



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA Y AUTOMATIZACIÓN

Tesis de grado previo a la obtención del título de:

**INGENIERO ELECTROMECÁNICO, MENCIÓN EN AUTOMATIZACIÓN
INDUSTRIAL**

**“DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN DE
TRANSPORTADORES HELICOIDALES”**

Estudiante:

HÉCTOR MIGUEL TIPANLUISA CAJILEMA

Director de Tesis:

ING. CARLOS CENTENO

Santo Domingo – Ecuador

Marzo, 2015

**“DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN DE
TRANSPORTADORES HELICOIDALES”.**

Ing. Carlos Centeno, MsC.

DIRECTOR DE TESIS

APROBADO

Ing. Edwin Grijalva, MsC.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. C. Michel Lastre A.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Javier Díaz Ch, MsC.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo.....dede 2015

Autor: HÉCTOR MIGUEL TIPANLUISA CAJILEMA

Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.

**Título de Tesis: “DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA
DISEÑO Y SELECCIÓN DE
TRANSPORTADORES HELICOIDALES”**

Fecha: MARZO, 2015

El contenido del presente trabajo, está bajo la responsabilidad del autor.

Héctor Miguel Tipanluisa Cajilema
C.I. 171961904-9

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

Santo Domingo.....de del 2015.

Ing. Edwin Grijalva, MsC.

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA Y
ATOMATIZACIÓN**

Estimado Ingeniero

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por el señor: **HÉCTOR MIGUEL TIPANLUISA CAJILEMA**, cuyo tema es: **“DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA DISEÑO Y SELECCIÓN DE TRANSPORTADORES HELICOIDALES”**, ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Atentamente.

Ing. Carlos Centeno, MsC.
DIRECTOR DE TESIS.

Dedicatoria

Dedico este importante logro a mis padres, Enrique y María; a mi esposa Mercy; a mi hijo Esteban; a mi hermano Juan Pablo y su esposa Mary, a mi hermano Sergio, a mi hermano Mauricio y su esposa Dalila, a mi hermano Adrian y a mi hermano Sebastián. Cada uno de ustedes puso su hombro para poder apoyarme y avanzar en el camino que implicó mi carrera, los amo a todos y por eso les dedico este triunfo querida familia.

Agradecimiento

Gracias a Dios por haberme permitido alcanzado esta meta, y por haber puesto a mí alrededor personas de buen corazón que me apoyaron siempre y que sin ellas no hubiera sido posible lograr este triunfo.

Debo agradecer inmensamente a mis padres, por su gran esfuerzo y apoyo incondicional; a mi esposa, por su paciencia y sacrificio con tal de verme conforme realizado como profesional; a mis hermanos, que estuvieron siempre pendientes de mí y me apoyaron en los buenos y malos momentos a lo largo de mi carrera.

Agradezco también grandemente a mis queridos amigos y compañeros de la prestigiosa Universidad Tecnológica Equinoccial, con quienes compartimos momentos alegres y momentos difíciles a lo largo de la carrera, pero que siempre hubo esa amistad sincera y sentido de colaboración entre todos para avanzar juntos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA	PÁG.
Portada	i
Sustentación y Aprobación de los Integrantes del Tribunal.....	ii
Responsabilidad del Autor.....	iii
Informe del Director de Tesis.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice	vii
Resumen Ejecutivo.....	xvi
Executive Summary.....	xviii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1	Introducción.....	1
1.2	Planteamiento del problema.....	2
1.3	Justificación.....	3
1.4	Alcance.....	3
1.5	Objetivos de la investigación.....	4
1.5.1	Objetivo general.....	4
1.5.2	Objetivos específicos.....	4
1.6	Hipótesis.....	5
1.7	Justificación del soporte computacional para la implementación del sistema	5
1.8	Alcance de la investigación.....	7

CAPÍTULO II

DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE DISEÑO DE TRANSPORTADORES HELICOIDALES Y ACÁPITE DE SISTEMAS CAD / CAE

2.1	Introducción.....	8
2.2	Módulos del sistema.....	10
2.2.1	Módulo de base de datos.....	10
2.2.1.1	Componentes.....	10
2.2.1.2	Materiales a Transportar.....	10
2.2.1.3	Normas.....	10
2.2.1.4	Proveedores de Componentes.....	11
2.2.2	Módulo de cálculos.....	11
2.2.3	Módulo de dibujo paramétrico.....	11
2.2.3.1	Modelo 3D.....	12
2.2.3.2	Ensamble.....	12
2.2.4	Módulo de optimización.....	12
2.2.4.1	Carga máxima.....	12
2.2.4.2	Consumo energético.....	13
2.2.4.3	Costo.....	13
2.2.5	Módulo de resultados.....	13
2.2.5.1	Informe descriptivo.....	13
2.2.5.2	Planos de componentes.....	14
2.3	Alcance de la investigación.....	14
2.4	Estado actual del desarrollo de los sistemas CAD/CAE.....	16
2.4.1	¿Qué es CAD?.....	17
2.4.2	¿Qué es CAE?.....	17
2.5	Estado actual del desarrollo de sistemas CAD para el diseño de transportadores helicoidales.....	20
2.5.1	Software para el diseño y selección de transportadores helicoidales.....	20
2.5.2	Macro desarrollada en Excel 97-2003 para el diseño de transportadores helicoidales.....	21
2.5.3	Aplicación web para diseño de transportadores helicoidales.....	24

2.6	Vías para el perfeccionamiento del diseño de sistemas CAD para el diseño de transportadores helicoidales.....	25
-----	---	----

CAPÍTULO III

REVISIÓN DE LITERATURA

3.1	Transportadores helicoidales.....	27
3.1.1	Generalidades de los transportadores helicoidales.....	27
3.1.2	Ventajas de los transportadores helicoidales.....	29
3.1.3	Desventajas de los transportadores helicoidales.....	30
3.1.4	Transportador helicoidal en cárter.....	30
3.1.5	Transportador helicoidal cilíndrico.....	31
3.1.6	Funcionamiento de los transportadores helicoidales.....	32
3.1.7	Partes fundamentales de los transportadores helicoidales.....	33
3.1.7.1	Tornillo helicoidal.....	33
3.1.7.2	Cojinetes extremos.....	34
3.1.7.3	Soporte intermedio para el eje.....	34
3.1.7.4	Soporte de rodamiento.....	35
3.1.7.5	Artesas.....	36
3.1.7.6	Boca de descarga.....	36
3.1.7.7	Boca de carga.....	37
3.1.7.8	Unidad de accionamiento.....	37
3.2	Solución de tareas con ayuda de computadoras.....	38
3.2.1	Esclarecimiento de la tarea planteada.....	38
3.2.2	Elaboración del algoritmo del programa.....	39
3.2.3	Implementación del algoritmo en el lenguaje de programación.....	40
3.2.4	Pruebas del programa y análisis de resultados.....	40
3.3	Autolisp.....	40
3.3.1	Generalidades de la programación en AutoLISP.....	41
3.3.2	Conceptos básicos. Tipos de datos.....	42
3.3.2.1	Lista.....	43

