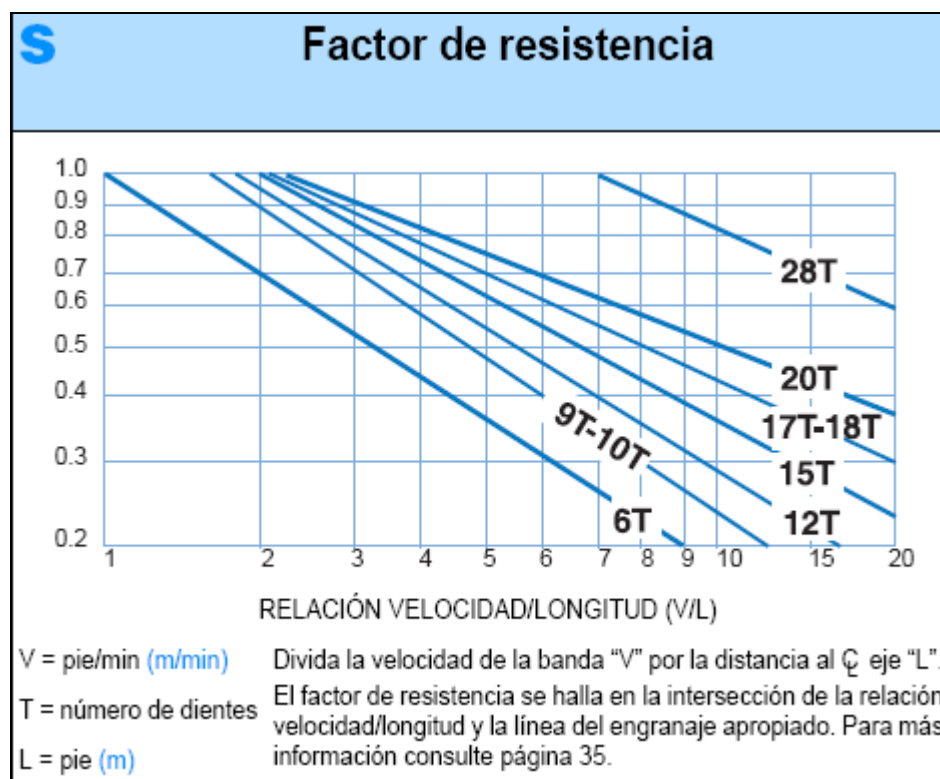
A.4 Tabla de coeficiente de fricción del arranque entre la guía de desgaste y banda

MATERIAL DE LA GUÍA DE DESGASTE	MATERIAL ESTÁNDAR ¹									
	Los engranajes de POLIPROPILENO				Los engranajes de POLIETILENO		Los engranajes de ACETAL		ACETAL EC	
	SUPERFICIE LISA		ABRASIVO ² LISA		SUPERFICIE LISA		SUPERFICIE LISA		SUPERFICIE LISA	
	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO
U.H.M.W.:	0,11	0,13	NR	NR	0,24	0,32 ³	0,10	0,10	0,10	0,10
H.D.P.E.	0,09	0,11	NR	NR	NR	NR	0,09	0,08	0,09	0,08
Nilón impregnado con molibdeno o silicona	0,24	0,25	0,29	0,30	0,14	0,13	0,13	0,15	0,13	0,15
Acero inoxidable o al carbono con acabado laminado en frío	0,26	0,26*	0,31	0,31*	0,14	0,15*	0,18	0,19*	0,18	0,19*

Fuente: Intralox.



A.5 Tabla de factor de resistencia



Fuente: Intralox.

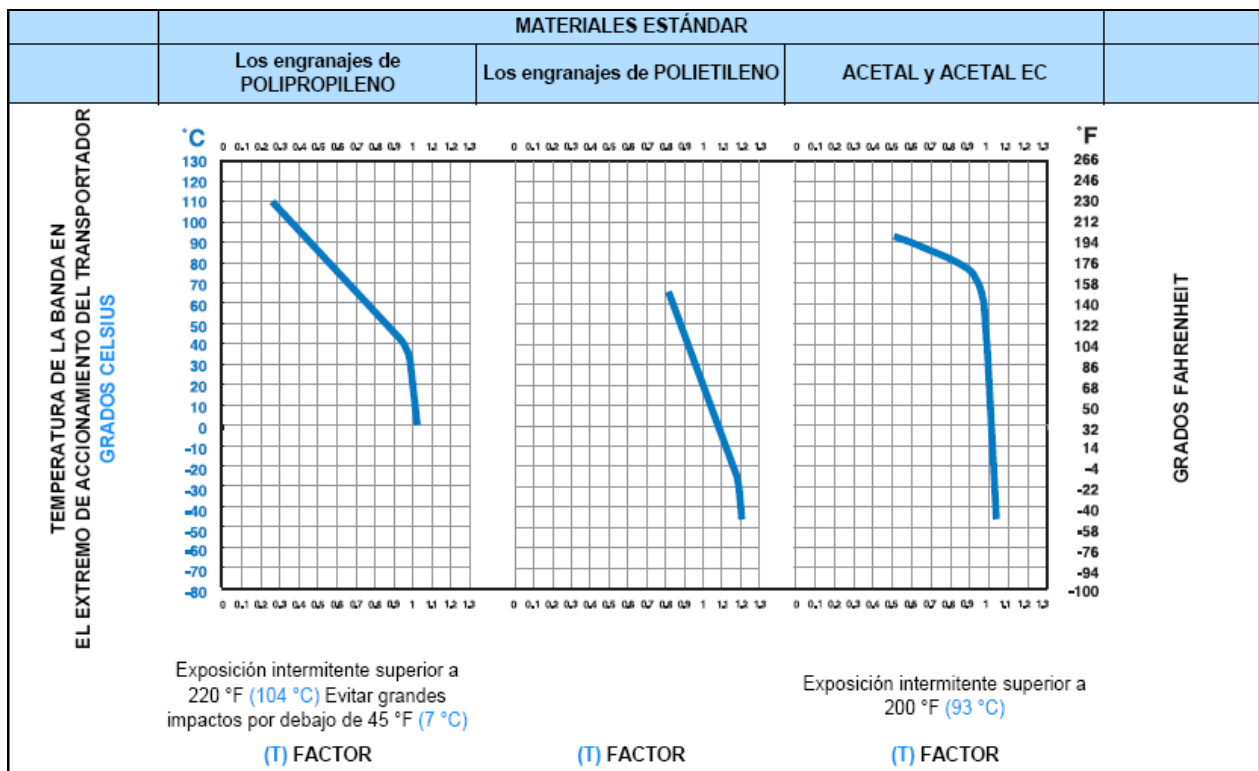
A.6 Tabla de factor de servicio

Tabla 6 (SF) FACTOR DE SERVICIO		
Arranques sin carga, con carga aplicada gradualmente.		1,0
Arranques frecuentes bajo carga (más de uno por hora)	AGREGAR 0,2	
A velocidades superiores a 100 FPM (pies por minuto) (30 metros/min)	AGREGAR 0,2	
Transportadores ascendentes	AGREGAR 0,4	
Transportadores por empuje	AGREGAR 0,2	
	TOTAL	
Nota: Para velocidades superiores a los 50 pies/min (15 m/min) en transportadores que arrancan con acumulación de producto, se recomienda usar motores de arranque suave.		

Fuente: Intralox.

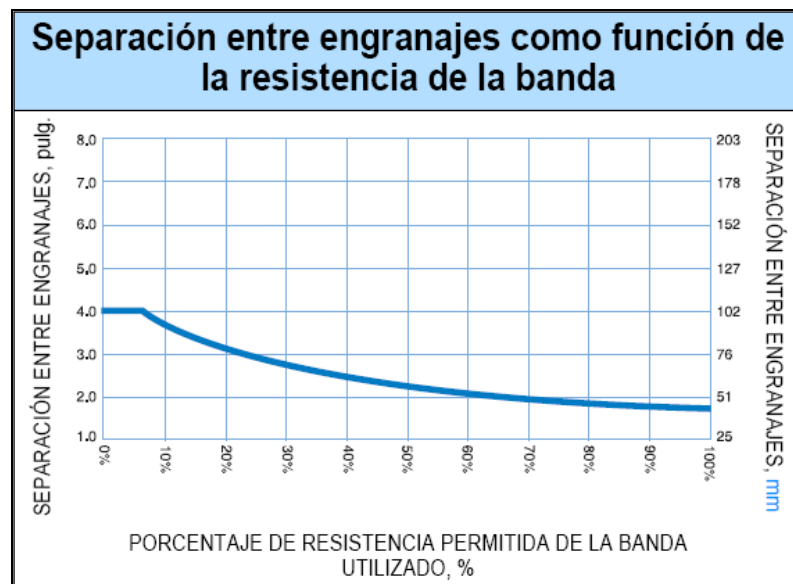


A.7 Factor de temperatura



Fuente: Intralox.

A.8 Tabla de separación de engranajes como función de la resistencia de la banda



Fuente: Intralox.



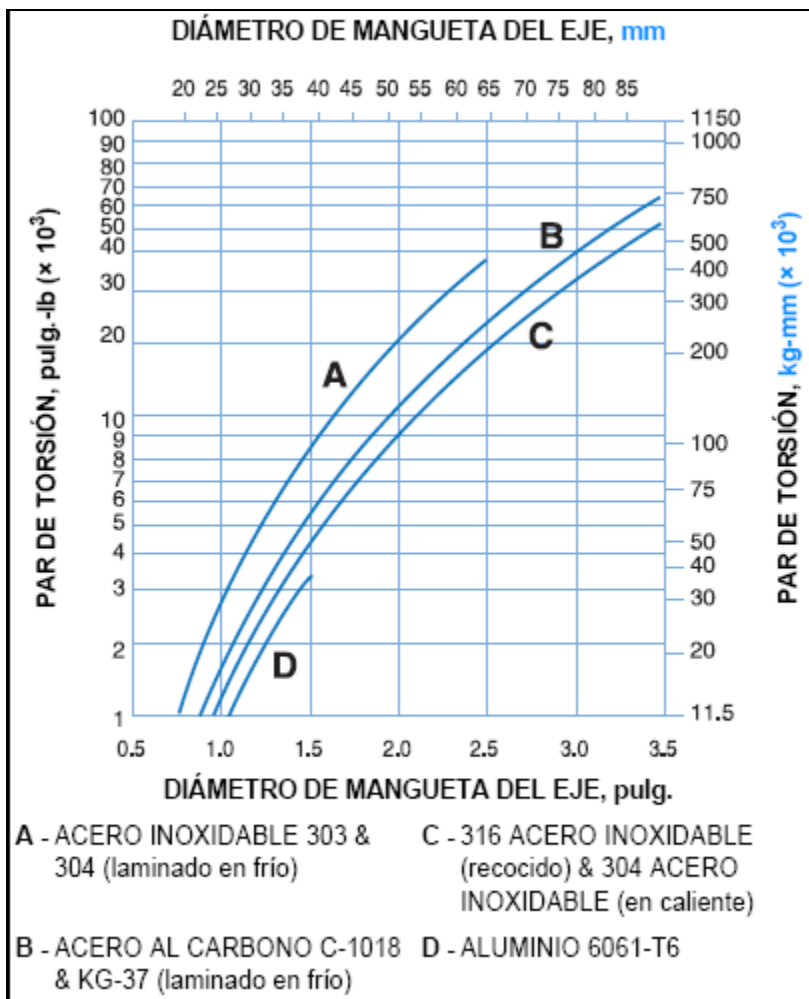
A.9 Datos del eje

EJE B DATOS	(Q) PESO DEL EJE, lb/pie (kg/m)			I MOMENTO DE INERCI pulg. ⁴ (mm ⁴)
TAMAÑO	ALUMINIO	ACERO AL CARBONO	Los engranajes bipartidos de ACERO INOXIDABLE	
5/8 PULG. CUADRADAS	0,46	1,33 ¹	1,33 ¹	0,013
1 PULG. CUADRADA	1,17 ¹	3,40 ¹	3,40 ¹	0,083
1,5 PULG. CUADRADAS	2,64 ¹	7,65 ¹	7,65 ¹	0,42
2,5 PULG. CUADRADAS	7,34	21,25 ¹	21,25 ¹	3,25
3,5 PULG. CUADRADAS	14,39	41,60 ¹	41,60	12,50
25 mm CUADRADOS	1,699	(4,920) ²	4,920 ²	(32,550)
40 mm CUADRADOS	(4,335)	(12,55) ²	(12,55) ²	(213.300)
60 mm CUADRADOS	(10,05)	(29,11) ²	(29,11) ²	(1.080.000)
65 mm CUADRADOS	11,79	(34,16) ²	(34,16) ²	1.487.600
E MÓDULO DE ELASTICIDAD libras/pulg. ² (kg/ mm ²)	10.000.000 (7.000)	30.000.000 (21.100)	28.000.000 (19.700)	

Fuente: Intralox.



A.10 Par de torsión máximo recomendado en el eje motriz



Fuente: Intralox.



A.11 Especificaciones de la banda SQUARE FRICTION TOP

Square Friction Top								
	pulg.	mm						
Paso	1,07	27,2						
Ancho mínimo (SFT)	2,3	58,4						
Ancho mínimo (SFT Ultra)	3,0	76,2						
Incrementos de ancho	0,33	8,4						
Tipo de articulación	Abierta							
Método de accionamiento	Accionamiento central							
Notas sobre el producto								
• Póngase siempre en contacto con el Servicio de Atención al Cliente si desea realizar una medición precisa del ancho de la banda y comprobar el estado de las existencias antes de diseñar un transportador u ordenar una banda. • Disponible en los tipos Friction Top Cuadrado (SFT) y Friction Top Cuadrado Ultra (SFT Ultra) (concentración más alta de caucho). • Los módulos de caucho compuestos de dos materiales ofrecen una superficie de alta fricción sin interferir con los recorridos de ida ni los engranajes. • Disponible en caucho negro sobre polipropileno gris y caucho blanco sobre polipropileno blanco. Para obtener información sobre los tiempos de entrega del caucho blanco, póngase en contacto con el Servicio de Atención al Cliente. • No se recomienda en situaciones de acumulación. Si se necesitan valores de fricción entre el producto y la banda, póngase en contacto con el departamento de Soporte Técnico de Intralox. • Los módulos con superficie de caucho negro tienen una firmeza de 45 Shore A. Los módulos con superficie de caucho blanco tienen una firmeza de 56 Shore A. • Si se utiliza una banda de acción central, puede ser necesario colocar aros para retener la banda lateralmente en el rodillo de flexión inversa antes del eje motriz. Se necesitan varillas resistentes a la abrasión. • La temperatura, las condiciones ambientales y las características del producto afectan el máximo grado efectivo de la pendiente. Tenga en cuenta estos factores al diseñar sistemas transportadores que utilicen estas bandas. • La indentación mínima es de 1 pulg. (25 mm)).								
Información adicional								
• Consulte "Proceso de selección de bandas" (página 5) • Consulte "Materiales estándar para las bandas" (página 18) • Consulte "Materiales para aplicaciones especiales" (página 18) • Consulte "Factores de fricción" (página 30)								
Datos sobre la banda								
Material de la banda	Material de las varillas estándar Ø 0,18 pulg. (4,6 mm)	CF	Resistencia de la banda	Rango de temperatura (continuo)		P	Peso de la banda	Aprobación de entidades
		lb/pies	kg/m	°F	°C	lb/pie²	kg/m²	FDA (EE.UU.)
Polipropileno (SFT)	Polipropileno	1000	1490	34 a 150	1 a 66	1,20	5,86	Blanco
Polipropileno (SFT Ultra)	Polipropileno	1000	1490	34 a 150	1 a 66	1,50	7,32	Blanco

Fuente: Intralox.



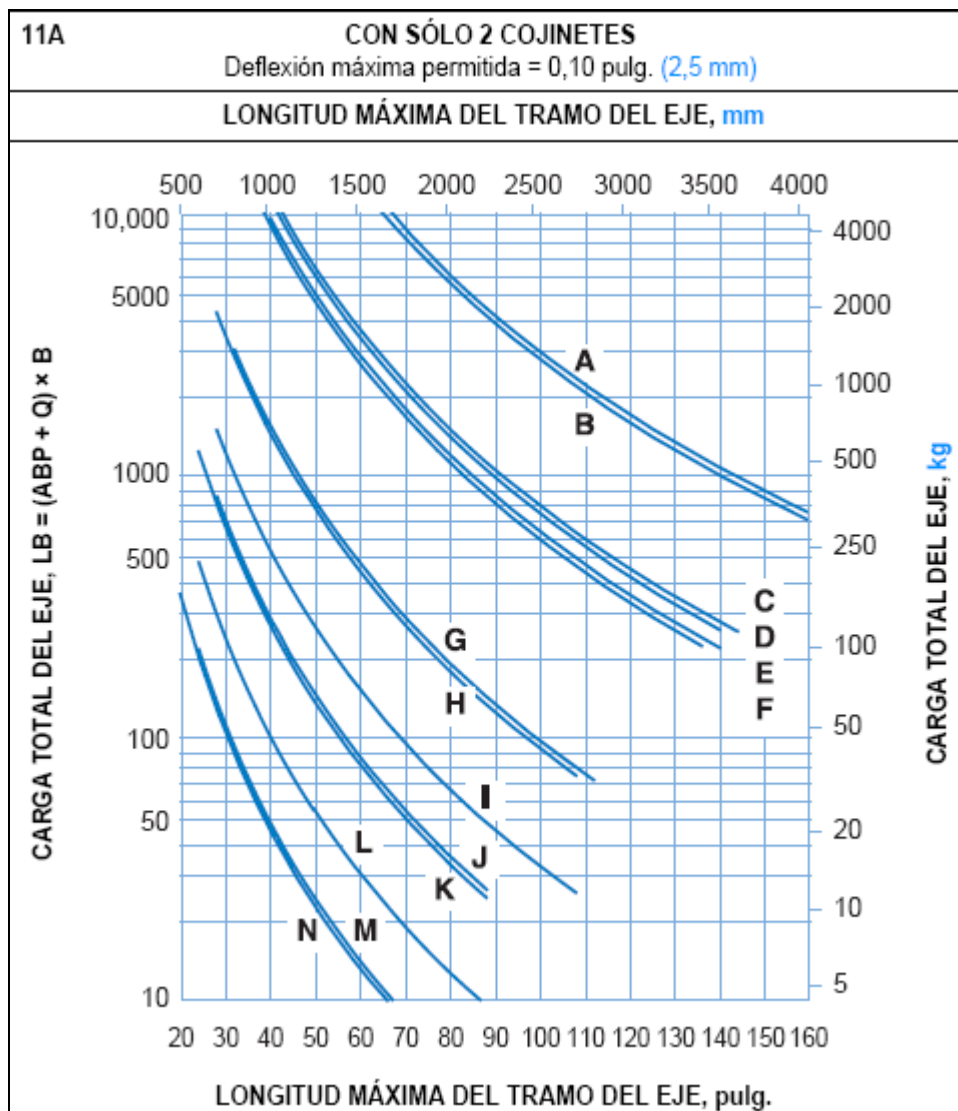
A.12 Cantidad de engranajes y guías deslizantes para el recorrido de ida y retorno

Referencia de cantidad de engranajes y soportes				
Ancho nominal aproximado de la banda ¹		Número mínimo de engranajes por eje ²	Guías deslizantes	
pulg.	mm		Recorrido de ida	Retorno
2	51	1	2	2
4	102	1	2	2
6	152	2	2	2
7	178	2	3	2
8	203	2	3	2
10	254	3	3	2
12	305	3	3	2
14	356	5	4	3
15	381	5	4	3
16	406	5	4	3
18	457	5	4	3
20	508	5	5	3
24	610	7	5	3
30	762	9	6	4
32	813	9	7	4
36	914	9	7	4
42	1067	11	8	5
48	1219	13	9	5
54	1372	15	10	6
60	1524	15	11	6
72	1829	19	13	7
84	2134	21	15	8
96	2438	25	17	9
120	3048	31	21	11
144	3658	37	25	13

Fuente: Intralox.



A.13 Longitud máxima del tramo del eje motriz



Fuente: Intralox.



A.14 Dimensiones de la estructura del transportador

Descripción del engranaje			A		B		C		E	
Diámetro de paso		Núm. dientes	Rango (parte inferior a superior)		pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
pulg.	mm		pulg.	mm						
SERIE 900 FLUSH GRID, FLAT TOP, PERFORATED FLAT TOP, MESH TOP, NUB TOP ¹										
2,1	53	6	0,75-0,90	19-23	1,25	32	2,28	58	1,51	38
3,1	79	9	1,30-1,39	33-35	1,51	38	3,20	81	1,75	44
3,5	89	10	1,47-1,56	37-40	1,70	43	3,60	91	2,01	51
4,1	104	12	1,82-1,90	46-48	1,74	44	4,25	108	2,51	64
5,1	130	15	2,34-2,40	60-61	2,00	51	5,20	132	2,77	70
5,8	147	17	2,69-2,74	68-70	2,13	54	5,80	147	3,15	80
6,1	155	18	2,86-2,91	73-74	2,20	56	6,20	155	3,30	84
6,8	173	20	3,21-3,25	81-82	2,32	59	6,75	171	3,86	98
9,8	249	28	4,58	116	2,96	75	9,70	246	4,98	128
SERIE 900 DIAMOND FRICTION TOP, FLAT FRICTION TOP, SQUARE FRICTION TOP ¹										
2,1	53	6	0,75-0,90	19-23	1,25	32	2,28	58	1,76	45
3,1	79	9	1,30-1,39	33-35	1,51	38	3,20	81	1,96	50
3,5	89	10	1,47-1,56	37-40	1,70	43	3,60	91	2,22	56
4,1	104	12	1,82-1,90	46-48	1,74	44	4,25	108	2,72	69
5,1	130	15	2,34-2,40	60-61	2,00	51	5,20	132	2,98	76
5,8	147	17	2,69-2,74	68-70	2,13	54	6,00	152	3,40	86
6,1	155	18	2,86-2,91	73-74	2,20	56	6,20	156	3,51	89
6,8	173	20	3,21-3,25	81-82	2,32	59	6,75	171	4,08	104
9,8	249	28	4,58	116	2,96	75	9,70	246	5,23	133

Fuente: Intralox.



A.15 Información de motores LENTAX.

CODIGO DE DESIGNACION / UNIT DESIGNATIONS	
Cada unidad se subdivide en 5 campos con sus correspondientes siglas o números. Juntando éstos se obtiene el código de designación del equipo. Every unit contains 5 fields composed by characters or numbers. Joining these items we obtain the unit designation code.	
Ejemplo: C3T - 200/6 FRB - 34 - B3 - XXX In example	
C3T	200/6 FRB
34	B3
XXX	
① MODELO MODEL	② MOTOR MOTOR
③ VELOCIDAD OUTPUT R.P.M.	④ MONTAJE MOUNTING POSITION
⑤ KIT KIT	
① MODELO MODEL	EJECUCION UNIT TYPE R: Reductor / Reducer MR: Motoreductor sin motor de fabrica / Gearbox with motor flange TAMAÑO UNIT SIZE C00 - C0 - C1 - C2 - C3 - C4 - C45 - C5 - C6 FR - TR - HR - SR
② MODELO MOTOR	Con motor = Potencia (HP) x 100 N° polos-Adicionales (I) With motor = Nominal power (HP) x 100 pole quantity-Additional (I) Sin motor = Tamaño carcasa Without motor = Frame size (I) Adicionales: VFE: Ventilacion forzada / With fan cooler (I) Additional: FRB: Freno Brinkmann / Brinkmann brakemotor Tr: Traba antirretroceso / Backstop CC: Corriente Continua / Direct current Trl: Traba ruleman / Bearing backstop Ex-d: Antiexplosivo / Ex-d motor
③ VELOCIDAD OUTPUT R.P.M.	Para motoreductor se designa la velocidad de salida en R.P.M. For gearmotor output speed in R.P.M. Para reductor o con motor provisto por el cliente se designa la RELACION For gearbox or motor-flange RATIO
④ MONTAJE MOUNTING POSITION	EJECUCION MOUNTING TYPE -con patas / foot mounted -con brida / flange mounted -con brida y patas / foot and flange mounted POSICIONES POSITION -horizontal / horizontal -vertical / vertical Ver pag.49 / See page.49
⑤ KIT KIT	Segun sus necesidades, los equipos son provistos de : Under request the gearboxes could be provide of : RU: Trompa para agitador / Turnd for agitator XXX: Ejecuciones especiales / Special design (porejemplo: eje de salida especial) / (i.e.: special output shaft)
Ejemplo: C3T - 200/6 FRB - 34 - B3 - XXX Example	

Fuente: Lentax



A.16 Catalogo de selección de motor para la banda transportadora

Potencia Entrada kW	HP	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Velocidad Salida aprox. (RPM)	Relación (i)	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Útil (Nm)	Potencia Entrada kW	HP	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Velocidad Salida aprox. (RPM)	Relación (i)	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Útil (Nm)		
			6.4	141.90	C0T3	0.13 / 6	2.95	133				1.4	998.97	C2FR	0.17	1.20	814
			6.9	131.48	C0T3	0.13 / 6	3.25	124				1.8	778.76	C2FR	0.17	1.55	634
			7.9	114.84	C0T3	0.13 / 6	3.65	108				2.2	628.09	C2FR	0.17	1.90	512
		1380	7.6	181.45	C0T3	0.13	3.45	112				2.7	518.51	C2FR	0.17	2.30	422
			8.2	168.13	C0T3	0.13	3.85	104				2.9	472.28	C2FR	0.17	2.50	385
			4.6	301.09	C0FR	0.13	0.95	184				3.2	435.23	C2FR	0.17	2.75	355
			5.1	268.65	C0FR	0.13	1.05	164				3.7	368.17	C2FR	0.17	3.25	300
			6.0	228.26	C0FR	0.13	1.25	139				4.4	317.02	C2FR	0.17	3.75	258
			7.1	195.69	C0FR	0.13	1.45	119				4.6	296.94	C2FR	0.17	4.00	242
		650	4.7	175.50	C2T3	0.17 / 8	3.05	308				4.7	137.24	C2T3	0.17 / 8	3.90	241
		1380	1.9	734.24	C1FR	0.17	0.95	598				2.1	671.37	C1FR	0.17	1.05	547
			2.3	606.14	C1FR	0.17	1.15	494				2.6	523.38	C1FR	0.17	1.35	426
			3.3	422.12	C1FR	0.17	1.70	344				3.7	370.60	C1FR	0.17	1.90	302
			4.0	348.47	C1FR	0.17	2.05	284				4.7	292.50	C1FR	0.17	2.45	238
			5.6	248.53	C1FR	0.17	2.85	202			650	3.2	205.16	C1T3	0.17 / 8	1.75	361
			3.5	186.95	C1T3	0.17 / 8	1.85	329				3.0	162.50	C1T3	0.17 / 8	2.25	286
			4.4	148.08	C1T3	0.17 / 8	2.40	260				4.0	148.08	C1T3	0.17 / 8	2.40	260
		910	4.4	205.16	C1T3	0.17 / 6	2.35	258				4.9	186.95	C1T3	0.17 / 6	2.50	235
			5.6	162.50	C1T3	0.17 / 6	3.00	204				6.1	148.08	C1T3	0.17 / 6	3.20	186
			6.2	145.98	C1T3	0.17 / 6	3.55	183			1380	6.7	205.16	C1T3	0.17	3.55	170
			7.4	186.95	C1T3	0.17	3.70	155				2.9	472.19	C0FR	0.17	1.00	385
			3.6	380.83	C0FR	0.17	1.25	310				4.4	314.39	C0FR	0.17	1.50	256
			5.2	263.90	C0FR	0.17	1.80	215				6.2	224.22	C0FR	0.17	2.10	183
			7.2	192.22	C0FR	0.17	2.45	157			650	3.6	181.45	C0T3	0.17 / 8	1.30	319
			3.9	168.13	C0T3	0.17 / 8	1.45	295				4.6	141.90	C0T3	0.17 / 8	1.65	249
			4.9	131.48	C0T3	0.17 / 8	1.85	231				5.7	114.84	C0T3	0.17 / 8	2.05	202
			6.1	106.41	C0T3	0.17 / 8	2.25	187				6.3	102.64	C0T3	0.17 / 8	2.30	180
			6.8	95.16	C0T3	0.17 / 8	2.50	167				7.4	88.17	C0T3	0.17 / 8	2.70	155
		910	5.0	181.45	C0T3	0.17 / 6	1.70	228				5.4	168.13	C0T3	0.17 / 6	1.90	211
			6.4	141.90	C0T3	0.17 / 6	2.20	178				6.9	131.48	C0T3	0.17 / 6	2.45	165
			7.9	114.84	C0T3	0.17 / 6	2.70	144			1380	7.6	181.45	C0T3	0.17	2.55	150
			8.2	168.13	C0T3	0.17	2.85	139				9.7	141.90	C0T3	0.17	3.30	117
			10.5	131.48	C0T3	0.17	3.65	109				6.0	228.26	C0FR	0.17	0.95	186
			7.1	195.69	C0FR	0.17	1.10	159			650	5.5	117.43	C0T3	0.17 / 8	0.95	206
			6.0	108.33	C0T3	0.17 / 8	1.05	190				6.7	96.95	C0T3	0.17 / 8	1.15	170
			6.9	94.10	C0T3	0.17 / 8	1.25	165				7.4	88.14	C0T3	0.17 / 8	1.30	155
			8.0	81.30	C0T3	0.17 / 8	1.40	143			910	5.9	153.76	C0T3	0.17 / 6	1.00	193
			6.0	151.52	C0T3	0.17 / 6	1.05	190				6.5	139.78	C0T3	0.17 / 6	1.15	175
			7.7	117.43	C0T3	0.17 / 6	1.30	147				8.3	166.68	C0T3	0.17	1.40	138
			9.0	153.76	C0T3	0.17	1.50	127				9.1	151.52	C0T3	0.17	1.55	125
			9.9	139.78	C0T3	0.17	1.75	116				11.8	117.43	C0T3	0.17	1.90	97
			12.7	108.33	C0T3	0.17	2.10	90				14.2	96.95	C0T3	0.17	2.35	80
			14.7	94.10	C0T3	0.17	2.45	78				15.7	88.14	C0T3	0.17	2.55	73
0.13	0.17	1380	0.9	1501.52	C4TR	0.17	2.55	1223			1380	8.0	153.76	C0T3	0.17	1.50	128
			1.2	1178.86	C4TR	0.17	3.20	960				9.1	151.52	C0T3	0.17	1.55	125
			1.4	958.10	C4TR	0.17	3.95	781				9.9	139.78	C0T3	0.17	1.75	116
			0.9	1578.57	C3TR	0.17	1.20	1286				11.8	117.43	C0T3	0.17	1.90	97
			1.1	1239.35	C3TR	0.17	1.55	1010				12.7	108.33	C0T3	0.17	2.10	90
			1.4	1007.26	C3TR	0.17	1.90	821				14.2	96.95	C0T3	0.17	2.35	80
			1.6	838.46	C3TR	0.17	2.25	683				14.7	94.10	C0T3	0.17	2.45	78
			1.9	714.97	C3TR	0.17	2.65	582				15.7	88.14	C0T3	0.17	2.55	73
			2.3	609.38	C3TR	0.17	3.10	496									
			2.5	561.33	C3TR	0.17	3.40	457									

Fuente: Lentax



A.16 Continuación

Potencia Entrada kW	Velocidad Entrada HP	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Velocidad Salida aprox. (RPM)	Relación	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Util (N·m)	Potencia Entrada kW	Velocidad Entrada HP	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Velocidad Salida aprox. (RPM)	Relación	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Util (N·m)
		910	3.9	230.58	C1T3	0.50	1.95								
			4.3	211.33	C1T3	0.50	2.15								
			5.5	166.30	C1T3	0.50	2.75								
			7.0	129.57	C1T3	0.50	3.50								
			7.4	122.57	C1T3	0.50	3.70								
			7.7	118.75	C1T3	0.50	3.85								
		1405	3.8	368.17	C2FR	0.50	1.10								
			4.4	317.02	C2FR	0.50	1.25								
			4.7	296.94	C2FR	0.50	1.35								
			5.7	245.13	C2FR	0.50	1.60								
			6.8	205.76	C2FR	0.50	1.95								
			8.0	174.83	C2FR	0.50	2.25								
			9.4	149.88	C2FR	0.50	2.65								
		690	3.9	175.50	C2T3	0.50	1.00								
			5.0	137.24	C2T3	0.50	1.30								
			5.3	131.09	C2T3	0.50	1.50								
			6.2	111.07	C2T3	0.50	1.60								
			6.9	100.41	C2T3	0.50	1.90								
			7.5	92.04	C2T3	0.50	2.25								
			8.3	82.97	C2T3	0.50	2.40								
		910	5.2	175.50	C2T3	0.50	1.35								
			6.6	137.24	C2T3	0.50	1.75								
			6.9	131.09	C2T3	0.50	1.95								
			8.2	111.07	C2T3	0.50	2.15								
			9.1	100.41	C2T3	0.50	2.55								
		1405	8.0	175.50	C2T3	0.50	2.05								
			10.0	137.24	C2T3	0.50	2.60								
			11.0	131.09	C2T3	0.50	2.95								
			13.0	111.07	C2T3	0.50	3.25								
			14.0	100.41	C2T3	0.50	3.80								
			5.7	248.53	C1FR	0.50	0.95								
		910	5.6	162.50	C1T3	0.50	1.00								
			6.1	148.08	C1T3	0.50	1.05								
			6.2	145.98	C1T3	0.50	1.20								
		1405	6.8	205.16	C1T3	0.50	1.20								
			7.5	186.95	C1T3	0.50	1.25								
			8.6	162.50	C1T3	0.50	1.50								
			9.5	148.08	C1T3	0.50	1.60								
			9.6	145.98	C1T3	0.50	1.80								
			11.9	117.94	C1T3	0.50	1.85								
			12.2	115.63	C1T3	0.50	2.00								
			12.9	108.73	C1T3	0.50	2.20								
			14.2	99.08	C1T3	0.50	2.30								
			15.0	93.42	C1T3	0.50	2.65								
			17.1	82.06	C1T3	0.50	2.80								
			20.1	69.89	C1T3	0.50	3.10								
			22.0	62.51	C1T3	0.50	3.50								
			8.4	168.13	C0T3	0.50	0.95								
			9.9	141.90	C0T3	0.50	1.10								
			10.7	131.48	C0T3	0.50	1.20								
			12.2	114.84	C0T3	0.50	1.35								
			13.2	106.41	C0T3	0.50	1.50								
			13.7	102.64	C0T3	0.50	1.55								
			14.8	95.16	C0T3	0.50	1.65								
			15.9	88.17	C0T3	0.50	1.80								
			17.5	80.20	C0T3	0.50	1.95								
			18.9	74.31	C0T3	0.50	2.15								
			21.0	66.19	C0T3	0.50	2.65								
			26.0	53.83	C0T3	0.50	2.90								
			28.0	49.88	C0T3	0.50	3.20								
			31.0	45.37	C0T3	0.50	3.45								
			33.0	42.04	C0T3	0.50	3.80								
			17.3	81.30	C00T3	0.50	0.95								
			19.7	71.16	C00T3	0.50	1.10								
			22.0	63.01	C00T3	0.50	1.25								
			26.0	54.74	C00T3	0.50	1.40								
			28.0	50.49	C00T3	0.50	1.60								
			31.0	44.87	C00T3	0.50	1.75								
			34.0	41.39	C00T3	0.50	1.95								
			41.0	34.47	C00T3	0.50	2.30								
			45.0	31.48	C00T3	0.50	2.50								
			48.0	29.04	C00T3	0.50	2.75								
			57.0	24.65	C00T3	0.50	3.20								
			61.0	22.95	C00T2	0.50	3.55								
			74.0	18.99	C00T2	0.50	4.25								
			88.0	15.97	C00T2	0.50	5.10								
			103.0	13.60	C00T2	0.50	6.00								
			112.0	12.56	C00T2	0.50	6.45								
			120.0	11.69	C00T2	0.50	7.00								
			133.0	10.56	C00T2	0.50	7.30								
			156.0	9.00	C00T2	0.50	7.50								
			182.0	7.73	C00T2	0.50	8.75								
		690	100.0	6.85	TR	0.50	3.80								
			121.0	5.69	FR	0.50	1.20								
			135.0	4.44	FR	0.50	1.55								
			183.0	3.58	FR	0.50	1.90								
			234.0	2.96	FR	0.50	2.30								
		910	160.0	5.69	FR	0.50	1.60								
			205.0	4.44	FR	0.50	2.05								
			432.0	2.11	FR	0.50	4.30								
			504.0	1.81	FR	0.50	5.00								
		1405	247.0	5.69	FR	0.50	2.40								
			317.0	4.44	FR	0.50	3.05								
			393.0	3.58	FR	0.50	3.80								
			475.0	2.96	FR	0.50	4.60								
			567.0	2.48	FR	0.50	5.50								
			667.0	2.11	FR	0.50	6.45								
			778.0	1.81	FR	0.50	7.55								
0.55	0.75	1430	1.0	1390.16	C6HR	0.75	2.75								4943
			1.3	1086.62	C6HR	0.75	3.55								3864
			1.5	960.80	C6HR	0.75	4.00								3416
			1.3	1115.38	C5HR	0.75	1.80								3966
			1.6	871.83	C5HR	0.75	2.25								3100
			1.8	811.18	C5HR	0.75	2.45								2884
			2.0	705.19	C5HR	0.75	2.80								2508
			2.2	634.06	C5HR	0.75	3.15								2255
			1.4	1043.90	C45HR	0.75	1.30								3712
			1.7	816.00	C45HR	0.75	1.65								2902
			1.9	745.80	C45HR	0.75	1.80								2652
			2.2	660.00	C45HR	0.75	2.05								2347
			2.4	582.90	C45HR	0.75	2.30								2073
			1.8	797.76	C4TR	0.75	1.05								2837
			2.1	675.52	C4TR	0.75	1.25								2402
			2.3	626.33	C4TR	0.75	1.35								2227
			2.8	509.04	C4TR	0.75	1.65								1810
			3.4	423.73	C4TR	0.75	2.00								1507
			4.0	358.90	C4TR	0.75	2.35								1276
			4.6	307.96	C4TR	0.75	2.75								1095
			5.3	266.88	C4TR	0.75	3.15								949
		680	3.1	219.32	C4T3	0.75	1.75								1655
			3.7	182.77	C4T3	0.75	2.20								1379
			4.0	172.13	C4T3	0.75	2.25								1298
			4.7	143.44	C4T3	0.75	2.85								1082
		920	4.2	219.32	C4T3	0.75	2.35								