3.3.2.2	Elemento.....	43
3.3.2.3	Átomo.....	43
3.3.2.4	Símbolo.....	43
3.3.2.5	Enteros.....	43
3.3.2.6	Reales.....	43
3.3.2.7	Cadenas.....	44
3.3.2.8	Archivo.....	44
3.3.2.9	Entidad.....	44
3.3.2.10	Conjunto selección.....	44
3.3.2.11	Función de usuario.....	44
3.3.2.12	Función inherente o comando.....	44
3.3.2.13	Funciones ADS.....	45
3.3.3	Operaciones numéricas.....	45
3.3.3.1	Operaciones aritméticas.....	45
3.3.3.2	Operaciones con datos numéricos.....	46
3.3.3.3	Operadores de comparación.....	47
3.3.3.4	Comando para la asignación de datos.....	48
3.3.3.5	Comandos para la entrada de datos.....	48
3.3.3.6	Operadores lógicos.....	48
3.3.3.7	Funciones condicionales.....	49
3.3.4	Creación de programas AutoLISP. Acceso a editor y convenciones.....	50
3.3.4.1	Convenciones de los programas AutoLISP.....	51
3.3.5	Comando de ángulos y distancias.....	52
3.3.6	Comandos para la creación de listas.....	54
3.3.7	Dibujo paramétrico.....	55
3.3.8	Trabajo con entidades de dibujo y acceso a la base de datos.....	56
3.3.9	Funciones para la manipulación de cajas de diálogos en AutoLISP.....	57
3.3.10	Secuencia de una función en AutoLISP para la manipulación de cajas de diálogos.....	65
3.3.11	Aspectos organizativos de la programación en AutoLISP. Compilación en AutoLISP.....	66
3.3.11.1	Control del uso de variables.....	66
3.3.11.2	Estructura y anidación de funciones.....	66

3.3.11.3	Uso de bibliotecas de funciones.....	68
3.3.11.4	Compilación en AutoLISP.....	69
3.3.11.5	Documentación del software producido.....	73

CAPÍTULO IV

DEFINICIÓN DEL PROCESO CONVENCIONAL DE DISEÑO DE TRANSPORTADORES HELICOIDALES

4.1	Referencias para el diseño de transportadores helicoidales.....	76
4.2	Procedimiento de diseño de transportador helicoidal.....	76
4.2.1	Paso 1: Establezca factores conocidos que regirán el proceso.....	76
4.2.2	Paso 2: Clasificación del material.....	77
4.2.3	Paso 3: Determine la capacidad de diseño.....	88
4.2.4	Paso 4: Determine el diámetro y la velocidad.....	93
4.2.5	Paso 5: Determine el tipo de buje.....	94
4.2.6	Paso 6: Determine la potencia.....	95
4.2.7	Paso 7: Capacidad torsional y/o de potencia de los componentes de los transportadores.....	98
4.2.8	Paso 8: Arreglo de los transportadores.....	100
4.2.9	Paso 9: Patrón de barrenos.....	103
4.2.10	Paso 10: Tornillos requeridos en el transportador.....	105
4.2.11	Paso 11: Determinar el tamaño y el peso del tubo.....	107
4.2.12	Paso 12: Arreglos típicos de transmisión de transportadores helicoidales.....	108
4.2.13	Paso 13.- Selección de los componentes.....	108
4.2.13.1	Información requerida.....	109
4.2.13.2	Selección de la artesa.....	109
4.2.13.3	Selección de la descarga.....	112
4.2.13.4	Selección de tapas de artesa o tapas laterales.....	113
4.2.13.5	Selección de pie de brida.....	115
4.2.13.6	Selección de rodamientos montados sobre la tapa de artesa.....	116
4.2.13.7	Selección de sello para eje.....	117
4.2.13.8	Selección de ejes de acoplamiento de helicoidales.....	119

4.2.13.9	Selección de ejes terminales.....	120
4.2.13.10	Selección de colgantes.....	121
4.2.13.11	Selección de cubierta de artessa.....	124

CAPÍTULO V

FUNCIONALIDAD DEL SOFTWARE

5.1	Introducción.....	127
5.2	Requisitos funcionales.....	127
5.2.1	Hardware recomendado.....	127
5.2.2	Dependencias de Software.....	128
5.3	Instalación del sistema.....	128
5.4	Diálogo del sistema.....	131

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	Conclusiones.....	139
6.2	Recomendaciones.....	141
	BIBLIOGRAFÍA.....	142
	ANEXOS.....	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1	Sistema de diseño de transportadores helicoidales.....	9
Figura N° 2.2	Implementación del sistema de diseño de transportadores helicoidales....	14
Figura N° 2.3	Ventana interactiva para diseño de transportadores helicoidales.....	19
Figura N° 2.4	Macro para diseño de transportadores helicoidales.....	20
Figura N° 2.5	Documento de macro para diseño de transportadores helicoidales.....	21
Figura N° 2.6	Aplicación web para diseño de transportadores helicoidales.....	22
Figura N° 3.1	Transportador helicoidal estándar.....	24
Figura N° 3.3	Transportador helicoidal sin núcleo o de eje hueco.....	25
Figura N° 3.4	Máxima sección de trabajo de un transportador helicoidal en cárter.....	27
Figura N° 3.5	Transportador helicoidal único (izq); transportador helicoidal en tándem (der).....	28
Figura N° 3.6	Funcionamiento de un transportador helicoidal.....	29
Figura N° 3.7	Tornillo helicoidal.....	29
Figura N° 3.8	Cojinete extremo.....	30
Figura N° 3.9	Soporte intermedio para el eje.....	31
Figura N° 3.10	Soporte de rodamiento.....	31
Figura N° 3.11	Artesa.....	32
Figura N° 3.12	Boca de descarga.....	32
Figura N° 3.13	Boca de carga.....	33
Figura N° 3.14	Unidad de accionamiento.....	33
Figura N° 4.1	Cómo leer el código de material.....	68
Figura N° 4.2	Arreglos típicos de transmisión.....	94
Figura N°5.1	Ventana que permite cargar los ficheros ARX Y VLX del sistema.....	111
Figura N°5.2	Ventana que permite establecer la URL de nuestro sistema como fichero o carpeta de trabajo en la plataforma de AutoCAD.....	112
Figura N°5.3	Ventana principal del sistema CAD/WSC.....	113
Figura N°5.4	Ventana para la definición de datos en el PASO 1.....	114
Figura N°5.5	Ventana para la definición de datos en el PASO 2.....	114