A.16 Continuación

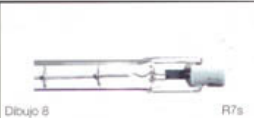
Potencia Entrada	Velocidad Entrada	Velocidad Salida	Relación	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Útil	Potencia Entrada	Velocidad Entrada	Velocidad Salida	Relación	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Útil				
KW	HP	aprox. (RPM)			(5)	(Nm)	KW	HP	aprox. (RPM)			(5)	(Nm)				
0.24	0.33	1380							7.7	88.17	C0T3	0.33 / 8	1.40	293			
									5.2	168.13	C0T3	0.33 / 8	0.95	431			
									6.2	141.90	C0T3	0.33 / 8	1.10	364			
									6.7	131.48	C0T3	0.33 / 8	1.25	337			
									7.7	114.84	C0T3	0.33 / 8	1.35	295			
									7.6	181.45	C0T3	0.33	1.30	297			
									8.2	168.13	C0T3	0.33	1.45	275			
									9.7	141.90	C0T3	0.33	1.65	232			
									10.5	131.48	C0T3	0.33	1.85	215			
									12.0	114.84	C0T3	0.33	2.05	188			
		680	3.1	219.32	C4T3	0.33 / 8	4.00	728	13.0	106.41	C0T3	0.33	2.25	174			
									13.4	102.64	C0T3	0.33	2.35	168			
			1.4	1007.26	C3T8	0.33	0.95	1622	14.5	95.16	C0T3	0.33	2.50	156			
			1.6	838.46	C3T8	0.33	1.15	1350	15.7	88.17	C0T3	0.33	2.75	144			
			1.9	714.97	C3T8	0.33	1.35	1151	17.2	80.20	C0T3	0.33	2.95	131			
			2.3	609.38	C3T8	0.33	1.60	981	18.6	74.31	C0T3	0.33	3.25	122			
			2.5	561.33	C3T8	0.33	1.70	904									
			3.0	456.21	C3T8	0.33	2.10	734	11.8	117.43	C00T3	0.33	0.95	192			
			3.6	379.76	C3T8	0.33	2.55	611	12.7	108.33	C00T3	0.33	1.05	177			
			4.3	321.65	C3T8	0.33	3.00	518	14.2	96.95	C00T3	0.33	1.20	159			
		680	5.0	276.00	C3T8	0.33	3.50	444	14.7	94.10	C00T3	0.33	1.25	154			
									15.7	88.14	C00T3	0.33	1.30	144			
			2.9	230.58	C3T3	0.33 / 8	2.25	765	17.0	81.30	C00T3	0.33	1.40	133			
			3.2	211.33	C3T3	0.33 / 8	2.45	701	19.4	71.16	C00T3	0.33	1.65	116			
									22.0	63.01	C00T3	0.33	1.90	103			
			2.2	628.09	C2F8	0.33	0.95	1011	25.0	54.74	C00T3	0.33	2.15	90			
			2.7	518.51	C2F8	0.33	1.15	835	27.0	50.49	C00T3	0.33	2.45	83			
			2.9	472.28	C2F8	0.33	1.25	760	31.0	44.87	C00T3	0.33	2.65	73			
			3.2	435.23	C2F8	0.33	1.40	701	33.0	41.39	C00T3	0.33	2.95	68			
			3.7	368.17	C2F8	0.33	1.65	593	40.0	34.47	C00T3	0.33	3.45	56			
		680	4.4	317.02	C2F8	0.33	1.90	510	44.0	31.48	C00T3	0.33	3.80	51			
			4.6	296.94	C2F8	0.33	2.00	478	48.0	29.04	C00T3	0.33	4.20	47			
			5.6	245.13	C2F8	0.33	2.45	395	56.0	24.65	C00T3	0.33	4.90	40			
			6.7	205.76	C2F8	0.33	2.90	331									
			7.9	174.83	C2F8	0.33	3.45	281	60.0	22.95	C00T2	0.33	5.35	38			
			9.2	149.88	C2F8	0.33	4.00	241	73.0	18.99	C00T2	0.33	6.40	32			
									86.0	15.97	C00T2	0.33	7.75	27			
			3.9	175.50	C2T3	0.33 / 8	1.55	583	101.0	13.60	C00T2	0.33	9.10	23			
			5.0	137.24	C2T3	0.33 / 8	2.00	456	110.0	12.56	C00T2	0.33	9.80	21			
			5.2	131.09	C2T3	0.33 / 8	2.25	435	118.0	11.69	C00T2	0.33	10.60	19			
		880	6.1	110.07	C2T3	0.33 / 8	2.45	369	131.0	10.56	C00T2	0.33	11.05	18			
			6.8	100.41	C2T3	0.33 / 8	2.90	333	153.0	9.80	C00T2	0.33	11.40	15			
			7.4	92.04	C2T3	0.33 / 8	3.40	305	179.0	7.73	C00T2	0.33	13.25	13			
			8.2	82.97	C2T3	0.33 / 8	3.65	275									
			5.0	175.50	C2T3	0.33 / 8	2.05	450	119.0	5.69	FR	0.33 / 8	1.80	19			
			6.4	137.24	C2T3	0.33 / 8	2.65	352	153.0	4.44	FR	0.33 / 8	2.30	15			
			6.7	131.09	C2T3	0.33 / 8	3.00	336	190.0	3.58	FR	0.33 / 8	2.90	12			
			7.9	111.07	C2T3	0.33 / 8	3.25	285	230.0	2.96	FR	0.33 / 8	3.50	10			
			8.8	100.41	C2T3	0.33 / 8	3.85	258									
					1380	8.0	175.50	C2T3	0.33	3.10	287	155.0	5.69	FR	0.33 / 8	2.40	15
10.0	137.24	C2T3				0.33	3.95	224	198.0	4.44	FR	0.33 / 8	3.10	12			
								418.0	2.11	FR	0.33 / 8	6.50	6				
								487.0	1.81	FR	0.33 / 8	7.60	5				
3.7	370.60	C1FR				0.33	0.95	597									
4.0	348.47	C1FR				0.33	1.05	561	1380	242.0	5.69	FR	0.33	3.60	10		
4.7	292.50	C1FR				0.33	1.25	471	311.0	4.44	FR	0.33	4.65	7			
5.6	248.53	C1FR				0.33	1.45	400	336.0	3.58	FR	0.33	5.75	6			
								467.0	2.96	FR	0.33	7.00	5				
								556.0	2.48	FR	0.33	8.30	4				
		680	3.6	186.95	C1T3	0.33 / 8	0.95	621	655.0	2.11	FR	0.33	9.80	4			
			4.2	162.50	C1T3	0.33 / 8	1.15	539	764.0	1.81	FR	0.33	11.40	3			
			4.6	148.08	C1T3	0.33 / 8	1.20	492									
			4.3	205.16	C1T3	0.33 / 8	1.20	526	0.37	0.50	1405	1.2	1178.86	C4T8	0.50	1.10	2824
			4.7	186.95	C1T3	0.33 / 8	1.25	479	1.5	958.10	C4T8	0.50	1.30	2295			
			5.4	162.50	C1T3	0.33 / 8	1.50	417	1.8	797.76	C4T8	0.50	1.60	1911			
			5.9	148.08	C1T3	0.33 / 8	1.60	380	2.1	675.52	C4T8	0.50	1.90	1618			
			6.0	145.98	C1T3	0.33 / 8	1.80	374	2.2	626.33	C4T8	0.50	2.05	1501			
									2.8	509.04	C4T8	0.50	2.50	1220			
									3.3	423.73	C4T8	0.50	3.00	1015			
		1380	6.7	205.16	C1T3	0.33	1.80	336	3.9	358.90	C4T8	0.50	3.55	860			
			7.4	186.95	C1T3	0.33	1.90	306									
			8.5	162.50	C1T3	0.33	2.25	266	690	3.1	219.32	C4T3	0.50 / 8	2.65	1087		
			9.3	148.08	C1T3	0.33	2.40	242	3.8	182.77	C4T3	0.50 / 8	3.30	906			
			9.5	145.98	C1T3	0.33	2.70	239	4.0	172.13	C4T3	0.50 / 8	3.40	853			
			11.7	117.94	C1T3	0.33	2.80	193	4.1	219.32	C4T3	0.50 / 8	3.50	824			
			11.9	115.63	C1T3	0.33	3.05	189									
			12.7	108.73	C1T3	0.33	3.35	178	1405	2.3	609.38	C3T8	0.50	1.05	1460		
			13.9	99.08	C1T3	0.33	3.50	162									
			14.8	93.42	C1T3	0.33	4.00	153									
		680	6.2	224.22	C0FR	0.33	1.05	361	2.5	561.33	C3T8	0.50	1.15	1345			
			7.2	192.22	C0FR	0.33	1.25	309	3.1	456.21	C3T8	0.50	1.40	1093			
			5.9	114.84	C0T3	0.33 / 8	1.05	381	3.7	379.76	C3T8	0.50	1.65	910			
			6.4	106.41	C0T3	0.33 / 8	1.15	353	4.4	321.65	C3T8	0.50	1.95	771			
			6.6	102.64	C0T3	0.33 / 8	1.15	341	5.1	276.00	C3T8	0.50	2.30	661			
			7.1	95.16	C0T3	0.33 / 8	1.25	316	690	3.0	230.58	C3T3	0.50 / 8	1.50	1143		
									3.3	211.33	C3T3	0.50 / 8	1.60	1047			

Fuente: Lentax



B.1 Características de lámparas infrarrojas

INFRARROJAS												
												
Posición de funcionamiento	Posición de funcionamiento	Posición de funcionamiento	Posición de funcionamiento									
Potencia	Corriente	Temperatura de color	Potencia específica	Vida media	Diámetro	Longitud total	Longitud de calentamiento	Posición de funcionamiento	Base	Dibujo de base	Reflector	No. art.
W	V	K	W/cm	h	mm	mm	mm					
200	230	2300	11	5000	10	190	119	p15	R7s	8		191705
300	240	2600	46	1000	10	117	65	p15	R7s	8		196205
350	230	2300	29	5000	10	190	119	p15	R7s	8		191505
430	220	2400	34	2000	10	186	126	p15	R7s	8		190305
500	120	2500	30	5000	10	244	165	p15	B	1	X	195489
500	120	2500	30	5000	10	244	165	p15	B	1		195429
500	230	2400	30	5000	10	260	165	p15	KSSV	3	X	192591
500	230	2500	30	5000	10	260	165	p15	KSSV	3		192501
500	230	2500	30	5000	10	226	165	p45	GLiU/200	4	X	192583
500	230	2500	30	5000	10	220	165	p45	R7s	8		192505
500	120	2500	30	5000	10	222	165	p15	R7s	8		195405
650	230	2200	38	5000	10	235	173	p45	LiR/60	5		196104
650	230	2200	38	5000	10	260	173	p45	KSSV	3		196101
1000	120	3000	81	2000	10	213	123	p15	Fa4	2		192901
1000	120	3000	81	2000	10	213	123	p15	Fa4	2	X	192991
1000	230	2400	40	5000	10	340	250	u360	KSSV	3	X	192691
1000	230	2400	40	5000	10	340	250	u360	KSSV	3		192601
1000	235	2400	37	5000	10	349	272	p15	LiU/200	4	X	191085
1000	235	2400	37	5000	10	349	272	p15	LiU/200	4		191025
1000	235	2400	37	5000	10	370	272	p15	B	1	X	191089
1000	235	2400	37	5000	10	370	272	p15	B	1		191029
1000	235	2400	37	5000	10	370	272	u360	B	1		191009
1000	235	2400	37	5000	10	349	272	u360	GLiU/200	4		191003
1000	235	2400	37	5000	10	349	272	u360	GLiU/200	4	X	191093
1200	144	2500	77	5000	10	221	155	p15	GLiM/150	6	X	194298
1200	235	2600	77	5000	10	224	155	p15	GLiU/150	4	X	196791
1600	144	2500	103	5000	10	221	155	p15	GLiM/150	6	X	194198
1600	235	2600	103	5000	10	224	155	p15	GLiU/150	4	X	196691
1600	240	2500	39	5000	10	503	406	p75	Lr/156	7		190706
1600	240	2500	39	5000	10	540	406	u360	KSSV	3		190701
1600	240	2500	39	5000	10	503	406	p75	Lr/156	7	X	190796
1600	240	2500	36	5000	10	540	440	p15	KSSV	3		197301
1600	240	2500	36	5000	10	540	440	p15	KSSV	3	X	197391
2000	235	2400	71	5000	10	357	280	p15	GLiU/200	4		194029
2000	235	2400	71	5000	10	357	280	p15	GLiU/200	4	X	194089
2000	235	2400	71	5000	10	370	280	u360	B	1	X	194099
3000	380	2400	47	5000	10	781	640	u360	B	1	X	198202

Tipos de Base	
 Dibujo 1 B	 Dibujo 2 Fa4
 Dibujo 3 KSSV	 Dibujo 4 LiU
 Dibujo 5 LiR	 Dibujo 6 LiM
 Dibujo 7 Lr	 Dibujo 8 R7s



C.1 Manual para selección de aspersores

SELECTION PROCEDURE

- From the typical applications tables (pages F-97-F-98), select an application similar to the one under consideration.
- Estimate the distance from the Spray Nozzle to the line of impingement. Distances listed in the application tables are typical.
- To maintain a minimum amount of water supply, use the smallest orifice size. To obtain the greatest impact force, select an orifice size with the highest pressure and most GPM discharge.
- After determining the orifice size, read down to the bottom of the chart and find the patterns available and the pipe thread size for this orifice.
- Using Table 1, select the proper material Code that is compatible with the washing solution you are using.
- Check Table 2 to determine which of the patterns from Step 4 are available in the material selection from Step 5. (See 4 at bottom of Table 2).
- Having determined the pattern and the distance, turn to spray pattern widths, page F-99, to determine spray width. If more than one pattern can be used, the pattern with the widest spray width will determine the least number of nozzles required.
- To determine quantity required, divide the total coverage needed by the spray width.
- To order, list quantity, pattern number, material code, and orifice size.

NOTE: To determine discharge rate in GPM for any orifice size and pressures, see page F-100.

Example

Cooling Steel in Mill
(see page F-97, table 3)

16"

300 PSI
16.4 GPM
12 Orifice

70488A or 70488B & 70873A
3/4" Pipe Thread

Clear Water
Code BH.

All Bronze Material is available for pattern 70488A & 70488B. Use 70488B as impact force is not required in this application.

12"

$\frac{148"}{12} = 13$

13 pcs. 70488B — BH-12

Table 2 — Pattern Selection

Mat'l. Code Δ	Material Description	Pipe Thread Size			
		Orifice Number Range			
		3/16	1/8-3/16	1/4-3/8	3/8-1"
A	416 Stn. Stl.	70488B		70508A 74493A	On Appl.
AH	416 Stn. Stl. H.T.	70488B		70508A 74493A	On Appl.
B	Al. Bronze	70488A 70488B	70508B	70508A 70228A 73858A	
BH	Al. Bronze H.T.	70488A 70488B	70508B	70508A	
MB	Mn. Bronze	70673A	70508B	70508A	70494A
MBP	Mn. Bronze-polished	70673A	70508B	70508A	
S	Forged Stl.	70488B			
SH	Forged Stl. H.T.	70488B			
SS	303 Stn. Stl.	70488A 70488B			
SSP	303 Stn. Stl.-polished	70488B			
Z	Super Z-Metal		70605B	70605A 74493A	70494A
AH	Super Z-Metal H.T.		70605B	70605A 74493A	70494A
AAH	440B Stn. Stl. H.T.	70488A	70508B		

Δ Suffix letter "H" indicates material with hardened finish only.
 Δ Suffix letter "B" indicates material with polished finish.
 * Where more than one pattern is shown, consider the following: The pattern with the lesser angle of discharge will give the greater impact and a wider deflector blade will produce a wider spray pattern but less impact. (See pattern page F-98.)

Table 1 — Nozzle Material Selection Code

Liquid Solution	Pressure Range in Pounds per Square Inch (p.s.i.)						
	0-50	51-100	101-200	201-300	301-600	601-1000	1001-1500
1. Clear Water	B or MB	B or MB	BH	BH	AH	AH	AAH
2. Water with some Silt	B or MB	BH	AH	AH	AAH	AAH	AAH
3. Water with some Sand	BH	AH	AH	AH	AAH	AAH	
4. Water with Detergent	S or Z	S or Z	BH or ZH	AAH	AAH		
5. Mildly Acid Solution	B or MB	B or MB	AAH	AAH			
6. Harsh Acid Solution	SS	SS	AAH				

Note: Dimensions subject to change. Certified dimensions of ordered material furnished on request.

Fuente: Rexnord.



C.1 Manual para selección de aspersores (Continuación)

Table 3 — Log Washing — GPM					Table 4 — Washing Hard Vegetables — GPM												Table 5 — Can and Bottle Washing — GPM					Table 6 — Descaling Steel — GPM				
Distance Inches	PSI	Orifice			Distance Inches	PSI	Orifice												Distance Inches	PSI	Orifice					
		3/8	3/4	1			6	7	8	9	10	11	12	6	7	8	9									
18	40		43.5	53.9	24	40	1.5							12	40	1.8			12	400				16.8		
	50	36.4	47.8	60.2		30	1.3	1.8								30	1.5				450				11.2	
	60	28.9	39.1	50.0		40	1.5	2.0								80	2.1				500			9.4	11.9	
	70	44.0	56.1	71.1		50	1.7									90	2.2				600		7.8	10.3	12.9	
	80	45.1	58.2	75.2	36	80			1.9	2.4	2.9			15	40			3.4		700		8.5	11.1	14.1		
	100	51.5	67.7	85.1		30			2.3	2.8	3.5				30			3.8		800	6.7	9.1	11.9	15.1		
	120	57.8	75.2			40			2.7	3.4	4.2				80			4.1		900	7.1	9.7	12.6			
	150	62.1				50			3.1						80			4.4		1000	7.5	10.2				
24	70			71.1	48	20					2.9	3.6	4.2	Pattern	70488A — 70488B — 70873A	Pipe Thread	3/4"	Pattern	70488A — 70488B — 70873A	Pipe Thread	3/4"					
	80			76.2		30					3.5	4.4	5.3													
	90			80.7		40					4.2	5.0	5.9													
	100			85.1		50					4.5	5.6	6.7													
	120			95.2		60					5.1															
Pattern	70829A 70908A/B 70880A 74430A	70484A			Pattern	70488A — 70488B — 70873A						Pipe Thread	3/4"													
	3/4"		1"			3/4"		3/4"																		

Fuente: Rexnord

C.1 Manual para selección de aspersores (Continuación)

Distance Inches	PSI	Orifice										
		6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	
8	40	1.5										
	60	1.7										
12	30				2.9							
	40			2.7	3.4							
	50		2.3	3.0								
	60	1.8	2.5									
	70	2.0										
	80	2.1										
18	30						4.4					
	40				3.4	4.2	5.0					
	50		2.5	3.3	3.8	4.6						
	70		2.7									
24	30						5.0	6.0	7.1			
	40						5.6	6.7	8.1			
	50				3.8	4.6	5.6					
	60				4.1	5.1						
	70				4.5							
	80											
36	30								9.2	11.7		
	40							8.1	10.6			
	50							6.7	9.1			
	80							7.3				
Pattern	70488A — 70488B — 70873A						70229A — 70608A&B — 73889A — 74493A					
Pipe Thread	3/4"						3/4"					

Read step 1 here

Read step 2 here

Read step 3 here

Read step 4 here

Distance Inches	PSI	Orifice							
		9	10	11	12	14	16	18	
12	150				11.5				
	175			10.5	12.5				
	200	7.5	9.3	11.2	13.4				
	250	8.4	10.4	12.5	15.0				
	300	9.2	11.4	13.8	16.4				
	350	10.0	12.3	14.9	17.7				
	400	10.6	13.1	15.9	18.9				
	450	11.3	13.9						
	500	11.9							
	16	175							28.2
200								30.1	
250						16.2	23.8	33.7	
300					16.4	22.3	29.1	38.9	
350					17.7	24.1	31.5		
400					18.9	25.8			
450					20.1				
500					21.2				
Pattern	70488A — 70488B — 70873A							70229A — 70608A&B — 73889A — 74493A	
Pipe Thread	3/4"							3/4"	

Fuente: Rexnord

C.1 Manual para selección de aspersores (Continuación)

SPRAY PATTERN WIDTHS

(Inches of water. For Liquids of Different Viscosities, See Rexnord, Inc.)

3/8" Pipe Thread	Pattern No. 70488A* Approx. Shipping Wt.: 3 oz.		Pattern No. 70488B* Approx. Shipping Wt.: 4 oz.		Pattern No. 70673A* Approx. Shipping Wt.: 4 oz.																																																																																																																																																																																																																																																																											
	Orifice Sizes in 64th Inches	Orifice Sizes in 64th Inches	Orifice Sizes in 64th Inches	Orifice Sizes in 64th Inches	Orifice Sizes in 64th Inches	Orifice Sizes in 64th Inches																																																																																																																																																																																																																																																																										
	<table> <tr> <th>Distance from Point of Discharge to Point of Impingement</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>14</th><th>16</th></tr> <tr><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>8</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td></tr> <tr><td>12</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr> <tr><td>16</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>11</td><td>13</td><td>14</td></tr> <tr><td>20</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>14</td><td>16</td><td>17</td></tr> <tr><td>24</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>16</td><td>18</td><td>20</td></tr> <tr><td>32</td><td>14</td><td>16</td><td>17</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>21</td><td>24</td><td>28</td></tr> <tr><td>40</td><td>18</td><td>19</td><td>21</td><td>24</td><td>24</td><td>26</td><td>26</td><td>30</td><td>32</td></tr> <tr><td>48</td><td>21</td><td>23</td><td>25</td><td>28</td><td>29</td><td>31</td><td>32</td><td>36</td><td>39</td></tr> </table>	Distance from Point of Discharge to Point of Impingement	6	7	8	9	10	11	12	14	16	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	8	4	4	4	4	5	5	6	7	7	12	6	6	7	8	8	9	9	10	11	16	8	8	9	10	10	11	11	13	14	20	9	10	11	12	13	14	14	16	17	24	11	12	13	14	15	16	16	18	20	32	14	16	17	19	20	21	21	24	28	40	18	19	21	24	24	26	26	30	32	48	21	23	25	28	29	31	32	36	39	<table> <tr> <th>Distance from Point of Discharge to Point of Impingement</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>14</th><th>16</th></tr> <tr><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>8</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td></tr> <tr><td>12</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr> <tr><td>16</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td></tr> <tr><td>20</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td></tr> <tr><td>24</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>20</td><td>21</td></tr> <tr><td>32</td><td>16</td><td>16</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>22</td><td>24</td><td>26</td><td>28</td></tr> <tr><td>40</td><td>19</td><td>20</td><td>22</td><td>22</td><td>26</td><td>27</td><td>29</td><td>32</td><td>33</td></tr> <tr><td>48</td><td>23</td><td>24</td><td>27</td><td>28</td><td>30</td><td>32</td><td>35</td><td>38</td><td>39</td></tr> </table>	Distance from Point of Discharge to Point of Impingement	6	7	8	9	10	11	12	14	16	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	8	4	4	5	5	6	6	7	7	7	12	6	6	7	8	8	9	9	10	11	16	8	9	9	10	10	11	12	13	14	20	10	11	12	12	13	14	15	16	17	24	12	13	14	15	16	17	18	20	21	32	16	16	18	19	20	22	24	26	28	40	19	20	22	22	26	27	29	32	33	48	23	24	27	28	30	32	35	38	39	<table> <tr> <th>Distance from Point of Discharge to Point of Impingement</th><th>8</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>14</th><th>16</th></tr> <tr><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td></tr> <tr><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr> <tr><td>12</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>18</td></tr> <tr><td>16</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>21</td><td>23</td></tr> <tr><td>20</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>25</td><td>28</td></tr> <tr><td>24</td><td>24</td><td>25</td><td>27</td><td>28</td><td>31</td><td>34</td></tr> <tr><td>32</td><td>30</td><td>32</td><td>35</td><td>36</td><td>40</td><td>45</td></tr> <tr><td>40</td><td>38</td><td>40</td><td>44</td><td>45</td><td>50</td><td>56</td></tr> <tr><td>48</td><td>45</td><td>48</td><td>52</td><td>54</td><td>60</td><td>65</td></tr> </table>	Distance from Point of Discharge to Point of Impingement	8	10	11	12	14	16	4	5	5	6	6	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12	12	13	14	15	16	18	16	16	17	18	19	21	23	20	20	21	22	23	25	28	24	24	25	27	28	31	34	32	30	32	35	36	40	45	40	38	40	44	45	50	56	48	45	48	52	54	60
Distance from Point of Discharge to Point of Impingement	6	7	8	9	10	11	12	14	16																																																																																																																																																																																																																																																																							
4	3	3	3	3	3	3	4	4	4																																																																																																																																																																																																																																																																							
8	4	4	4	4	5	5	6	7	7																																																																																																																																																																																																																																																																							
12	6	6	7	8	8	9	9	10	11																																																																																																																																																																																																																																																																							
16	8	8	9	10	10	11	11	13	14																																																																																																																																																																																																																																																																							
20	9	10	11	12	13	14	14	16	17																																																																																																																																																																																																																																																																							
24	11	12	13	14	15	16	16	18	20																																																																																																																																																																																																																																																																							
32	14	16	17	19	20	21	21	24	28																																																																																																																																																																																																																																																																							
40	18	19	21	24	24	26	26	30	32																																																																																																																																																																																																																																																																							
48	21	23	25	28	29	31	32	36	39																																																																																																																																																																																																																																																																							
Distance from Point of Discharge to Point of Impingement	6	7	8	9	10	11	12	14	16																																																																																																																																																																																																																																																																							
4	3	3	3	3	4	4	4	4	4																																																																																																																																																																																																																																																																							
8	4	4	5	5	6	6	7	7	7																																																																																																																																																																																																																																																																							
12	6	6	7	8	8	9	9	10	11																																																																																																																																																																																																																																																																							
16	8	9	9	10	10	11	12	13	14																																																																																																																																																																																																																																																																							
20	10	11	12	12	13	14	15	16	17																																																																																																																																																																																																																																																																							
24	12	13	14	15	16	17	18	20	21																																																																																																																																																																																																																																																																							
32	16	16	18	19	20	22	24	26	28																																																																																																																																																																																																																																																																							
40	19	20	22	22	26	27	29	32	33																																																																																																																																																																																																																																																																							
48	23	24	27	28	30	32	35	38	39																																																																																																																																																																																																																																																																							
Distance from Point of Discharge to Point of Impingement	8	10	11	12	14	16																																																																																																																																																																																																																																																																										
4	5	5	6	6	6	7																																																																																																																																																																																																																																																																										
8	8	9	10	10	11	12																																																																																																																																																																																																																																																																										
12	12	13	14	15	16	18																																																																																																																																																																																																																																																																										
16	16	17	18	19	21	23																																																																																																																																																																																																																																																																										
20	20	21	22	23	25	28																																																																																																																																																																																																																																																																										
24	24	25	27	28	31	34																																																																																																																																																																																																																																																																										
32	30	32	35	36	40	45																																																																																																																																																																																																																																																																										
40	38	40	44	45	50	56																																																																																																																																																																																																																																																																										
48	45	48	52	54	60	65																																																																																																																																																																																																																																																																										
3/4" Pipe Thread	Pattern No. 70608A & 70608B* Approx. Shipping Wt.: 8.5 oz.	Pattern No. 70229A* Approx. Shipping Wt.: 7 oz.	Pattern No. 74453A & 73889A* Approx. Shipping Wt.: 8.5 oz.																																																																																																																																																																																																																																																																													
	Orifice Sizes in 64th Inches	Orifice Sizes in 64th Inches	Orifice Sizes in 64th Inches																																																																																																																																																																																																																																																																													
	<table> <tr> <th>Distance from Point of Discharge to Point of Impingement</th><th>16</th><th>20</th><th>22</th><th>24</th><th>28</th></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>6</td></tr> <tr><td>8</td><td>6</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td>12</td><td>8</td><td>11</td><td>13</td><td>13</td><td>14</td></tr> <tr><td>16</td><td>10</td><td>14</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td></tr> <tr><td>20</td><td>12</td><td>17</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td></tr> <tr><td>24</td><td>15</td><td>21</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td></tr> <tr><td>32</td><td>19</td><td>27</td><td>31</td><td>32</td><td>34</td></tr> <tr><td>40</td><td>24</td><td>33</td><td>38</td><td>40</td><td>43</td></tr> <tr><td>48</td><td>29</td><td>39</td><td>44</td><td>46</td><td>51</td></tr> </table>	Distance from Point of Discharge to Point of Impingement	16	20	22	24	28	4	4	4	5	5	6	8	6	8	9	9	10	12	8	11	13	13	14	16	10	14	16	17	18	20	12	17	20	21	22	24	15	21	24	25	26	32	19	27	31	32	34	40	24	33	38	40	43	48	29	39	44	46	51	<table> <tr> <th>Distance from Point of Discharge to Point of Impingement</th><th>22</th></tr> <tr><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>8</td><td>8</td></tr> <tr><td>12</td><td>12</td></tr> <tr><td>16</td><td>15</td></tr> <tr><td>20</td><td>18</td></tr> <tr><td>24</td><td>22</td></tr> <tr><td>32</td><td>28</td></tr> <tr><td>40</td><td>35</td></tr> <tr><td>48</td><td>42</td></tr> </table>	Distance from Point of Discharge to Point of Impingement	22	4	5	8	8	12	12	16	15	20	18	24	22	32	28	40	35	48	42	<table> <tr> <th>Distance from Point of Discharge to Point of Impingement</th><th>22</th></tr> <tr><td>4</td><td>7</td></tr> <tr><td>8</td><td>11</td></tr> <tr><td>12</td><td>15</td></tr> <tr><td>16</td><td>19</td></tr> <tr><td>20</td><td>24</td></tr> <tr><td>24</td><td>28</td></tr> <tr><td>32</td><td>36</td></tr> <tr><td>40</td><td>44</td></tr> <tr><td>48</td><td>53</td></tr> </table>	Distance from Point of Discharge to Point of Impingement	22	4	7	8	11	12	15	16	19	20	24	24	28	32	36	40	44	48	53																																																																																																																																																																									
Distance from Point of Discharge to Point of Impingement	16	20	22	24	28																																																																																																																																																																																																																																																																											
4	4	4	5	5	6																																																																																																																																																																																																																																																																											
8	6	8	9	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																											
12	8	11	13	13	14																																																																																																																																																																																																																																																																											
16	10	14	16	17	18																																																																																																																																																																																																																																																																											
20	12	17	20	21	22																																																																																																																																																																																																																																																																											
24	15	21	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																											
32	19	27	31	32	34																																																																																																																																																																																																																																																																											
40	24	33	38	40	43																																																																																																																																																																																																																																																																											
48	29	39	44	46	51																																																																																																																																																																																																																																																																											
Distance from Point of Discharge to Point of Impingement	22																																																																																																																																																																																																																																																																															
4	5																																																																																																																																																																																																																																																																															
8	8																																																																																																																																																																																																																																																																															
12	12																																																																																																																																																																																																																																																																															
16	15																																																																																																																																																																																																																																																																															
20	18																																																																																																																																																																																																																																																																															
24	22																																																																																																																																																																																																																																																																															
32	28																																																																																																																																																																																																																																																																															
40	35																																																																																																																																																																																																																																																																															
48	42																																																																																																																																																																																																																																																																															
Distance from Point of Discharge to Point of Impingement	22																																																																																																																																																																																																																																																																															
4	7																																																																																																																																																																																																																																																																															
8	11																																																																																																																																																																																																																																																																															
12	15																																																																																																																																																																																																																																																																															
16	19																																																																																																																																																																																																																																																																															
20	24																																																																																																																																																																																																																																																																															
24	28																																																																																																																																																																																																																																																																															
32	36																																																																																																																																																																																																																																																																															
40	44																																																																																																																																																																																																																																																																															
48	53																																																																																																																																																																																																																																																																															
1" Pipe Thread		Pattern No. 70404A* Approx. Shipping Wt.: 24 oz.	<table> <tr> <th>Distance from Point of Discharge to Point of Impingement</th><th>Orifice Size in 64th Inches</th></tr> <tr> <td>36</td><td>36</td></tr> <tr><td>4</td><td>8</td></tr> <tr><td>8</td><td>13</td></tr> <tr><td>12</td><td>18</td></tr> <tr><td>16</td><td>23</td></tr> <tr><td>20</td><td>28</td></tr> <tr><td>24</td><td>33</td></tr> <tr><td>32</td><td>43</td></tr> <tr><td>40</td><td>52</td></tr> <tr><td>48</td><td>62</td></tr> </table>	Distance from Point of Discharge to Point of Impingement	Orifice Size in 64th Inches	36	36	4	8	8	13	12	18	16	23	20	28	24	33	32	43	40	52	48	62																																																																																																																																																																																																																																																							
	Distance from Point of Discharge to Point of Impingement	Orifice Size in 64th Inches																																																																																																																																																																																																																																																																														
	36	36																																																																																																																																																																																																																																																																														
4	8																																																																																																																																																																																																																																																																															
8	13																																																																																																																																																																																																																																																																															
12	18																																																																																																																																																																																																																																																																															
16	23																																																																																																																																																																																																																																																																															
20	28																																																																																																																																																																																																																																																																															
24	33																																																																																																																																																																																																																																																																															
32	43																																																																																																																																																																																																																																																																															
40	52																																																																																																																																																																																																																																																																															
48	62																																																																																																																																																																																																																																																																															

1/4th of Water Blade in Inches at 60 p.s.i.

Fuente: Rexnord



C.2 Hoja de especificación del desengrasante utilizado en el lavado químico

KONINSA C.A.

SEGURIDAD INDUSTRIAL

DISTRIBUIDO POR: KONINSA C.A.

e-mail: koninsa@cantv.net

Final Callejón Cecilio Acosta al lado del psiquiátrico de Yagua. telf. 0241-8670632-fax 0241-8679830. Cel - 0414-3487403. 0414-4253273. Valencia.

IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

NOMBRE: KLEANING-500 formula química: es una mezcla de Tensoactivos no iónicos, surfactantes y agua.

Composición química: ácido sulfónico lineal, cáusticos, solventes y agua.

Sustitutos: no aplica

EL KLEANING-500 se puede usar puro o diluido con agua

Usos: limpiador, desengrasante de piezas mecánicas, pisos, cocina, baños, talleres, etc.

Actúa sobre las grasas sin importar que su origen sea orgánico e inorgánico es efectivo en la industria metalmecánica, petrolera, naval, alimenticia, y pesada.

II PROPIEDADES QUIMICAS Y FISICAS

Apariencia: líquido transparente.

Olor: típico a solventes.

Ph: al 12

Punto de fusión: no determinado

Flash point: nulo

Punto de ignición: nulo

Punto de inflamabilidad: nulo

Densidad g/cc: 1 @ 25 °C

Viscosidad ssu: 55 @ 25 °C

Color: rojo

III IDENTIFICACION DE RIESGOS

Riesgos para la salud humana

Causa irritación en las membranas mucosas y en la piel. Se recomienda usar los implementos de seguridad como lentes, guantes, botas de goma, delantal, máscara contra gases. Riesgos de seguridad

Este producto no es inflamable. No hay riesgo de que se descomponga.

Riesgos al medio ambiente:

Este producto es un desengrasante alcalino. No mezclar con productos ácidos. La reacción es violenta.

Fuente: Koninsa



IV REACTIVIDAD

Estabilidad química: es un producto muy estable en condiciones normales.
Condiciones a evitar: temperaturas extremas.

V RIESGOS A LA SALUD

Efectos tóxicos: vías primarias de entrada: inhalación y a través de la piel. Irritación de las membranas mucosas. Irritación de la piel.
Primeros auxilios.
Piel y ojos: lavarse con gran cantidad de agua al menos 15 minutos.
Ingestión: enjuague bien la boca con agua. Tome agua abundante
Para causar la disolución del producto en el estomago. Induzca el vomito. Acuda al médico rápidamente.
Inhalación: sacar al aire puro, de ser necesario administrar oxígeno.

VI PROCEDIMIENTO EN CASOS DE DERRAME O FUGA

Pasos a seguir en caso de derrame o fuga.
Precauciones personales: proveerse de los equipos de protección señalados en el punto VII.
Método de limpieza del derrame
Recoger el producto mediante tierra o arena.
Se debe cumplir con la normativa legal vigente.
Precauciones para el medio ambiente:
Evite el derrame masivo.
En el entorno inmediato. Represe con arena o tierra.