Figura N°5.6	Ventana para la definición de datos en el PASO 3.....	115
Figura N°5.7	Ventana para la definición de datos en el PASO 4.....	115
Figura N°5.8	Ventana para la definición de datos en el PASO 5.....	116
Figura N°5.9	Plantilla de reporte de materiales generado por el sistema.....	116
Figura N°5.10	Vistas de un transportador dibujado por el sistema.....	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 4.1	Tabla de clasificación del material.....	67
Tabla N° 4.2	Tabla de características de los materiales.....	68
Tabla N° 4.3	Tabla de tamaños máximos de partículas.....	77
Tabla N° 4.4	Tabla de capacidad de para transportadores helicoidales horizontales...	78
Tabla N° 4.5	Tabla de selección de grupos de componentes.....	79
Tabla N° 4.6	Tabla factores de capacidad para transportador con paso especial CF_1 ...	80
Tabla N° 4.7	Tabla de selección de bujes para colgantes.....	81
Tabla N° 4.8	Tabla del factor del diámetro del transportador, F_d	82
Tabla N° 4.9	Tabla del factor del factor del buje para el colgante, F_b	82
Tabla N° 4.10	Tabla del factor de sobrecarga, F_0	83
Tabla N° 4.11	Tabla del factor de eficiencia (e) de las transmisiones.....	83
Tabla N° 4.12	Capacidad torsional de los componentes de transportadores helicoidales.....	85
Tabla N° 4.13	Capacidad de potencia de los componentes de transportadores helicoidales.....	86
Tabla N° 4.14	Detalle de artesa tipo “U”.....	87
Tabla N° 4.15	Detalle de artesa del tipo tubular.....	88
Tabla N° 4.16	Patrón de barrenos para bridas de artesa en “U”.....	89
Tabla N° 4.17	Patrón de barrenos para bridas de artesa tubular y bridas para alimentación y descarga.....	90
Tabla N° 4.18	Tornillos requeridos en relación al tamaño de la artesa del transportador.....	91
Tabla N° 4.19	Tornillos requeridos en relación al tamaño de los ejes de acoplamiento	92

Tabla N° 4.20	Tamaños de tubos, dimensiones y pesos.....	93
Tabla N° 4.21	Características de artesa en “U”.....	95
Tabla N° 4.22	Características de artesa tubular.....	96
Tabla N° 4.23	Características de descarga estándar.....	97
Tabla N° 4.24	Características de las tapas laterales exteriores con pie de brida para artesa en “U”.....	98
Tabla N° 4.25	Características de las tapas laterales exteriores con pie de brida para artesa tubular.....	99
Tabla N° 4.26	Características de pies de bridas para transportadores.....	100
Tabla N° 4.27	Selección de rodamientos de pared.....	101
Tabla N° 4.28	Selección de sello para eje.....	102
Tabla N° 4.29	Ejes de acoplamiento.....	103
Tabla N° 4.30	Ejes terminales.....	104
Tabla N° 4.31	Colgantes estilo 220.....	105
Tabla N° 4.32	Colgantes estilo 226.....	106
Tabla N° 4.33	Colgantes estilo 216.....	107
Tabla N° 4.34	Cubiertas para artesa.....	108

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Selección de bujes para colgantes de transportadores helicoidales según su aplicación.
- Anexo 2. Advertencia y recomendaciones de seguridad.
- Anexo 3. Informe generado por el software.

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente proyecto se desarrolla un software que permite generar un diseño apropiado de un transportador helicoidal, basado en las principales características de funcionamiento de acuerdo al proceso donde vaya a operar este mecanismo. Para el desarrollo del software se utiliza la plataforma de diseño asistido por computadora (Autocad), dentro de la cual existe la posibilidad de crear aplicaciones programando directamente en su ambiente de trabajo utilizando el lenguaje de programación de proceso de listas (AUTOLISP), al utilizar este lenguaje de programación, entre otras aplicaciones, se tiene la posibilidad de generar objetos tridimensionales, lo cual se utilizará para generar automáticamente un gráfico en tres dimensiones del transportador helicoidal diseñado por el software, y se lo podrá visualizar directamente en Autocad. El diseño del transportador helicoidal generado por el software será presentado en un informe detallado en formato de Word, con todas sus características, medidas y partes fundamentales.

Para la presentación de este proyecto se han desarrollado 6 capítulos en los que se detalla cada uno de los aspectos que lo componen, estos capítulos se describen a continuación:

Capítulo I: se presenta la introducción correspondiente al tema a tratar; el planteamiento del problema que se pretende solucionar; las razones que justifican el desarrollo de este proyecto; los objetivos que se pretenden alcanzar; el planteamiento de la hipótesis y el alcance de la presente investigación.

Capítulo II: se explica todo el entorno que abarca la implementación de las herramientas computacionales para la solución de problemas en el campo de la ingeniería y diseño. De la misma manera se define el alcance de la implementación del sistema de diseño de transportadores helicoidales en este trabajo de tesis.

Capítulo III: se refiere a los fundamentos teóricos acerca de los aspectos importantes de este trabajo de tesis, recopilados en las fuentes de información existentes como libros, revistas, páginas web, etc. Se muestra información recopilada acerca del diseño y

construcción de los transportadores helicoidales; de la plataforma de diseño asistido por computadora Autocad y del lenguaje de programación Autolisp.

Capítulo IV: en este capítulo se presenta el proceso convencional paso a paso para diseñar transportadores helicoidales. Este es el procedimiento que será automatizado mediante el software que se desarrollará programando en lenguaje Autolisp.

Capítulo V: se detalla la funcionalidad del software, su modo de instalación y sus principales características, como son: el ingreso de datos, la generación del informe detallado en formato Word y la generación del dibujo en tres dimensiones del transportador helicoidal diseñado por el software.

Capítulo VI: se exponen las respectivas conclusiones y recomendaciones una vez analizado y finalizado el desarrollo del presente trabajo de tesis.

EXECUTIVE SUMMARY

In the project, it is developed the software, which allows generating a proper design of a spiral conveyor, based on the characteristics of operation according to the process where this mechanism is going to operate. A computer-aided design program (AutoCAD) is used for software development, within which there is the possibility of creating applications programming directly in its work environment using the programming language of lists process (AUTOLISP). Using this programming language, among other applications, has the possibility of generating three-dimensional objects, which will be used to automatically generate a graph in three dimensions of the spiral conveyor designed by software, and it can be directly displayed in AutoCAD. The design of the spiral conveyor generated by the software will be presented in a detailed report in Word format, with all its characteristics, measures and key parts.

For the presentation of this project 6 chapters has been developed which details each of the aspects that make it up, these chapters are described below:

Chapter I presents the introduction to the topic, the approach to the problem to be solved; the reasons for the development of this project; the objectives; the approach of the hypothesis and the scope of the present investigation

Chapter II explains the entire environment that covers the implementation of computational tools for the solution of problems in the field of engineering and design. The scope of the implementation of the design system of spiral conveyors is defined in this work.

Chapter III refers to the theoretical basics about the important aspects of this thesis work, collected in the existing information sources such as books, magazines, websites, etc. It shows information about the design and construction of the spiral conveyors, the computer-aided design program AutoCAD and the programming of Autolisp language.

Chapter IV introduces the conventional process step by step to design spiral conveyors. This is the procedure to be automated by software that will develop programming in Autolisp language

Chapter V details the functionality of the software, its mode of installation and its main features, such as data entry, the generation of the report in Word format and the generation of drawing in three dimensions of spiral conveyor designed by software.

Chapter VI sets out the conclusions and recommendations of this thesis work.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

El desarrollo de este proyecto está centrado en los Transportadores Helicoidales, que son elementos que cumplen un papel muy importante en las industrias donde existen procesos de transportación de materias y productos al granel, productos de granulometría variada, productos que tienden a aglomerarse, materias húmedas, fangosas y pegajosas, materias que deban transportarse en buenas condiciones higiénicas, etc.

Si bien es cierto, existen varios subtipos de transportadores helicoidales, pero para el desarrollo de este proyecto se considerará únicamente los transportadores helicoidales estándar que trabajan en sentido horizontal, esto se determina debido a su alto nivel de investigación y a que es muy amplio el campo de aplicación de transportadores helicoidales. Los demás subtipos de transportadores helicoidales consisten en modificaciones en el diseño de la hélice para trabajos más específicos dentro de los procesos; más adelante se mencionarán estos otros tipos de transportadores para conocimiento general, pero no se tomarán en cuenta para la definición del modelo matemático de diseño de los transportadores helicoidales.

Por otra parte, haciendo uso del lenguaje de programación Autolisp y las herramientas computacionales que en la actualidad están a nuestro alcance, se desarrollará un software en el cuál se ingresará los parámetros básicos bajo los cuales funcionan este tipo de transportadores, para de esta manera obtener un diseño adecuado del mecanismo y cumplir con las condiciones que requiera el proceso. La información detallada del mecanismo será presentada en un informe generado por el mismo software y un dibujo tridimensional del mecanismo se podrá visualizar directamente en Autocad.

1.2 Planteamiento del problema

Según el Ministerio Coordinador de la Producción, en su Agenda para la Transformación Productiva Territorial del mes de julio de 2011, en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, el 7,9% de la población económicamente activa se dedica a procesos de manufactura, representando un bajo porcentaje ante las posibilidades que existen en este sector del país por la gran variedad de productos que se pueden encontrar como: palma africana, banano, café, cacao, frutales y productos agropecuarios. Dentro de estos procesos de manufactura, el transporte o movimiento de los productos influye directamente en el rendimiento de la producción y en la rentabilidad de la actividad en cuestión, ya que representa un determinado porcentaje de los costos totales de producción. Por esta razón y por los requerimientos de grandes volúmenes de producción, se han considerado a los transportadores continuos helicoidales como uno de los elementos más adecuados para transportar materiales al granel. Sin embargo, es importante señalar que en la actualidad, al no existir un sistema automatizado para la generación del diseño de este importante mecanismo, este proceso de diseño se lo requiere realizar de forma manual, significando una inversión de tiempo para el diseño del transportador de acuerdo a sus características, que puede ir desde un par de horas hasta varios días según el Ing. Gustavo Peralta, excolaborador de SOLVAC S.A., una de las más conocidas empresas de diseño y fabricación en mecánica industrial de la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas. Esto conlleva a que no se pueda tener una respuesta inmediata ante la necesidad de obtener un diseño que cumpla con los requerimientos establecidos de un trabajo, generándose de esta manera un cuello de botella en el que se requiere mejorar la eficiencia en los tiempos de respuesta ante estas necesidades.

Por otra parte, en los últimos años se ha producido un avance enorme en el diseño de elementos mecánicos a través de la informática, gracias sobre todo, a la forma en que esta facilita la realización de los diseños, el estudio de su comportamiento bajo la acción de cargas, la elección de los materiales y elementos más adecuados, etc. Como consecuencia de la introducción de las herramientas computacionales en el mundo del diseño, se puede lograr la creación de sistemas mecánicos de una forma mucho más eficiente. De esta manera, se puede desarrollar un software que permita diseñar de forma confiable el

mecanismo completo de un transportador helicoidal para evaluar su funcionamiento, detectando cualquier anomalía y corrigiéndolo antes de su fabricación, y evitando así que estos problemas aparezcan en fases más avanzadas del proceso, donde serían mucho más difíciles y costosos de solucionar.

1.3 Justificación

En el sector industrial, los mecanismos utilizados para los diferentes procesos de producción, juegan un papel importantísimo en el rendimiento de la producción y en el costo final de los productos. Tomando en cuenta estos factores, antes de la construcción de un mecanismo, como un transportador helicoidal, es necesario tener la certeza de que este va a funcionar de acuerdo a los requerimientos del proceso en cuestión para evitar gastos innecesarios corrigiendo el diseño una vez que esté construido el mecanismo. Por esta razón es necesaria una herramienta computacional que permita diseñar y calcular las dimensiones, así como los materiales y partes más adecuados a utilizarse en el montaje de un transportador helicoidal, dependiendo de los varios factores que condicionan su funcionamiento como: caudal de producto, distancia de transporte, tipo de producto. Así se contribuirá a mejorar los tiempos de producción dentro de las industrias de manufactura en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

1.4 Alcance

El desarrollo de esta investigación aportará en gran medida al sector industrial de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas que se ha venido incrementando en los últimos años, ya que en materia de transportación de materiales al granel mediante transportadores helicoidales, se podrá obtener mediante software un diseño inmediato y confiable a los requerimientos que demande el proceso en cuestión. De la misma manera incentivará el desarrollo de los conocimientos de la población estudiantil, ya que abre muchas opciones para solucionar diferentes situaciones que se presentan en los procesos industriales; con la ayuda de las herramientas computacionales y aplicando los conocimientos ingenieriles adecuados se podrá dar solución a muchas situaciones que retrasan los procesos de producción dentro de las industrias.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

- Desarrollar un software que permita diseñar y seleccionar transportadores helicoidales estándar.