VII MEDIDAS DE PROTECCION

Tipo de protección respiratoria. Respirador con cartucho (media cara).
Protección para las manos. Guantes de goma (neopreno)
Protección a los ojos. Lentes o pantallas.
Protección adicional. Delantal. Botas de seguridad.

VIII PRECAUCIONES PARA MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Para manejo y almacenamiento. Extreme las precauciones. Evite derrames innecesarios.
Leer bien las instrucciones indicadas en la etiqueta antes de su manipulación.
Almacenamiento: almacene en lugares techados, sobre paletas, bien ventilados y muy secos.

IX INFORMACION ECOLOGICA

Contaminación acuática
Puede afectar el Ph natural de las fuentes de agua. Debe asegurarse su total neutralización antes de que se incorpore a las aguas residuales.

Fuente: Koninsa



C.3 Pérdidas por fricción por agua

FRICTION LOSS FOR WATER IN FEET PER 100 FEET OF PIPE									
TABLE 1					TABLE 3				
1/8 INCH NOMINAL		WROUGHT IRON OR STEEL SCHEDULE 40 ID=0.269 INCHES e/D=0.00669			3/8 INCH NOMINAL		WROUGHT IRON OR STEEL SCHEDULE 40 ID=0.493 INCHES e/D=0.00365		
DISCHARGE		V	V ² /2g	h _f	DISCHARGE		V	V ² /2g	h _f
CFS	GPM	ft/sec	feet	feet per 100 feet of pipe	CFS	GPM	ft/sec	feet	feet per 100 feet of pipe
0.000146	0.02	0.113	0.006998	0.272	0.00134	0.6	1.01	0.0168	1.74
0.000891	0.04	0.226	0.009792	0.643	0.00178	0.9	1.34	0.0281	2.89
0.00184	0.06	0.339	0.00178	0.815	0.00223	1.2	1.65	0.0440	4.30
0.00178	0.08	0.452	0.00317	1.097	0.00311	1.5	2.52	0.0983	8.76
0.00223	0.10	0.565	0.00495	1.358	0.00446	2.0	3.36	0.176	16.0
0.00267	0.12	0.677	0.00713	1.630	0.00557	2.5	4.20	0.274	22.6
0.00312	0.14	0.790	0.00971	1.902	0.00694	3.0	5.04	0.395	31.6
0.00356	0.16	0.903	0.0128	2.174	0.00780	3.5	5.88	0.538	42.6
0.00401	0.18	1.02	0.0160	2.445	0.00891	4.0	6.72	0.702	54.9
0.00446	0.20	1.13	0.0198	2.717	0.0100	4.5	7.56	0.889	68.8
TRANSITION TO TURBULENT FLOW					0.0111	5.0	8.40	1.097	83.5
0.00588	0.3	1.69	0.0446	9.70	0.0123	5.5	9.24	1.33	100
0.00681	0.4	2.26	0.0702	16.2	0.0134	6.0	10.08	1.58	115
0.0111	0.6	2.52	0.124	24.2	0.0149	6.5	10.9	1.85	137
0.0134	0.6	3.39	0.178	33.8	0.0156	7.0	11.8	2.15	155
0.0156	0.7	3.95	0.243	44.8	0.0167	7.5	12.6	2.47	181
0.0178	0.8	4.52	0.317	57.4	0.0178	8.0	13.4	2.81	206
0.0201	0.9	5.08	0.401	71.6	0.0189	8.5	14.3	3.17	231
0.0223	1.0	5.65	0.495	87.0	0.0201	9.0	15.1	3.56	258
0.0267	1.2	6.77	0.713	122	0.0212	9.6	16.0	3.96	286
0.0312	1.4	7.90	0.971	164	0.0223	10.0	16.8	4.39	316
0.0356	1.6	9.03	1.28	212					
0.0401	1.8	10.2	1.60	255					
0.0446	2.0	11.3	1.98	324					
TABLE 2					TABLE 4				
1/4 INCH NOMINAL		WROUGHT IRON OR STEEL SCHEDULE 40 ID=0.361 INCHES e/D=0.00195			1/2 INCH NOMINAL		WROUGHT IRON OR STEEL SCHEDULE 40 ID=0.622 INCHES e/D=0.00285		
DISCHARGE		V	V ² /2g	h _f	DISCHARGE		V	V ² /2g	h _f
CFS	GPM	ft/sec	feet	feet per 100 feet of pipe	CFS	GPM	ft/sec	feet	feet per 100 feet of pipe
0.000111	0.05	0.154	0.000689	0.203	0.00156	0.7	0.739	0.00549	0.740
0.000223	0.10	0.308	0.001477	0.405	0.00223	1.0	1.036	0.0173	1.88
0.000334	0.15	0.462	0.00332	0.606	0.00311	1.5	1.65	0.0300	3.15
0.000446	0.20	0.617	0.00591	0.810	0.00446	2.0	2.17	0.0603	4.78
0.000557	0.26	0.771	0.00923	1.013	0.00557	2.5	2.64	0.1083	7.18
TRANSITION TO TURBULENT FLOW					0.00681	3.0	3.17	0.156	16.0
0.000891	0.4	1.23	0.0236	3.7	0.00780	3.5	3.70	0.212	13.5
0.00134	0.6	1.85	0.0532	7.0	0.00891	4.0	4.22	0.277	17.1
0.00178	0.8	2.47	0.0916	12.7	0.0100	4.5	4.75	0.351	21.6
0.00223	1.0	3.08	0.1477	19.1	0.0111	5.0	5.28	0.433	26.6
0.00267	1.2	3.70	0.213	26.7	0.0123	5.5	5.81	0.524	30.4
0.00312	1.4	4.32	0.290	35.8	0.0134	6.0	6.34	0.624	36.0
0.00356	1.6	4.93	0.375	45.2	0.0149	6.5	6.86	0.732	43.4
0.00401	1.8	5.55	0.479	56.4	0.0156	7.0	7.39	0.849	53.7
0.00446	2.0	6.17	0.591	69.0	0.0167	7.5	7.92	0.973	65.5
0.00557	2.5	7.71	0.923	106	0.0178	8.0	8.45	1.108	79.2
0.00681	3.0	9.25	1.361	148	0.0189	8.5	8.98	1.25	90.2
0.00780	3.5	10.79	1.810	200	0.0201	9.0	9.50	1.40	102.3
0.00891	4.0	12.33	2.36	259	0.0212	9.6	10.03	1.56	115.8
0.0100	4.5	13.87	2.91	326	0.0223	10.0	10.56	1.73	130.9
0.0111	5.0	15.42	3.69	398	0.0245	11.0	11.6	2.10	154
					0.0267	12.0	12.7	2.40	178
					0.0289	13.0	13.7	2.93	195
					0.0312	14.0	14.8	3.40	223
					0.0334	15.0	15.8	3.90	250

Fuente: Manual del instituto hidráulico



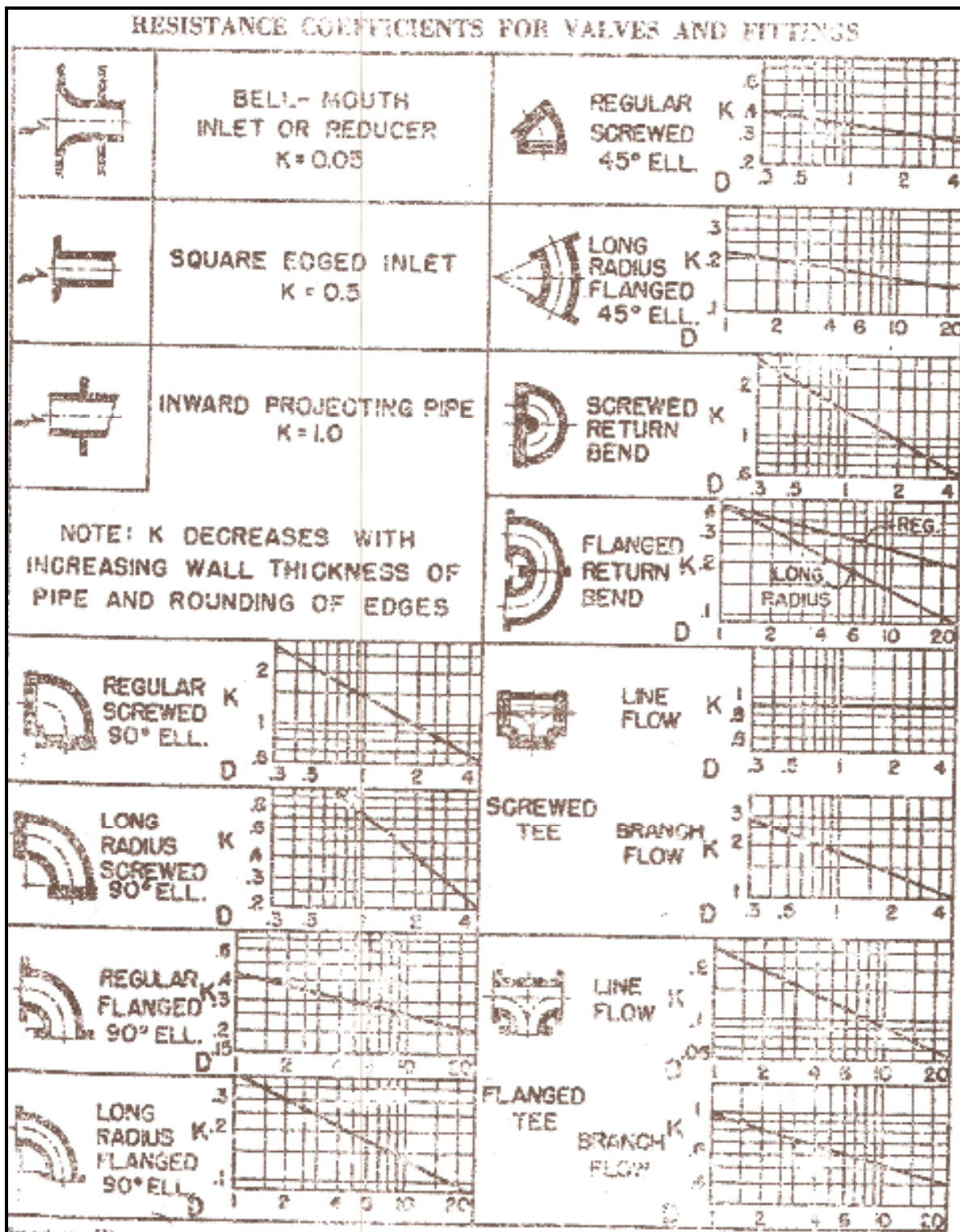
C.3 Pérdidas por fricción por agua (Continuación)

FRICTION LOSS FOR WATER IN FEET PER 100 FEET OF PIPE									
TABLE 5					TABLE 6				
1/4 INCH NOMINAL		WROUGHT IRON OR STEEL SCHEDULE 40 ID=0.824 INCHES $\epsilon/D=0.00218$			1 INCH NOMINAL		WROUGHT IRON OR STEEL SCHEDULE 40 ID=1.049 INCHES $\epsilon/D=0.00172$		
DISCHARGE CFS	GPM	V ft/sec	$V^2/2g$ feet	h_f feet per 100 feet of pipe	DISCHARGE CFS	GPM	V ft/sec	$V^2/2g$ feet	h_f feet per 100 feet of pipe
0.00223	1.0	0.002	0.00003	0.280	0.00267	1	0.371	0.00294	0.114
0.00333	1.5	0.003	0.00007	0.730	0.00416	2	0.742	0.00857	0.870
0.00446	2.0	1.20	0.0025	1.21	0.00668	3	1.114	0.01627	0.772
0.00557	2.5	1.50	0.0052	1.80	0.00891	4	1.45	0.0313	1.395
0.00668	3.0	1.81	0.0066	2.50	0.0111	5	1.86	0.0535	1.82
0.00780	3.5	2.11	0.0085	3.20	0.0134	6	2.24	0.0771	2.68
0.00891	4.0	2.41	0.0090	4.21	0.0156	7	2.60	0.1049	3.55
0.0100	4.5	2.71	0.114	5.21	0.0178	8	2.97	0.137	4.42
0.0111	5.0	3.01	0.141	6.32	0.0201	9	3.34	0.173	5.30
0.0134	6.0	3.61	0.203	8.67	0.0223	10	3.71	0.214	6.20
0.0156	7.0	4.21	0.276	11.8	0.0267	12	4.45	0.308	9.62
0.0178	8.0	4.81	0.360	15.0	0.0312	14	5.20	0.320	12.8
0.0201	9.0	5.42	0.450	18.8	0.0356	16	5.94	0.518	16.5
0.0223	10	6.02	0.503	23.0	0.0401	18	6.68	0.691	20.8
0.0245	11	6.62	0.681	27.6	0.0446	20	7.42	0.857	25.1
0.0267	12	7.22	0.810	32.6	0.0490	22	8.17	1.036	30.2
0.0290	13	7.82	0.851	37.8	0.0535	24	8.91	1.23	35.6
0.0312	14	8.42	1.103	43.6	0.0579	26	9.65	1.45	41.0
0.0334	15	9.03	1.27	49.7	0.0624	28	10.39	1.68	47.0
0.0356	16	9.63	1.44	56.8	0.0668	30	11.1	1.93	53.0
0.0379	17	10.23	1.63	63.1	0.0713	32	11.9	2.19	61.6
0.0401	18	10.8	1.82	70.3	0.0758	34	12.6	2.48	69.4
0.0423	19	11.4	2.03	78.0	0.0802	36	13.4	2.78	77.4
0.0446	20	12.0	2.25	86.1	0.0847	38	14.1	3.09	85.0
0.0490	22	13.2	2.72	104	0.0891	40	14.8	3.43	95.0
0.0535	24	14.4	3.24	122	0.0936	42	15.6	3.78	104.3
0.0579	26	15.6	3.80	142	0.0980	44	16.3	4.15	114
0.0624	28	16.8	4.41	164	0.102	46	17.1	4.53	124
0.0668	30	18.1	5.06	187	0.107	48	17.8	4.93	135
					0.111	50	18.6	5.35	146
					0.123	56	20.4	6.48	170
					0.131	60	22.3	7.71	202
					0.145	65	24.1	9.05	245
					0.156	70	26.0	10.49	289
					0.167	75	27.8	12.0	324
					0.178	80	29.7	13.7	367
					0.188	85	31.6	15.5	412
					0.201	90	33.4	17.3	462
					0.212	95	35.3	19.3	512
					0.223	100	37.1	21.4	567

Fuente: Manual del instituto hidráulico



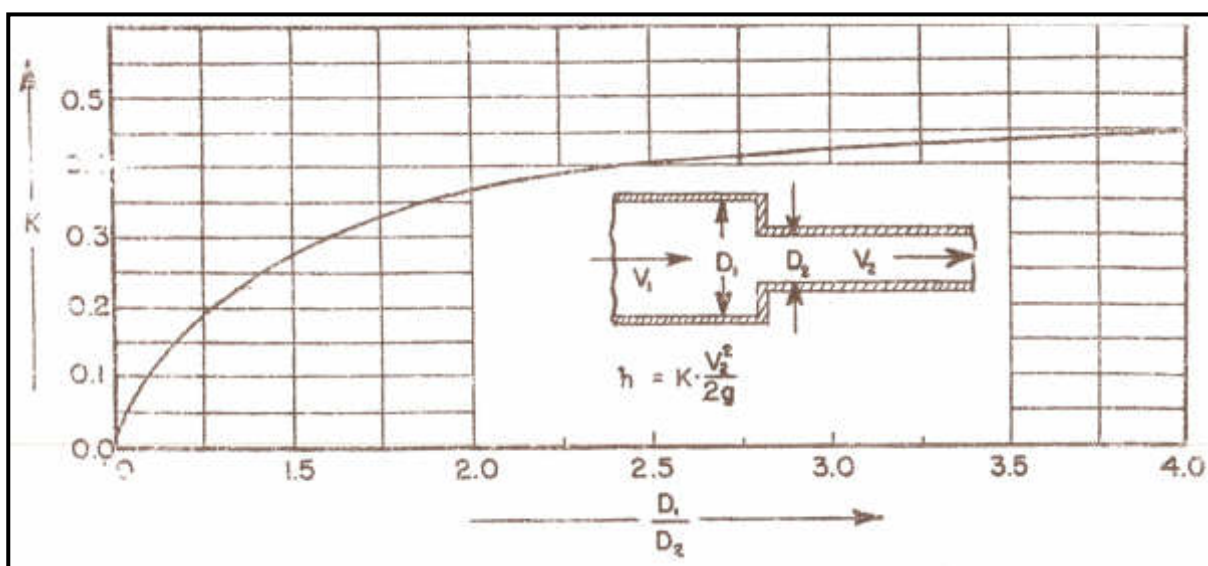
C.4 Coeficiente de resistencias para válvulas y accesorios



Fuente: Manual del instituto hidráulico



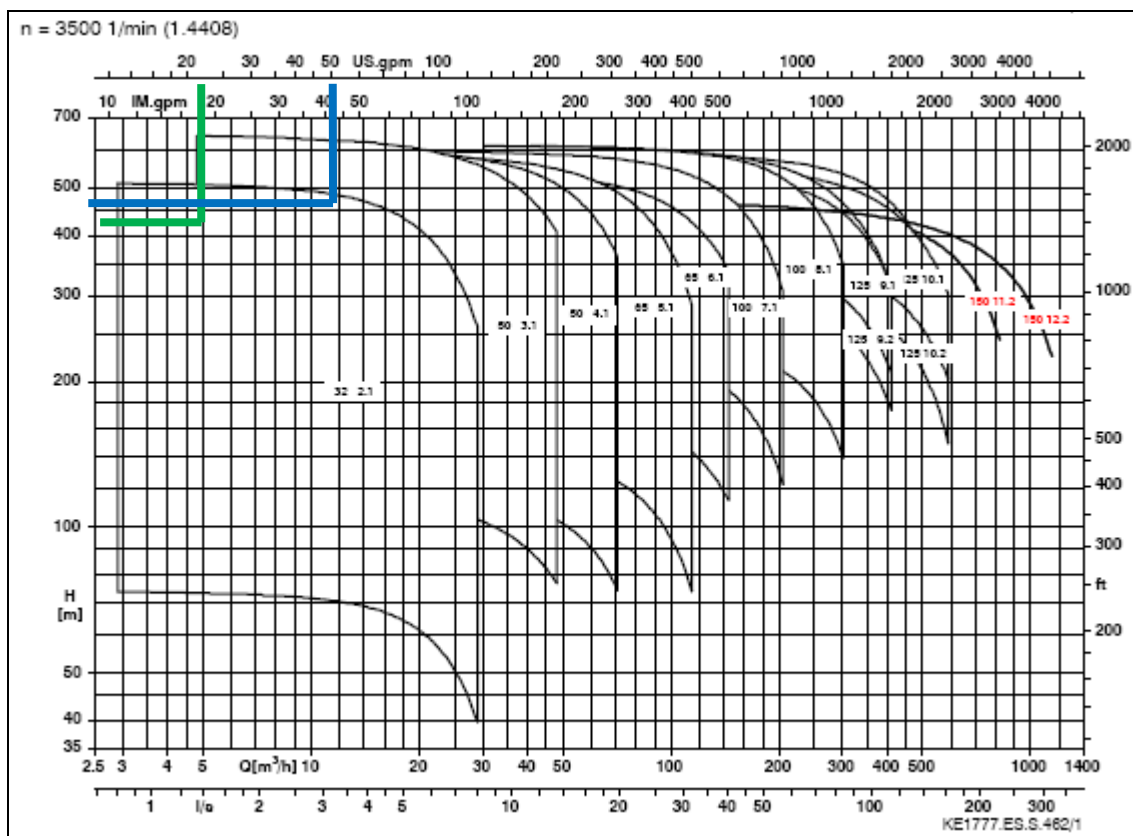
C.5 Coeficiente de pérdidas en reducciones.