1.5.2 Objetivos específicos

- Identificar los parámetros necesarios para el diseño y selección de transportadores helicoidales.
- Definir el procedimiento adecuado para diseñar transportadores helicoidales.
- Elegir el lenguaje de programación bajo el cual se desarrollará el software para diseñar transportadores helicoidales.
- Determinar el programa informático más adecuado para el desarrollo de un software relacionado con mecanismos.
- Visualizar en Autocad automáticamente el diseño obtenido mediante software de un transportador helicoidal.

1.6 Hipótesis

Al desarrollar un software para el diseño y selección de transportadores helicoidales, mejorarán los tiempos de respuesta ante una necesidad, ya que se podrá obtener un diseño confiable con un informe completo y su respectivo gráfico en Autocad, tan solo con ingresar los parámetros necesarios de las condiciones bajo las que este mecanismo va a funcionar.

1.7 Justificación del soporte computacional para la implementación del sistema

Luego de un minucioso estudio para la implementación y desarrollo del sistema automatizado, se determinó como plataforma de trabajo el paquete gráfico Autocad. Los aspectos fundamentales que se toman en consideración y justifican esta selección son los siguientes:

1. Autocad es un paquete para el diseño y posee todas las facilidades gráficas para este proceso. La posibilidad de utilizar un ambiente de trabajo común para las actividades de diseño y de planeación del proceso de fabricación, facilita la integración de estas etapas y reduce los tiempos de adiestramiento del personal en el uso del sistema.
2. Soporta lenguajes computacionales para el desarrollo de aplicaciones, (Autolisp, ARX, ObjectARX, VBA), lo que le confiere potencialidad para interpretar códigos u órdenes de programación.
3. Posee una base de datos de la información gráfica que procesa y permite asociar a la misma, datos extendidos personalizados por el programador.
4. Además de contar con la base de datos, es también un administrador de la misma, pues tiene implementados mecanismos que permiten la creación, acceso y modificación de la información almacenada.
5. Soporta los principales tipos de representación, incluyendo modelación de sólidos, así como el trabajo con superficies.
6. Es el paquete CAD de mayor difusión en el mundo, para microcomputadoras, y se encuentra instalado en prácticamente todas las empresas nacionales dedicadas a la actividad de diseño.
7. Trabaja sobre formato de archivo DWG (OpenDWG), compatible con otros sistemas CAD como MicroStation, IntelliCAD, Solidworks y SolidEdge, también muy difundidos internacionalmente, además exporta e importa archivos en formato DXF y SAT, estándares

para la comunicación con diversos sistemas de múltiples aplicaciones.

8. Es un paquete CAD competitivo y respaldado por Autodesk, cuarta firma mundial productora de software con grandes recursos invertidos en la investigación y desarrollo, lo que asegura la asimilación de los últimos avances experimentados en la gráfica por computadoras y en la ingeniería de software, cuestión que es posible utilizar automáticamente por los sistemas implementados bajo su ambiente.

Como limitación se puede señalar, a esta decisión, que el usuario del sistema tiene necesariamente que utilizar el ambiente de trabajo de Autocad para la ejecución del mismo, pero se considera que las razones anteriormente señaladas argumentan la elección. No obstante, los procedimientos desarrollados pueden ser implementados bajo cualquier plataforma de diseño, que permita la interpretación de lenguajes de programación. De igual manera, se puede considerar el desarrollo de una herramienta autónoma bajo una filosofía de software libre.

1.8 Alcance de la investigación

La presente investigación representa una indagación profunda de las ventajas y aplicaciones que ofrecen las herramientas computacionales en la actualidad, las cuales, utilizándolas adecuadamente, se las puede aprovechar para obtener soluciones rápidas y confiables a diferentes situaciones y procesos de la vida personal y laboral de los seres humanos. En este caso, se desarrollará un software que permita diseñar un mecanismo tan importante dentro de las industrias de manufactura, como lo es el transportador helicoidal. Una vez definido el proceso de producción, en el software se ingresarán los parámetros que regirán el proceso, y mediante la ejecución del programa se definirán las características principales del modelo del transportador, así como sus partes complementarias y se generará un informe detallado de todo el diseño, y de la misma manera se podrá visualizar en Autocad los elementos que conformarán el mecanismo diseñado por el software. Se debe especificar que para este trabajo de tesis, se contempla únicamente el diseño de transportadores helicoidales estándar que trabajan en sentido horizontal, esto se justifica considerando el nivel de estudios a defender y que la complejidad de la investigación

representa gran demanda de tiempo en la programación. De la misma manera, hay que dejar claro que en este proyecto queda la puerta abierta para seguir implementándose dentro del software, las condiciones y requerimientos que se consideren necesarios para incrementar la funcionalidad del mismo; y que aplicar estas implementaciones podría representar con seguridad la obtención de títulos académicos de cuarto y quinto nivel.

CAPÍTULO II

DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE DISEÑO DE TRANSPORTADORES HELICOIDALES Y ACÁPITE DE SISTEMAS CAD / CAE

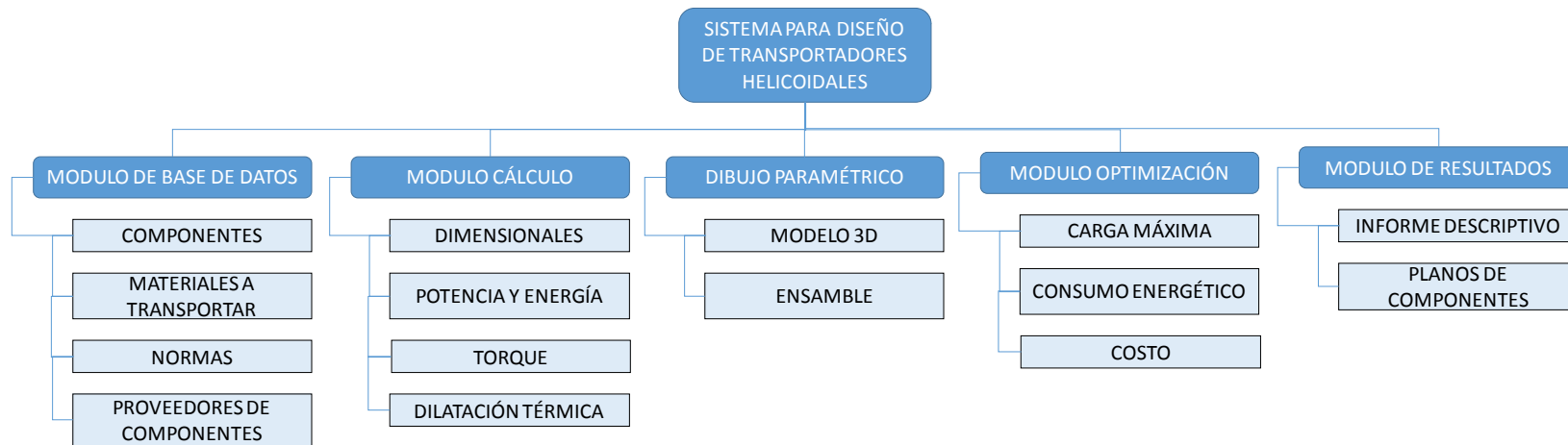
2.1 Introducción

El presente SISTEMA DE DISEÑO DE TRANSPORTADORES HELICOIDALES, está enfocado en la obtención de una solución ingenieril total y eficiente ante las necesidades de las industrias que utilizan este mecanismo en sus procesos de producción.