Fuente: Manual del instituto hidráulico



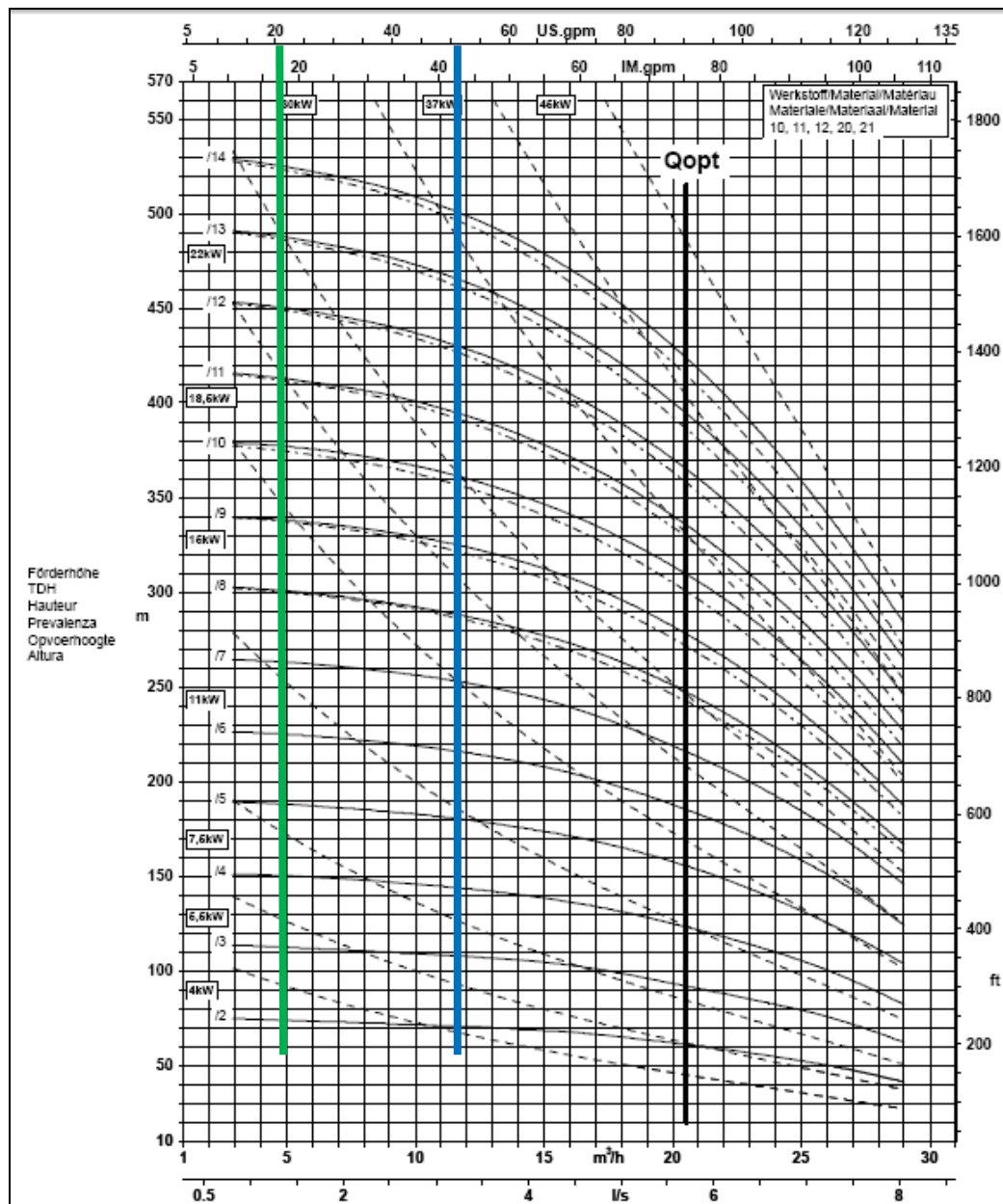
C.6 Carta de selección KSB Multitec.



Fuente: KSB



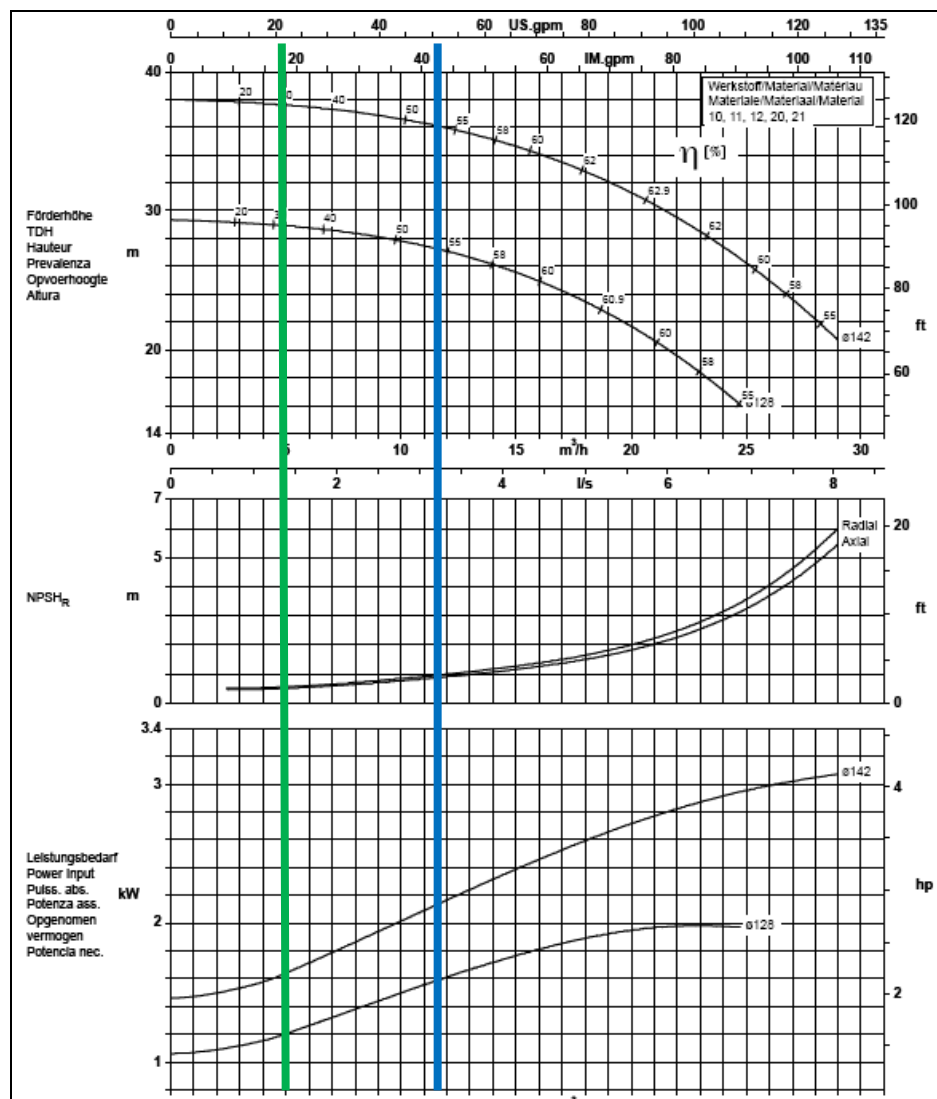
C.7 Curvas Características de la bomba Multitec 32 2.1.



Fuente: KSB



C.7 Curvas Características de la bomba Multitec 32 2.1 (Continuación).



Fuente: KSB



C.8 Hojas de datos de las bombas seleccionadas (Bomba 1).

HOJA DE DATOS - BOMBA HORIZONTAL						KSB
CLIENTE	MANUEL MÉNDEZ					
REFERENCIA	S/N		PROYECTO	MANEJO DE AGUA		
ITEM	1		TAG	01		
CANT	2		PROPUESTA N°	200810PV2512		
MODELO DE BOMBA: MULTITEC			32/12 ETAPAS 2.1 @3500			
1- Datos Operacionales:						
Líquido Bombeado	AGUA		Temperatura	AMB	°C	
Peso específico	1,00	kgf/dm ³	Viscosidad	1,00	cSt	
Caudal nominal	5,0	m ³ /h	AMT	422,00	m	
Presión Succión	N/I	kgf/cm ²	Presión Descarga	42,20	kgf/cm ²	
Presión diferencial	N/I	kgf/cm ²	AMT Shutoff	450,00	m	
NPSH requerido	0,50	m	NPSH Disponible	N/I	m	
Velocidad nominal	3600	rpm	Eficiencia	32,00	%	
Potencia Consumida	24,04	HP	Potencia Motor	40,00	HP	
Caudal mínimo continuo	5,00	m ³ /h	GD ²		Kg.m ²	
2- Materiales:						
Carcasa Espiral	A48CL30		Impulsor	A48CL30		
Casquillo Distanciator	A48CL30		Casquillo Protector Eje	A48CL30		
3- Datos Construtivos:						
Número de etapas	12					
Brida de Succión	50 mm	Norma/Clase/Posición	ANSI B16.5	600	HORIZONTAL	
Brida de Descarga	32 mm	Norma/Clase/Posición	ANSI B16.1	600	VERTICAL	
Carcasa Bipartida/Montaje	BIPARTIDA RADIALMENTE ENTRE SOPORTES					
Impulsor Tipo/Entrada/Flujo	CERRADO	Simple	RADIAL			
Impulsor Diámetro (mm)	Maximo: 142	Minimo: 128	Proyecto: 140			
Cojinetes Tipo/Lubricación	RODAMENTOS ACEITE					
Sellado del Eje	EMPAQUETADURA					
Líquido Externo de Vedación	Caudal: 0,0	l/min	Presión	0,0	kgf/cm ²	
Conexiones auxiliares	Venteo: NO	Dreno: SI	Manometro: SI	Goteamiento: SI		
Rotación (visto del lado del accion.)	HORARIO Pintura: STANDARD					
Líquido de Refrigeración de la Bomba	Caudal: 0,00	l/min	Presión	0,00	kgf/cm ²	
4- Accessórios:						
Base Metálica Tipo	ESTRUCTURAL					
Acople Flexible(Fabricante/Modelo)	KSB - NORMEX E128					
Protector de Acople Flexible (Material)						
Sello Mecánico (Fabricante/Cod. API)						
Plan de Sellado/Modelo						
Motor Eléctrico	STANDARD / 40HP / 2 Polos / 200M / IP55 / 440V					

Fuente: KSB



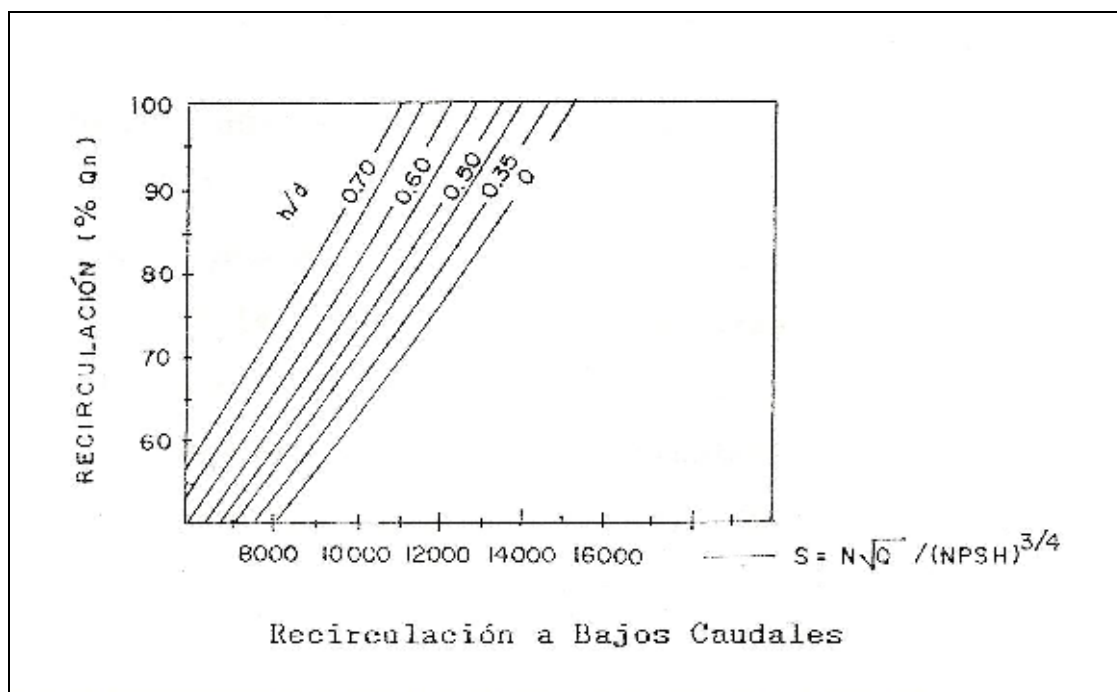
C.9 Hojas de datos de las bombas seleccionadas (Bomba 2).

HOJA DE DATOS - BOMBA HORIZONTAL						KSB
CLIENTE	MANUEL MÉNDEZ					
REFERENCIA	S/N	PROYECTO		MANEJO DE AGUA		
ITEM	1	TAG		01		
CANT	2	PROPUESTA N°		200810PV2512		
MODELO DE BOMBA: MULTITEC						32/12 ETAPAS 2.1 @3500
1- Datos Operacionales:						
Líquido Bombeado	AGUA		Temperatura	AMB	°C	
Peso específico	1,00	kgf/dm3	Viscosidad	1,00	cSt	
Caudal nominal	12,0	m3/h	AMT	499,00	m	
Presión Succión	N/I	kgf/cm2	Presión Descarga	49,90	kgf/cm2	
Presión diferencial	N/I	kgf/cm2	AMT Shutoff	530,00	m	
NPSH requerido	0,50	m	NPSH Disponible	N/I	m	
Velocidad nominal	3600	rpm	Eficiencia	54,00	%	
Potencia Consumida	40,43	HP	Potencia Motor	50,00	HP	
Caudal mínimo continuo	5,00	m3/h	GD ²		Kg.m²	
2- Materiales:						
Carcasa Espiral	A48CL30		Impulsor	A48CL30		
Casquillo Distanciad	A48CL30		Casquillo Protector Eje	A48CL30		
3- Datos Construtivos:						
Número de etapas	12					
Brida de Succión	50 mm	Norma/Clase/Posición	ANSI B16.5	600	HORIZONTAL	
Brida de Descarga	32 mm	Norma/Clase/Posición	ANSI B16.1	600	VERTICAL	
Carcasa Bipartida/Montaje	BIPARTIDA RADIALMENTE ENTRE SOPORTES					
Impulsor Tipo/Entrada/Flujo	CERRADO	Simple	RADIAL			
Impulsor Diámetro (mm)	Maximo: 142	Minimo: 128	Proyecto: 142			
Cojinetes Tipo/Lubricación	RODAMENTOS ACEITE					
Sellado del Eje	EMPAQUETADURA					
Líquido Externo de Vedación	Caudal 0,0	l/min	Presión 0,0	kgf/cm2		
Conexiones auxiliares	Ventec: NO	Dreno: SI	Manometro: SI	Goteamiento: SI		
Rotación (visto del lado del accion.)	HORARIO Pintura: STANDARD					
Líquido de Refrigeración de la Bomba	Caudal 0,00	l/min	Presión 0,00	kgf/cm2		
4- Accessórios:						
Base Metálica Tipo	ESTRUCTURAL					
Acople Flexible(Fabricante/Modelo)	KSB - NORMEX E128					
Protector de Acople Flexible (Material)						
Sello Mecánico (Fabricante/Cod. API)						
Plan de Sellado/Modelo						
Motor Eléctrico	STANDARD / 50HP / 2 Polos / 200L / IP55 / 440V					

Fuente: KSB



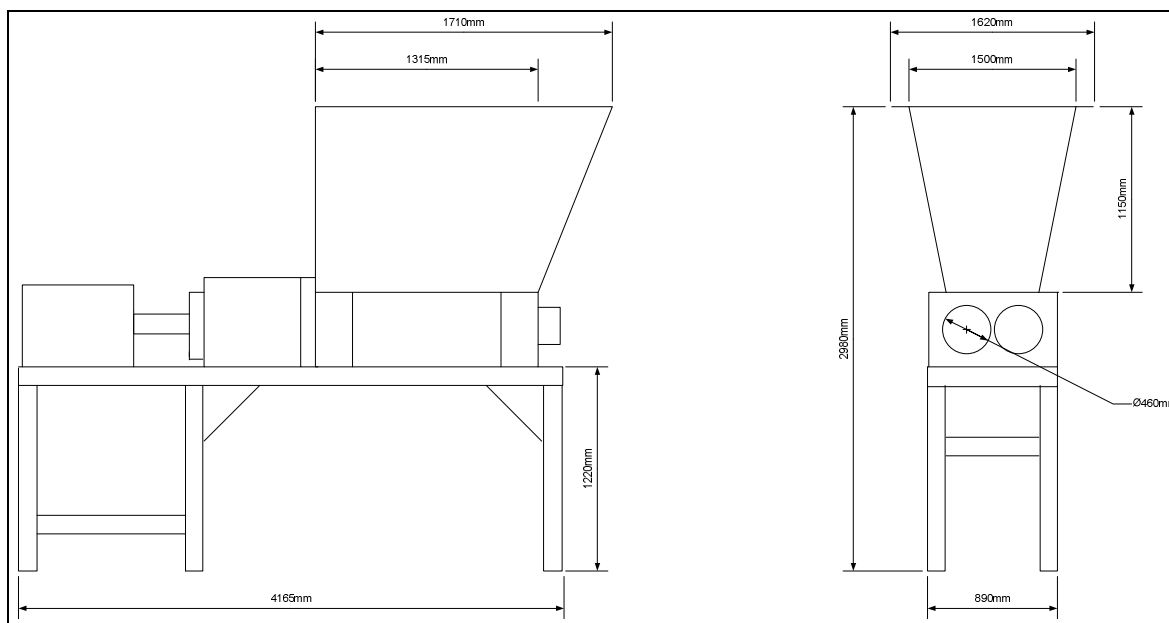
C.10 Diagrama de Frasser.