Para lograr que el sistema sea totalmente eficiente, es necesario identificar los aspectos principales que se consideran como indispensables para que el sistema nos brinde los resultados deseados. Los aspectos principales en este caso se denominarán MÓDULOS y cada uno de ellos está conformado por elementos importantes que en conjunto definen las características del sistema.

La concepción general del sistema se puede apreciar en el siguiente esquema conceptual:

Figura N° 2.1
Sistema de diseño de transportadores helicoidales



Elaborado: Héctor Tipanluisa

2.2 Módulos del sistema

Como se puede observar en el cuadro anterior, el sistema para diseño de transportadores helicoidales necesariamente debe constar con los siguientes módulos:

2.2.1 Módulo de base de datos

Consiste en crear un registro detallado de toda la información relevante o características particulares de cada uno de los aspectos que se consideran para el diseño de transportadores helicoidales como son:

2.2.1.1 Componentes

Se refiere a las características de cada elemento o parte física que conforma el transportador, como rodamientos, artesas, unidades de accionamiento, ejes, helicoidales, soportes, bujes, etc.

2.2.1.2 Materiales a Transportar

Es necesario conocer la densidad, tamaño de partículas, fluidez, abrasividad y demás características de los materiales que pueden ser movilizadas por un transportador helicoidal.

2.2.1.3 Normas

Consiste en definir y agregar a la base de datos, las normas bajo las cuales se desarrollará el diseño de los transportadores helicoidales, ya que todo trabajo de diseño debe ser realizado aplicando normas reconocidas a nivel nacional e internacional con el fin de desarrollar un trabajo garantizado que cumpla con las exigencias del proceso donde se va instalar dicho trabajo.

2.2.1.4 Proveedores de Componentes

Es necesario contar con la información actualizada de los precios, productos y ventajas que brindan los proveedores de elementos para los transportadores helicoidales más

importantes del entorno, con la finalidad de poder comparar las ventajas y desventajas de adquirir los materiales a uno u otro proveedor y poder tomar la mejor decisión que beneficie a la empresa o cliente.

2.2.2 Módulo de cálculos

En este módulo es donde se realiza todos los cálculos matemáticos que se requieren para definir el correcto funcionamiento del transportador helicoidal. Las principales magnitudes que se calculan para este efecto son: cálculo de dimensiones, cálculo de potencia y energía, cálculo del torque, y cálculo de dilatación térmica; con el cálculo de estos datos se puede realizar el análisis de la eficiencia del mecanismo, así como se podrá tomar decisiones de acuerdo a los requerimientos del proceso donde vaya a trabajar el transportador helicoidal.

2.2.3 Módulo de dibujo paramétrico

Este módulo consiste en crear automáticamente en el ambiente de Autocad, el dibujo en 3D del transportador diseñado. A su vez este módulo consiste en dos partes importantes: La base del diseño paramétrico es la generación de geometría a partir de la definición de parámetros iniciales, la relación existente entre los mismos y su programación. Consiste en la utilización algoritmos para generar una estructura de relaciones matemáticas y geométricas que permitan no sólo llegar a un diseño, sino generar todo el rango de posibles soluciones correspondiente y acorde a la variación de los parámetros iniciales.

2.2.3.1 Modelo 3D

En esta parte del módulo de dibujo paramétrico, se crea un dibujo en 3D de cada uno de los elementos que conforman el transportador helicoidal, cada elemento se dibuja en tres dimensiones por separado.

2.2.3.2 Ensamble

Consiste en presentar en el ambiente de Autocad, todo el conjunto de componentes del transportador helicoidal con sus partes ensambladas (ordenadas e identificadas según el montaje del equipo) en un modelo geométrico en tres dimensiones, el mismo puede ser editado o modificado a criterio del diseñador. Cabe señalar que cada elemento del mecanismo general está dibujado por separado y de igual forma puede ser modificado a criterio por el diseñador.

2.2.4 Módulo de optimización

Este módulo permitirá generar y analizar diferentes variantes de diseño, a partir de indicadores de eficiencia. El costo, consumo energético y carga máxima representan los indicadores formalizables para la generación de poblaciones de soluciones y la búsqueda del mejor compromiso de las mismas con las exigencias establecidas.

2.2.4.1 Carga máxima

El sistema determinará las mejores opciones del diseño óptimo con la finalidad de lograr una máxima cantidad de material transportado en el proceso.

2.2.4.2 Consumo energético

La prioridad para el diseño del transportador helicoidal será lograr el menor consumo de energía y se presentará al usuario las mejores opciones de diseño para lograr este objetivo.

2.2.4.3 Costo

El objetivo es lograr el menor costo posible en el diseño de un transportador helicoidal que satisfaga los requerimientos del proceso, analizando los precios que ofrecen los

proveedores y los gastos que implican su implementación.

2.2.5 Módulo de resultados

Este módulo será el encargado de generar de forma automatizada en un informe, toda la información detallada del diseño del transportador obtenido, para que pueda ser analizada por el usuario. El módulo de resultados consiste en dos partes: informe descriptivo y planos de componentes.

2.2.5.1 Informe descriptivo

Se refiere a que se presentará en un documento de formato Word, el resumen de las características principales del transportador helicoidal, así como las partes y elementos que lo conforman.

2.2.5.2 Planos de componentes

Como resultado dentro del sistema se contempla la generación automática de los planos del transportador helicoidal diseñado, dibujados en tres dimensiones en el ambiente de Autocad.

2.3 Alcance de la investigación

Considerando el nivel avanzado de investigación que implica desarrollar el sistema descrito, y la demanda de tiempo para lograr su total implementación, en el presente trabajo de tesis se implementará únicamente los módulos y aspectos que se observan marcados en el cuadro siguiente y que atenderán a obtener un diseño óptimo de transportadores helicoidales estándar que trabajan en sentido horizontal:

Figura N° 2.2
Implementación del sistema de diseño de transportadores helicoidales



Elaborado: Héctor Tipanluisa

Es decir, en el proyecto de tesis se desarrollará un software que contendrá en su base de datos la siguiente información:

- Características de los componentes o elementos que conforman el transportador helicoidal.
- Características, de los materiales que se pueden trasladar mediante un transportador helicoidal, como son: densidad, tamaño de partículas, fluidez, abrasividad y demás propiedades.
- Las normas reconocidas bajo las cuales se construirá el transportador helicoidal.

El software realizará los cálculos necesarios de los componentes del transportador, así como del torque y la potencia y energía para definir un diseño correcto. De la misma forma generará un dibujo 3D de cada elemento del transportador y automáticamente se presentará un dibujo general del transportador helicoidal en tres dimensiones, con el cual el usuario podrá realizar el análisis del mismo. Como resultado final, el software presentará un informe detallado en formato Word con las partes que conforman el transportador con sus características y medidas.

2.4 Estado actual del desarrollo de los sistemas CAD/CAE

El vertiginoso proceso de innovación tecnológica que sucede en la actualidad, junto a la fuerte competencia entre las empresas, son las causas principales del aumento de exigencias de los mercados, donde los fabricantes deben presentar productos cada vez más adecuados a las necesidades del cliente. Esto conduce a la reducción de la serie y el aumento de modelos y variantes de productos que cada empresa ofrece a sus potenciales clientes. Todo ello ha traído aparejado el replanteo de los métodos y tecnologías utilizadas en el **Diseño de Producto** y los **Procesos de Manufactura**. La automatización de los métodos de fabricación es un hecho hoy en día. Cada vez más las empresas computarizan sus procesos como consecuencia de una necesidad ineludible. Existe todavía hoy la creencia errónea de que automatizar el diseño consiste simplemente en reducir el tiempo empleado en obtener planos y especificaciones de fabricación, gracias a la utilización de una serie de aplicaciones informáticas. El aprovechamiento de las posibilidades de un sistema CAD/CAE implica un cambio radical de filosofía, un replanteamiento de la forma de trabajo que exige un esfuerzo de cambio de mentalidad y de metodología.

2.4.1 ¿Qué es CAD?

El concepto de “Diseño Asistido por Computadora” (CAD – Computer Aided Design) representa el conjunto de aplicaciones informáticas que permiten a un diseñador “definir” el producto a fabricar.

A continuación se enumeran algunas de las características de las aplicaciones CAD que

permiten especificar y formalizar la representación inequívoca de una pieza o sistema:

- Modelado geométrico 3D: descripción analítica de la volumetría, contorno y dimensiones del objeto o sistema, incluyendo relaciones geométricas e incluso algebraicas entre los distintos componentes.
- Proyecciones bidimensionales del objeto o sistema: obtención de vistas, secciones, perspectivas, detalles, etc. automáticamente.
- Base de datos de propiedades: materiales, tolerancias dimensionales, terminaciones superficiales, tratamientos térmicos, etc.

2.4.2 ¿Qué es CAE?

El término “Ingeniería Asistida por Computadora” (CAE – Computer Aided Engineering) engloba el conjunto de herramientas informáticas que permiten analizar y simular el comportamiento del producto diseñado.

La mayoría de ellas se presentan como módulos o extensiones de aplicaciones CAD, que incorporan:

- Análisis cinemático
- Análisis por el método de elementos finitos (FEM – Finite Elements Method)
- De simulación de programas CNC (Computered Numeric Control)
- De exportación de ficheros “Stl” (Estereolitografía) para máquinas de prototipado rápido.

Seguidamente se mencionan algunas de las principales aplicaciones CAE:

- Cálculo de propiedades físicas: volumen, masa, centro de gravedad, momentos de inercia, etc.

- Análisis de tensiones y cálculo mecánico y estructural: lineal y no lineal.

- Análisis de vibraciones.

- Simulación del proceso de inyección de un molde: análisis dinámico y térmico del fluido inyectado (inyección virtual)

- Simulación de procesos de fabricación: mecanizado, conformado de chapas metálicas, soldaduras, análisis de fijaciones (fabricación virtual)

- Simulación gráfica del funcionamiento del sistema: Cálculo de interferencias, estudios aerodinámicos, acústicos, ergonómicos, etc. (prototipado virtual)

La reducción del tiempo y del costo, el descubrimiento de fallas en el diseño lo antes posible, y la mejora de la calidad y cualidades del producto son objetivos muy importantes en el desarrollo del mismo dentro de un ambiente de competitividad industrial. La finalidad del CAE es ayudar al ingeniero de diseño en todas las etapas del desarrollo del producto, englobando los conceptos CAD/CAM/CAE.

En la actualidad el proceso de desarrollo de un producto se reduce drásticamente, agilizando y anulando toda posibilidad de cometer errores. Lo que antes era necesario desarrollar en físico un prototipo, ahora ya no lo es, hasta se puede comprobar la funcionalidad mediante una simulación.

Las políticas industriales del mundo inciden mucho en la tecnología y en el diseño. Ambos conceptos influyen grandemente en la industria en general, pues hacen que el producto final se acerque cada vez más a las exigencias del usuario, llegando al mercado en las mejores condiciones de calidad y precio y sobre todo en el momento oportuno, lo

que hace que la industria crezca en competitividad y en la necesidad de explotar cada uno de los avances y facilidades que nos brindan las tecnologías actuales. El diseño automatizado es una actividad que se proyecta conceptualmente hacia la solución de problemas que plantea el ser humano en su adaptación al medio ambiente en la satisfacción de sus necesidades. El diseño utiliza recursos disponibles en cada situación, estos recursos son la tecnología CAD/CAE.

En el marco de estos sistemas se han desarrollado nuevos conceptos como: la Ingeniería Simultánea o Concurrente y el Diseño para la Fabricación (DFM), donde es considerado el diseño como la primera fase de la fabricación del artículo. De esta forma se llega al diseño definitivo del producto luego del completamiento de varios ciclos con el tránsito sucesivo por las etapas de modelación, simulación, cálculos de diseño y análisis con la aplicación de los métodos de elementos finitos (FEM) y de fronteras (BEM), y la confección de prototipos virtuales a partir de la aplicación de técnicas de realidad virtual, donde se logra la simulación del comportamiento real del artículo a través del uso de prototipos basados en computadoras. Todo este trabajo se cumple con el incremento de la exactitud y calidad del diseño y una drástica reducción del tiempo de proceso respecto a los sistemas de diseño tradicionales.

2.5 Estado actual del desarrollo de sistemas CAD para el diseño de transportadores helicoidales.

Teniendo en cuenta que la presente investigación está dirigida al uso de metodologías que deberán operar sobre sistemas automatizados desde el punto de vista computacional, se ha preferido evaluar las características principales de los sistemas CAD destinados al diseño de transportadores helicoidales.