Fuente: Manual del instituto hidráulico.



D.1 Plano de la trituradora



Fuente: Propia

D.2 Especificaciones de la trituradora

M85 Specifications	
Drive	Electric; Hydraulic drive also available
HP Range	100-150HP (75-113kW)
Voltage	460/3/60 standard; other options available
Cutter thickness	2" (50mm) standard; other thicknesses available
Cutter diameter	18.1" (460mm)
Shaft diameter	6" (152mm)
Cutting chamber (WxL)	35" x 52" (890mm x 1315mm); other lengths available
Machine length (C)	164" (4165mm)
Machine width (D)	64" (1620mm)
Infeed height (E)	117" (2980mm)-standard stand, head and hopper
Machine weight	15,500 lbs. (6,900 kg)
Hopper opening (FxG)	59" x 67" (1500mm x 1710mm)
Hopper height (H)	45" (1150mm) standard; other options available
Discharge height (I)	48" (1220mm) standard; other options available

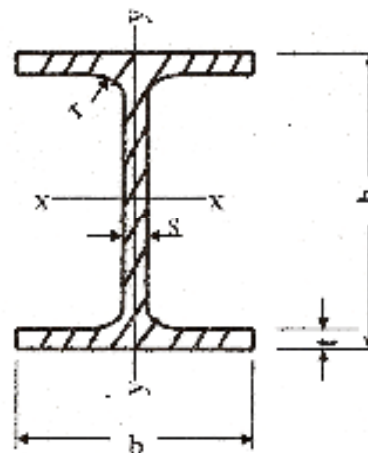


E. Catalogo de selección de vigas



VIGAS IPE

I= MOMENTO DE INERCIA
S= MOMENTO DE RESISTENCIA
R= RADIO DE INERCIA, SIEMPRE REFERIDOS
AL EJE DE FLEXION CORRESPONDIENTE
CALIDADES: ASTM-A-36
ST-37-2



IPE (I)	DIMENSIONES (mm)					Área cm ²	Peso Kg/m	Momento respecto a los ejes					
								Ige x-x			Ige y-y		
								Ix cm ⁴	Sx cm ³	Rx cm	Iy cm ⁴	Sy cm ³	Ry cm
80	80.00	46.00	3.80	5.20	5.00	7.64	6.00	80.10	20.00	2.24	8.48	3.69	1.06
100	100.00	55.00	4.10	5.70	7.00	10.15	8.10	171.00	34.20	4.07	15.90	5.78	1.24
120	120.00	64.00	4.40	6.20	7.00	13.20	10.40	318.00	52.00	4.99	27.00	8.61	1.45
140	140.00	73.00	4.70	6.90	7.00	16.40	12.90	541.00	77.30	5.74	45.90	12.30	1.65
160	160.00	82.00	5.00	7.40	9.00	20.10	15.80	866.00	109.20	6.58	68.20	16.80	1.84
180	180.00	91.00	5.30	8.00	9.00	24.90	18.80	1320.00	146.00	7.42	101.00	22.10	2.05
200	200.00	100.00	5.60	8.50	12.00	28.50	22.40	1940.00	194.00	8.26	145.00	28.40	2.23
220	220.00	110.00	5.90	9.20	12.00	33.40	26.20	2770.00	252.00	9.11	205.00	37.20	2.48
240	240.00	120.00	6.20	9.80	15.00	39.10	30.70	3890.00	324.00	9.97	282.00	47.20	2.69
270	270.00	135.00	6.60	10.20	15.00	43.90	36.30	5790.00	428.00	11.20	419.00	62.10	3.02
300	300.00	150.00	7.10	10.70	15.00	51.80	42.20	8300.00	557.00	12.50	603.00	80.40	3.35
330	330.00	160.00	7.50	11.50	18.00	62.60	49.10	11300.00	713.00	13.70	787.00	98.40	3.55
360	360.00	170.00	8.00	12.70	18.00	72.70	57.10	16300.00	934.00	15.00	1040.00	123.00	3.79
400	400.00	180.00	8.60	13.50	21.00	84.50	66.20	25100.00	1192.00	16.70	1230.00	149.00	3.95
450	450.00	190.00	9.40	14.60	21.00	98.80	77.00	33700.00	1500.00	18.50	1670.00	176.00	4.12
500	500.00	200.00	10.20	16.00	21.00	116.00	90.70	48200.00	1990.00	20.40	2140.00	214.00	4.30
550	550.00	210.00	11.10	17.20	24.00	134.00	106.00	67100.00	2440.00	22.30	2690.00	251.00	4.45
600	600.00	220.00	12.00	19.00	24.00	156.00	122.00	92100.00	3070.00	24.30	3380.00	308.00	4.66



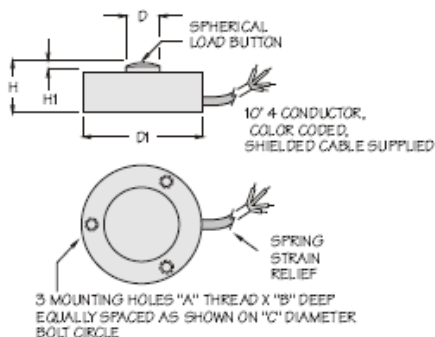
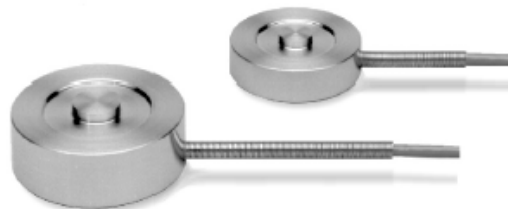
F.1 Celdas de carga.

LBO SERIES

CAPACITY RANGES:

100, 250, 500, 750, 1,000, 2,000, 3,000,
5,000, 10,000, 15,000, 20,000, 30,000,
50,000 LBS.

The LBO Series (Load Button) load cells are offered for compression only applications where space is limited. Matching surface must be flat and at least the diameter of (D1). The loading diameter (D2) is slightly convex for accurate load distribution. Threaded mounting holes are provided on the bottom surface for fastening down from beneath. These sensors are manufactured from heat treated 17-4ph stainless steel and sealed for use in most industrial environments.



SPECIFICATIONS

Rated Output (R.O.): 2 mV/V nominal
Nonlinearity: 0.25% of R.O.
Hysteresis: 0.25% of R.O.
Nonrepeatability: 0.1% of R.O.
Zero Balance: 1.0% of R.O.
Compensated Temp. Range: 60° to 160°F
Safe Temp. Range: -65° to 200°F
Temp. Effect on Output: 0.005% of Load/°F
Temp. Effect on Zero: 0.01% of R.O./°F
Terminal Resistance: 350 ohms nominal
Excitation Voltage: 10 VDC
Safe Overload: 150% of R.O.

DIMENSIONS (INCHES)

MODEL	CAPACITY LBS.	D DIA.	D1 DIA.	H	H1	A BUTTON RADIUS	B THREAD UNC	C THREAD DEPTH	D BOLT CIRCLE	NATURAL RINGING FREQUENCY HZ	DEFLECTION INCHES	WT. OZS.
LB0-100A	100	.21	1.000	.40	.05	2.0	4-40	.22	.750	25,000	.001	1.0
LB0-100	100	.32	1.240	.40	.07	2.0	6-32	.22	1.000	25,000	.001	1.2
LB0-250	250	.32	1.240	.40	.07	2.0	6-32	.25	1.000	25,000	.001	1.2
LB0-500	500	.32	1.240	.40	.07	2.0	6-32	.25	1.000	28,000	.001	1.2
LB0-750	750	.32	1.240	.40	.07	2.0	6-32	.25	1.000	28,000	.001	1.2
LB0-1K	1,000	.32	1.240	.40	.07	2.0	6-32	.25	1.000	32,000	.001	1.3
LB0-2K	2,000	.32	1.240	.40	.07	2.0	6-32	.25	1.000	32,000	.001	1.3
LB0-3K	3,000	.45	1.490	.62	.08	4.0	6-32	.25	1.250	28,000	.002	3.0
LB0-5K	5,000	.45	1.490	.62	.08	4.0	6-32	.25	1.250	22,000	.002	3.0
LB0-10K	10,000	.45	1.490	.62	.08	4.0	6-32	.25	1.250	24,000	.002	3.0
LB0-15K	15,000	.60	1.990	1.00	.12	6.0	6-32	.25	1.625	20,000	.002	8.0
LB0-20K	20,000	.60	1.990	1.00	.12	6.0	6-32	.25	1.625	20,000	.002	9.0
LB0-30K	30,000	.60	1.990	1.00	.12	6.0	6-32	.25	1.625	15,500	.002	9.0
LB0-50K	50,000	.80	2.990	1.50	.18	6.0	6-32	.25	2.375	10,000	.003	33.0

Fuente: Transducer Techniques.



F.2 Sensor de nivel

 Zertifiziertes GM-System gemäß DIN EN ISO 9001	Monitor de Nivel tipo Membrana para Productos Macizos		Modir + Monitorar + Analizar
 ● Presión: máx. 5 bar ● Temperatura: máx. 200°C ● Hasta una densidad de 0,05 kg/dm³ ● Fácil de instalar ● Apropriado para uso universal ● Auto-limpiado ● Servicio Versátil ● Material: Neopreno, FPM, Acero Inoxidable (Membrana)			
Las oficinas KOBOLD existen en los siguientes países: ARGENTINA, AUSTRIA, BELGICA, CANADA, CHINA, FRANCIA, ALEMANIA, INGLATERRA, PAISES BAJOS, POLONIA, ITALIA, SUIZA, USA, VENEZUELA		KOBOLD Messring GmbH Niedring 22-24 D-65719 Hofheim/Ta. ☎ 06192 230-0 Fax 06192 23398 E-mail: info.de@kobold.com Internet: www.kobold.com	Modelo: NMF



G. Mini Cargador

Engine	
Engine Model	Cat C2.2 T
Net Flywheel Power	42 kW
Gross Power	45.5 kW
Gross Power SAE J1995	45.5 kW
Net Power SAE 1349	42 kW
Displacement	2.2 L
Stroke	100 mm
Bore	84 mm
Operating Specifications	
Rated Operating Capacity	861 kg
Rated Operating Capacity w/Optional Counterweight	882 kg
Tipping Load	1794 kg
Breakout Force, Tilt Cylinder	1841 kg
Weights	
Operating Weight	3056 kg

Fuente: Caterpillar.



G. Continuación

Weights	
Operating Weight	3056 kg
Dimensions	
Wheelbase	1094 mm
Length w/Bucket on Ground	3437 mm
Length w/o Bucket	2760 mm
Height to Top of Cab	1953 mm
Vehicle Width over Tires	1524 mm
Max Overall Height	3894 mm
Bucket Pin Height at Max Lift	3013 mm
Bucket Pin Height at Carry Pos.	247 mm
Reach at Max Lift and Dump	766 mm
Clearance at Max Lift and Dump	2243 mm
Ground Clearance	145 mm
Departure Angle	28°
Bumper Overhang - Rear Axle	989 mm
Maximum Dump Angle	50°
Turn Radius from Ctr - Rear	1545 mm
Turn Radius from Ctr - Coupler	1409 mm
Turn Radius from Ctr - Bucket	2221 mm
Max. Reach w/Arms-Parallel	1231 mm
Rack Back Angle at Max Height	86.9°
Bucket Pin Reach at Max Lift	285 mm
Hydraulic System	
Hydraulic Flow	Standard
Loader Hydraulic Pressure	23000 kPa
Loader Hydraulic Flow	60 L/min
Hydraulic Power	22.7 kW

Fuente: Caterpillar.



G. Continuación

Bumper Overhang - Rear Axle	989 mm
Maximum Dump Angle	50°
Turn Radius from Ctr - Rear	1545 mm
Turn Radius from Ctr - Coupler	1409 mm
Turn Radius from Ctr - Bucket	2221 mm
Max. Reach w/Arms-Parallel	1231 mm
Rack Back Angle at Max Height	86.9°
Bucket Pin Reach at Max Lift	285 mm
Hydraulic System	
Hydraulic Flow	Standard
Loader Hydraulic Pressure	23000 kPa
Loader Hydraulic Flow	60 L/min
Hydraulic Power	22.7 kW
Cab	
ROPS	SAE J1040 MAY94, ISO 3471:1994
FOPS	SAE J1043 SEPT87, ISO 3449:1992 Level I
FOPS Level II	SAE J231 JAN81, ISO 3449:1992 Level II
Power Train	
Travel Speed Forward	11 km/h
Travel Speed Reverse	11 km/h
Service Refill Capacities	
Chain box, each side	6 L
Cooling System	10 L
Engine Crankcase	10 L
Fuel Tank	58 L
Hydraulic System	55 L
Hydraulic Tank	35 L

Fuente: Caterpillar.



H.1 Presupuesto de bombas seleccionadas

KSB Bombas Hidráulicas, S.A.- Oficina Venezuela PROYECTO: MANEJO DE AGUA ALTA PRESIÓN N/REF.: Oferta No. 200810PV2515 S/REF: BOMBAS MULTITEC					
LISTA DE PRECIOS					
Pos.	Descripción de Partida	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Bs.	Precio Total Bs.
00010	EQUIPO 1: BOMBA CENTRÍFUGA MULTITAPA, MARCA KSB MODELO MULTITEC D 32/12 ETAPAS 2,1 @3500, ACOPLADO DIRECTAMENTE A MOTOR ELECTRICO WEG O SIMILAR DE 40HP @3600, MATERIAL DE FABRICACIÓN HIERRO GRIS ASTM A 48 CL30, SELLADO DEL EJE MEDIANTE EMPAQUETADURA, ACOPLE KSB NORMES E128, TODOS LOS EQUIPOS MONTADOS SOBRE BASE DE ACERO ESTUCTURA. PRUEBAS Y DOCUMENTOS STANDARD	PZ	1,00	19.936,51	19.936,51
00010 ALT.	EQUIPO 1: BOMBA CENTRÍFUGA MULTITAPA, MARCA KSB MODELO MULTITEC D 32/12 ETAPAS 2,1 @3500, ACOPLADO DIRECTAMENTE A MOTOR ELECTRICO WEG O SIMILAR DE 40HP @3600, MATERIAL DE FABRICACIÓN HIERRO GRIS ASTM A 48 CL30, SELLADO DEL EJE MEDIANTE EMPAQUETADURA, ACOPLE KSB NORMES E128, TODOS LOS EQUIPOS MONTADOS SOBRE BASE DE ACERO ESTUCTURAL. PRUEBAS Y DOCUMENTOS STANDARD	PZ	1,00	19.936,51	19.936,51
00030	EQUIPO 1: BOMBA CENTRÍFUGA MULTITAPA, MARCA KSB MODELO MULTITEC D 32/14 ETAPAS 2,1 @3500, ACOPLADO DIRECTAMENTE A MOTOR ELECTRICO WEG O SIMILAR DE 50HP @3600, MATERIAL DE FABRICACIÓN HIERRO GRIS ASTM A 48 CL30, SELLADO DEL EJE MEDIANTE EMPAQUETADURA, ACOPLE KSB NORMES E128, TODOS LOS EQUIPOS MONTADOS SOBRE BASE DE ACERO ESTUCTURAL. PRUEBAS Y DOCUMENTOS STANDARD	PZ	1,00	20.969,24	20.969,24

Fuente: KSB.



H.2 Presupuesto tuberías y accesorios

**INTECSU C.A.**
Suministro para la industria: Tuberías, Bombas, Válvulas y Conexiones

COTIZACION 00001718
Fecha: 09/10/2008
Vence: 11/10/2008
Hora: 06:14:55
Pag: 1

Cliente: MANUEL CORDOVES
Dirección: URB.PREBO CALLE 134 APTO QUINTA SAN JOSE III BARQUISIMETO
" "
Rif: V-15.978.998
Telefono: 0414*4172778
Fax:

Atención: MANUEL CORDOVES
Validez de la Oferta: 2 Días

La presente tiene como finalidad saludarle muy cordialmente, así como presentarle nuestra mejor oferta.

Item	Cantidad	Medida:	Descripción	P.U. Bs.	Total
1	7	1"	CODO 90° NPT 150 LIBRAS	5,69	39,83
2	8	1"	TEE NPT 150 LIBRAS	13,5	108,00
3	8	1"x1/8"	BUSHING NPT	3,5	28,00
4	1	1"	TUBERIA SCH-40	110,94	110,94
5	8	2"	CODO 90° NPT 150 LIBRAS	16,99	135,92
6	20	2"	TUBERIA SCH-40	191,94	3838,80
7	2	2" X 1"	REDUCCIÓN CONCENTRICA SOLD. SANIT	6,99	13,98
8	2	2"	TEE NPT 150 LIBRAS	19,50	39,00

TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATO.

Total Neto: 4313,57
I.V.A 9,00 %: 388,22
Total Operación: 4701,79

Lugar de Entrega: PUESTO EN VALENCIA.
Cond. de Pago: CONTADO 0 Días

Cordialmente

ALFONSO QUIROZ
DPTO DE VENTAS
0414-4275090
intecsu@camiv.net

TODO PEDIDO DEBE ESTAR RESPALDADO POR N° DE ORDEN DE COMPRA Y CON LA INFORMACIÓN FISCAL

Fuente: INTECSU.



H.3 Presupuesto Minicargador

TODO TRACTOR **CAT** **Cummins** **DISTRIBUIDOR AUTORIZADO** **FP DIESEL** **DETROIT DIESEL ALLISON**

MAYOR Y DETAL EN REPUESTOS PARA MOTORES DETROIT DIESEL®, CUMMINS®, Y MAQUINARIAS CATERPILLAR®. **ZACION** "TU FUENTE SEGURA DE ABASTECIMIENTO"

CLIENTE: **METALES EXTRUIDOS, C.A.**

CODIGO: **ATT3186** DIRECCION: **CARRETERA NACIONAL A LOS GUAYOS** TELF: **833.43.18** DISTRIBUCION DE: **BOQUERON**
S, APDO. 46, VALENCIA, EDO. CARA. FECHA DE EMISION: **06/10/2008**
3000. FECHA DE ENTREGA: **06/10/2008**
FAX: **0241-439452**

COMENTARIOS: CONDICIONES: **COTIZACION**
VENDEDOR: **RICARDO VONIEDA**

CODIGO	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
CAT-226B-I	MINICARGADOR 2008-SERIAL TCA1113	1.00	113,761.47	113,761.47

COMENTARIOS:

TOTAL GENERAL DE ARTÍCULOS: **1.00** ACEPTADO POR EL CLIENTE:

APROBADO POR: **TODO TRACTOR, C.A.**

SUB TOTAL EN Bs.	113,761.47
MINUS DESCUENTO	0.00
MINUS REDUCCION	0.00
+ o - OTROS	0.00
+ IMPUESTO EN Bs.	10,238.53
TOTAL COTIZACION EN Bs.	124,000.00

CALL DE SERVIDOR C.C. EMPRESARIAL VALENCIA MUEL-LOCAL 3 URS. MD. PROLONGACION CAS TULLIO, MUNICIPIO SAN DIEGO - EDO. CARABOBO
TEL/S: (0241) 6713736 - 6717006 - 6715671 - 6715807 - 6715151 - 6717133 - 6715085 - 6715863 - CEL: 0414 3485459 - FAX: 0241 4394529 - E-MAIL: todotractor@cantv.net

Fuente: Todo Tractor, C.A.



H.4 Presupuesto Vigas

HIERRO COJEDOS VARELA C.A.

UTILIZABLE

COTIZACION NUMERO: COT30457

CLIENTE : CONTARE

NOMBRE :

DIRECCION : LA GUASIMA TOCUYITO

EMISION: 10/10/2008

REVISOR: 16/10/2008

VENDEDOR: JHANNIRADY JIMENEZ

CONTACTOS: MANUEL GURDUEVES

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	PRECIO	TOTAL MONEDA
VIGA APN 140 X 12 MTS.	3.000	314,50	760,92	2.787,75
VIGA APN 100 X 12 MTS.	8.000	800,40	152,66	2.715,75
PLEDIDER. 1/2 X 3/16 X 1	20.000	84,90	17,94	370,00
BARRA BR 8mm X 1200 X 2400	1.000	184,32	500,73	500,77

TOTAL PESO : 1028.000

TOTAL MON. Bs..... 3.778,25

IVA 12% Bs..... 520,01

TOTAL BRAL Bs..... 4.298,26

BDN: BDN 001. DESCRIPCION: RUERTE Y OCHO CON 22/100

Fuente: Hierro Cojedes, C.A.



H.5 Presupuesto Láminas

 C.A. PROCESADORA DE ACERO		Carretera Los Guayos (Guacara), Sector Las Garcías N°103 Municipio Los Guayos Edo. Carabobo Teléfonos: (0245) 6710604 - 5710573, (0241) 6172643 - 5172548 0500-CAPROA (2277821) Fax: 0245-5713590- 5715932- 5717493 E-MAIL: INFO@caproa.com; ventas@caproa.com																																																																	
		Cotización de Productos No. 2008-090901																																																																	
Señores: MANUEL CORDOVES		Fecha: 2-Ago-2008																																																																	
Dirección: URR. PREFO CALLE 134 APARTO QUINTA SAN JOSE 3 LETRA R		Rif.: 15978998																																																																	
Teléfono: 0241-8235158		Fax N°: ATC.: SR. MANUEL CORDOVES																																																																	
De acuerdo a su solicitud, nos permitimos someter a su consideración la siguiente cotización:																																																																			
Productos <table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Cant.</th> <th>Descripción</th> <th>Peso Pza</th> <th>Total KG</th> <th>Unidad de Medida</th> <th>Precio Unitario (Bs.F)</th> <th>Precio Total (Bs.F)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>27</td> <td>TUBO GALV. 1" ESP. 3.38mm ASTM A-53</td> <td>16,83</td> <td>454,46</td> <td>PZA</td> <td>96,30</td> <td>2.600,10</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>TUBO ISO II 3/4 ESP. 2.30mm</td> <td>4,48</td> <td>4,48</td> <td>PZA</td> <td>43,18</td> <td>43,19</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4</td> <td>LAM. HN 3mm x 1,000 x 2,500 A-565</td> <td>80,00</td> <td>240,00</td> <td>PZA</td> <td>140,73</td> <td>562,92</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2</td> <td>LAM. HN 3mm x 1,300 x 2,500 A-565</td> <td>78,00</td> <td>156,00</td> <td>Pza</td> <td>190,18</td> <td>380,36</td> </tr> <tr> <td colspan="3"> NOTA: EL PREPAGO SOLO SERA RECIBIDO PREVIA CONFIRMACION DE LA DISPONIBILIDAD DEL MATERIAL. </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>TOTAL KG</td> <td>864,94</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td colspan="2">Total Productos</td> <td></td> <td></td> <td>3.586,57</td> </tr> </tbody> </table>				Item	Cant.	Descripción	Peso Pza	Total KG	Unidad de Medida	Precio Unitario (Bs.F)	Precio Total (Bs.F)	1	27	TUBO GALV. 1" ESP. 3.38mm ASTM A-53	16,83	454,46	PZA	96,30	2.600,10	2	1	TUBO ISO II 3/4 ESP. 2.30mm	4,48	4,48	PZA	43,18	43,19	3	4	LAM. HN 3mm x 1,000 x 2,500 A-565	80,00	240,00	PZA	140,73	562,92	5	2	LAM. HN 3mm x 1,300 x 2,500 A-565	78,00	156,00	Pza	190,18	380,36	NOTA: EL PREPAGO SOLO SERA RECIBIDO PREVIA CONFIRMACION DE LA DISPONIBILIDAD DEL MATERIAL.											TOTAL KG	864,94							Total Productos				3.586,57
Item	Cant.	Descripción	Peso Pza	Total KG	Unidad de Medida	Precio Unitario (Bs.F)	Precio Total (Bs.F)																																																												
1	27	TUBO GALV. 1" ESP. 3.38mm ASTM A-53	16,83	454,46	PZA	96,30	2.600,10																																																												
2	1	TUBO ISO II 3/4 ESP. 2.30mm	4,48	4,48	PZA	43,18	43,19																																																												
3	4	LAM. HN 3mm x 1,000 x 2,500 A-565	80,00	240,00	PZA	140,73	562,92																																																												
5	2	LAM. HN 3mm x 1,300 x 2,500 A-565	78,00	156,00	Pza	190,18	380,36																																																												
NOTA: EL PREPAGO SOLO SERA RECIBIDO PREVIA CONFIRMACION DE LA DISPONIBILIDAD DEL MATERIAL.																																																																			
			TOTAL KG	864,94																																																															
			Total Productos				3.586,57																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Condiciones Comerciales de Venta</th> <th>Servicios Ofertados</th> <th>Costo del Servicio (Bs.F.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Validez:</td> <td>5 días, sujeta a cambios por razón de fuerza mayor</td> <td>Corte de Material</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tiempo de Entrega:</td> <td>3 días, desde el día hábil siguiente a la recepción de su orden de compra, salvo imprerceptos o venta previa.</td> <td>Flete a Destino</td> <td>250,00</td> </tr> <tr> <td>Lugar de Entrega:</td> <td>METALES EXTRUIDOS</td> <td>Otros</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Condiciones de pago:</td> <td>CONTADO-PREPAGO</td> <td>Sub-total Servicios</td> <td>250,00</td> </tr> <tr> <td>Descuento:</td> <td>N/A Por pago a N/A días</td> <td>Total Productos + Servicios</td> <td>3.836,57</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>I.V.A. (9,00 %)</td> <td>345,29</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Precio Total en Bs.F.</td> <td>4.181,86</td> </tr> </tbody> </table>				Condiciones Comerciales de Venta		Servicios Ofertados	Costo del Servicio (Bs.F.)	Validez:	5 días, sujeta a cambios por razón de fuerza mayor	Corte de Material		Tiempo de Entrega:	3 días, desde el día hábil siguiente a la recepción de su orden de compra, salvo imprerceptos o venta previa.	Flete a Destino	250,00	Lugar de Entrega:	METALES EXTRUIDOS	Otros	0,00	Condiciones de pago:	CONTADO-PREPAGO	Sub-total Servicios	250,00	Descuento:	N/A Por pago a N/A días	Total Productos + Servicios	3.836,57			I.V.A. (9,00 %)	345,29	Precio Total en Bs.F.			4.181,86																																
Condiciones Comerciales de Venta		Servicios Ofertados	Costo del Servicio (Bs.F.)																																																																
Validez:	5 días, sujeta a cambios por razón de fuerza mayor	Corte de Material																																																																	
Tiempo de Entrega:	3 días, desde el día hábil siguiente a la recepción de su orden de compra, salvo imprerceptos o venta previa.	Flete a Destino	250,00																																																																
Lugar de Entrega:	METALES EXTRUIDOS	Otros	0,00																																																																
Condiciones de pago:	CONTADO-PREPAGO	Sub-total Servicios	250,00																																																																
Descuento:	N/A Por pago a N/A días	Total Productos + Servicios	3.836,57																																																																
		I.V.A. (9,00 %)	345,29																																																																
Precio Total en Bs.F.			4.181,86																																																																
Observaciones A.- Los tiempos de entrega pueden variar, dependiendo de la disponibilidad en STOCK y/o en caso de no haber existencia éste queda sujeto a la disponibilidad de envío del fabricante. B.- Cualquier variación en los precios del fabricante o tasa cambiaria, afectará inclusive su orden de compra en proceso de despacho si no ha sido prepagada. Entrega parcial de materiales sujeta al tiempo máximo estipulado en condiciones comerciales. C.- No se aceptan devoluciones de material. La descarga corre por cuenta y riesgo del cliente. D.- Producción y entrega de materiales queda sujeta a tener en cuenta con capros al día.																																																																			
Elaborado:  GARMEDYS GARCIA VENTAS-MOSTRADOR		Vendedor: GARMEDYS GARCIA VENTAS-MOSTRADOR																																																																	
		Aprobado: WILLIAM CHAPARRO GERENCIA GENERAL																																																																	

Fuente: CAPROA



H.6 Presupuesto de varios elementos



IPD INGENIERIA C.A.

Sra. Tizmarand, Zulia Ind. Cauderos, Centro Industrial Votro, Cúcuta 12
Caracas (0411) 6757150 - Teléfono: 8327750 - Vauxhall, Edo. Guayana
e-mail: ipdincsa@comcast.net - e-mail: ipdingenieria@caracas.net
Pag. web: www.grupopd.com.ve
RIF: J-407574804-2 - NIT: 0067678242

Valencia, 13 de Octubre del 2008

Señores:

METALES EXTRUIDOS, C.A.

Valencia.-

PTO # 131008

Estimados Señores:

Por medio de la presente, tenemos a bien cobzarles los trabajos requeridos para la línea de alimentación del horno de fundición de cobre en sus instalaciones ubicadas en la carretera nacional los guayos. Anexamos nuestra hoja de cómputos con respectivos precios unitarios.

OBSERVACIONES GENERALES

Precio Total Bs. **424.739,06**

Validez de la oferta 10 días

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Total
A.-	Suministro de equipos para transportador:				
A.1.-	Banda Intralox Serie 900 Flush Grid, Largo: 12 metros, ancho: 1,2 metros	C/U	1	2.133,00	2.133,00
A.2.-	Engranaje Serie 900 de 20 dientes agujero cuadrado de 1,5"	C/U	26	215,00	5.590,00
A.3.-	Banda Intralox Serie 900 Square Friction Top , Largo: 9,5 metros y de ancho: 1,2 metros	C/U	1	1.935,00	1.935,00
A.4.-	Engranaje Serie 900 de 10 dientes agujero cuadrado de 1,5"	C/U	26	215,00	5.590,00
A.5.-	Banda Intralox Serie 900 Square Friction Top , Largo: 16,5 metros y de ancho: 1,2 metros	C/U	1	3.580,00	3.580,00
A.6.-	Engranaje Serie 900 de 10 dientes agujero cuadrado de 1,5"	C/U	26	215,00	5.590,00
A.7.-	Eje cuadrado de lado 1,5" y de longitud: 44,"	C/U	6	1.820,00	10.920,00
A.8.-	Anillo de retención Heavy Duty bipartido de acero inoxidable de 1,5"	C/U	39	115,20	4.492,80
A.9.-	Guía de desgaste tipo Chevron de 120", en UHMW con respaldo de acero inoxidable.	C/U	36	364,00	13.104,00
	SUB TOTAL BS.				52.934,80

I.P.D. INGENIERIA C.A.

Fuente: IPD Ingeniería, C.A.



H.6 Continuación



Pro. Páez, Estado Mérida, Centro Industrial Mucur, Guárdia 12
Teléfono: (0274) 8822290 - Telefax: (0274) 95 - Yacuma, Edo. Cúmbura
e-mail: ipd@ipd.com.ve - e-mail: ipd@ingenieriaipd.com.ve
Pag. web: www.grupopdz.com.ve
RIF: J-07674804-2 - NIT: 0057579242

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Total
B.-	Suministro de equipos varios:				
B.1.-	Rodamiento con soporte SKF 1" TF	C/U	12	69,73	836,76
B.2.-	Trituradora Marca: SSI World Dual-Shear M85	C/U	1	298.580,00	298.580,00
B.3.-	Aspersores, Marca: Rexnord, mod.: 70488A, cod. De material AAH, acero Inox 440	C/U	2	330,00	660,00
B.4.-	Aspersores, Marca: Rexnord, mod.: 70188B, cod. De material AH, acero Inox 416	C/U	6	350,00	2.100,00
B.5.-	Lámparas Infrarrojas, 3000 W c/u, Diámetro de lámpara 10mm, long: 781mm, marca: RES	C/U	3	615,00	1.845,00
B.6.-	Lámparas Infrarrojas, 1000 W c/u, Diámetro de lámpara 10mm, long: 370mm, marca: RES	C/U	2	279,50	559,00
B.7.-	Control de temperatura para lámparas infrarrojas	C/U	1	623,50	623,50
	SUB TOTAL BS.				305.204,26
C.-	Instalación de equipos suministrados:				
C.1.-	Línea de lavado químico que incluye instalación de tuberías, aspersores y bombas.	SG	1	12.000,00	12.000,00
C.2.-	39 metros de banda transportadora con accesorios	SG	1	8.500,00	8.500,00
C.3.-	Lámparas Infrarrojas con conexión eléctrica	SG	1	3.600,00	3.600,00
C.4.-	Trituradora	SG	1	42.500,00	42.500,00
	SUB TOTAL Bs.				66.600,00
	TOTAL GENERAL				424.739,06

NOTA: Todos los precios incluyen IVA y tienen una validez de 10 días, los equipos importados tendrán un plazo mínimo de entrega de 120 días, estos precios incluyen los costos de importación y envíos.

Atentamente,
Por, **I.P.D. INGENIERIA C.A.**

Ing. Víctor Lizcano

I.P.D. INGENIERIA C.A.

Fuente: IPD Ingeniería, C.A.



H.7 Presupuesto Polipasto

ASELINCA, C.A. RIF: J- 30315838-2 TEL: 0416-7370257	Título COTIZACION	Dpto. MANTENIMIENTO	numero 10019
Cliente: Manuel Cordovés	Equipo : Polipasto Kito de cadena. Capacidad: 500Kg Poligrafa	Area: Fundición	

Muy Estimados Señores:

De acuerdo a su amable solicitud, favor revisar a continuación nuestra oferta correspondiente al siguiente equipo:

1.- Polipasto eléctrico de cadena, Cap. 500.Kg.
Marca: Kito
Fabricante: Kito - Japón

Alcance del Suministro: Polipasto eléctrico de cadena de una velocidad de izaje y botonera de control de 2 pulsadores. Instalación y programación

Precio de Venta unitario polipasto cap. 500 Kg.: Bs.F.14.350, 00

2.- Poligrafa.
Marca: Kito
Fabricante: Kito - Japón

Alcance del Suministro: poligrafa un sofisticado sistema anti-desgaste para mayor durabilidad. Adaptable a cualquier tipo de grúa articulada, viajera o polipasto.

Precio de Venta unitario de la poligrafa: Bs.F.5.250, 00

3.- Condiciones Comerciales.

1.- Tiempo de entrega: Inmediata salvo venta previa.

2.- Precio ofertado no incluye el Impuesto al Valor Agregado (IVA)

3.- El precio ofertado está referenciado a la paridad cambiaria de Bs. 2,15 por dólar de los Estados Unidos de América. Cualquier variación en la paridad cambiaria que se verifique previa a la cancelación total del equipo aquí ofertado, afectará en forma inmediata y proporcional el precio de venta.

4.- Forma de pago: 30 días; previo a la entrega...

5.- Garantía: Doce meses contra defectos de fabricación y ensamble contados a partir de la fecha de despacho del equipo. La garantía no cubre defectos derivados de instalación (de no ser instalado por nuestro personal, de ser instalado por nosotros la garantía cubre cualquier desperfecto por instalación) u operación incorrecta (sobrecarga, maltrato, golpes, etc.), así como por problemas en el suministro eléctrico.

5.- Validez de la oferta: 10 días.

Quedando a su entera disposición para cualquier consulta adicional, aprovechamos para extenderle nuestros cordiales saludos.

ASELINCA, C.A.
Ghiberti Peñuela
Cel. 0426 5417412 e-mail: ghiberti_penuela@hotmail.com

Fuente: Aselinca, C.A



H.8. Presupuestos Motoresreductores



IPD INGENIERIA C. A.
Pro. Transversal, Zona Ind. Cardenero, Centro Industrial Masiu, Gulpón 12
Teléfono: (0241) 8323390 - Telefax: 8323786 - Valencia, Edo. Cardenero
e-mail: ipd@ipd.com.ve - o-mail: ipd@ingenieriaipd.com.ve
Pag. web: www.grupoipd.com.ve
RIF.: J-407574864-2 - NIT.: 8007579342

Valencia, 16 de Octubre del 2008

Señores:
METALES EXTRUIDOS, C.A.
Valencia.-

PTO # 13915

Estimados Señores:

Por medio de la presente, tenemos a bien cotizarles los trabajos requeridos para la línea de alimentación del horno de fundición de cobre en sus instalaciones ubicadas en la carretera nacional los guayos. Anexamos nuestra hoja de cómputos con respectivos precios unitarios.

OBSERVACIONES GENERALES
Precio Total Bs. **12.250,00**
Validez de la oferta 10 días

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U nit.	Total
A.-	Suministro de equipos para transportador:				
A.1.-	Motoreductor sinfín y corona, con patas de fijación de 0,5 hp de potencia. Marca LENTAX	C/U	1	4.113,00	4.113,00
A.2.-	Motoreductor sinfín y corona, con patas de fijación de 0,75 hp de potencia. Marca LENTAX	C/U	1	4.391,00	4.391,00
A.3.-	Motoreductor sinfín y corona, con patas de fijación de 0,17 hp de potencia. Marca LENTAX	C/U	1	3.746,00	3.746,00
	TOTAL GENERAL				12.250,00
NOTA:	Todos los precios incluyen IVA y tienen una validez de 10 días. Los equipos importados tendrán un plazo mínimo de entrega de 120 días, estos precios incluyen los costos de importación y envíos.				


IPD INGENIERIA C.A.

Fuente: IPD Ingeniería, C.A.