Como se conoce, durante el diseño se da cumplimiento a las etapas siguientes: modelación, cálculo, simulación y representación gráfica, las que no tienen que estar necesariamente presentes en su totalidad durante el proceso. Existen programas de ayuda al diseño de transportadores helicoidales que resuelven por separado algunas de estas etapas y otros que integran algunas o todas las etapas de diseño, y son estos últimos los de mayor desarrollo.

Entre las herramientas más destacadas para el diseño de transportadores helicoidales se destacan las siguientes:

2.5.1 Software para el diseño y selección de transportadores helicoidales.

Elaborado como trabajo de tesis por Alex Dávila, Rosendo Velásquez y Kelvin Zambrano de la Universidad Técnica de Manabí en el año 2011. El software fue desarrollado bajo el lenguaje de programación Visual Basic y consiste en automatizar el proceso de diseño de transportadores helicoidales del Catálogo de Martin. Se puede observar que existen alrededor de 20 ventanas interactivas para el ingreso de datos hasta llegar al diseño final y poder imprimir un reporte en formato PDF del diseño generado por el software. Esta aplicación no tiene la ventaja de generar objetos tridimensionales en un ambiente CAD.

Figura N° 2.3

Ventana interactiva para diseño de transportadores helicoidales

The screenshot shows a software window titled "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL TRANSPORTADOR HELICOIDAL". It has a menu bar with "Salir" and "Ayuda". The main area is divided into two sections: "DATOS DE ENTRADA" and "SELECCIÓN DE PARÁMETROS DEL MATERIAL".

DATOS DE ENTRADA

Material a Transportar:

Capacidad Requerida: [Tn/h] [lb/h]

Longitud de Transportación: [pies] [m]

Tipo de carga: ▼

Trabajo: ▼

Tiempo de Operación: ▼

SELECCIÓN DE PARÁMETROS DEL MATERIAL

Material	Peso (lb/pie ³)	Código Material	Rodamiento Intermedio	Serie de Componentes	Factor material Fm	Carga %
Almendras	29	C1/2-35Q	H	2	0.9	30A
Asfalto 1/2	45	C1/2-45	H	2	2.0	30A
Corteza de Madera	15	E-45TVY	H	3	2.0	30A
Cebada Moida	31	B6-35	L-S-B	1	0.4	30A
Cebada Entera	42	B6-25N	L-S-B	1	0.5	45
Habichuela	48	C1/2-15	L-S-B	1	0.5	45

At the bottom of the window, there are three buttons: "Atras", "Siguiente", and "Cancelar".

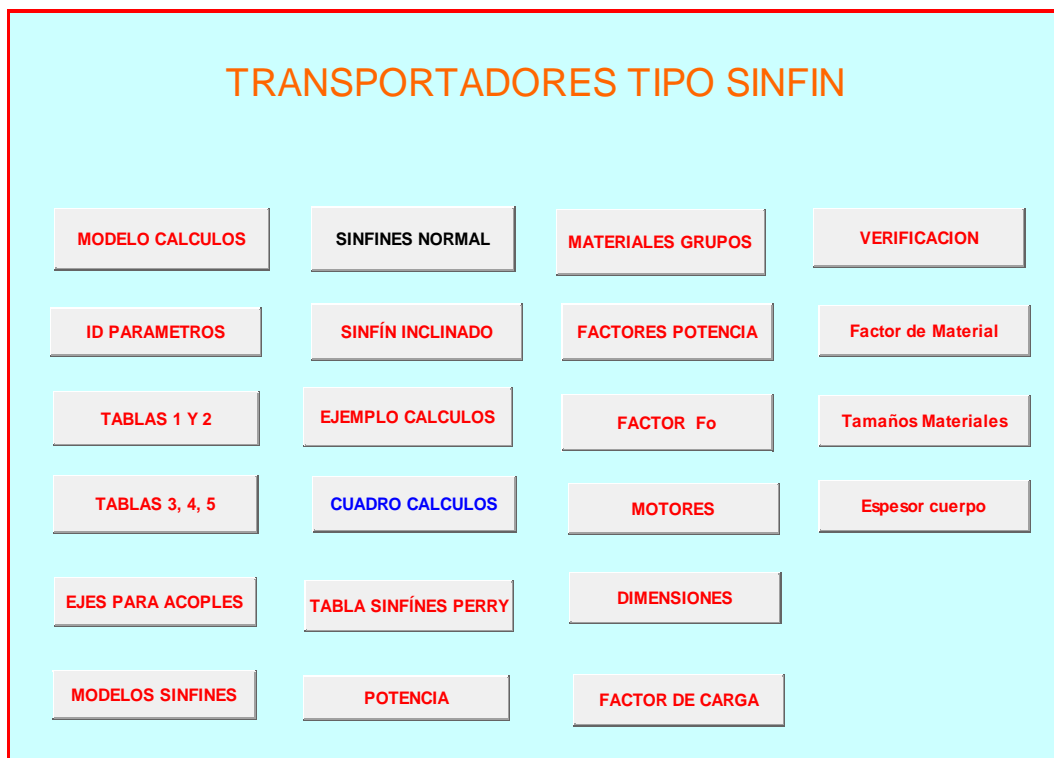
Fuente: Trabajo de tesis. Universidad Técnica de Manabí / 2011

2.5.2 Macro desarrollada en Excel 97-2003 para el diseño de transportadores helicoidales.

Consiste en una extensa macro de 23 hojas de cálculo de excel para diseñar transportadores helicoidales. Presenta complejidad para su manejo por la gran cantidad de datos y su distribución desacertada en el archivo. No presenta un informe final del diseño del transportador ni genera sus componentes en un ambiente CAD.

Figura N° 2.4

Macro para diseño de transportadores helicoidales



Fuente: cultivopalma.webcindario.com/calculosinfines

Figura N° 2.5
Documento de macro para diseño de transportadores helicoidales

MENU

CALCULOS PARA SINFINES TRANSPORTADORES

MATERIAL A TRANSPORTAR **IDENTIFICACION EQUIPO**

	Q ton/hora	Fp Factor Paso	n r.p.m	cf Coeficiente Llenado	d gr/cm3 ton/m3	L Longitud m	c factor Inclination	Elevacion m	D3 m3	D Diametro m	D Diametro pulgadas	
Nuevo	168	0,51	4	0,61	0,65	6	1	0	4,408	1,639	64,52	Calculo del diametro
Verificacion	168	0,51	16,81	0,61	0,65	6	1	0		1,016	40	Calculo de las rpm
Existente	329	0,50	80	0,31	0,563	13	1	0	1,000	1,000	39,37	Verificacion sinfin existente

Enlace a potencia

Dimensiones del sinfin → **DIMENSIONES**

Q = 60 x At x S x n x Cf x d x C

Q = Capacidad de transporte del sinfin (ton/hora).
 At = Area transversal del transportador (3,1416 x D2 / 4) en m2.
 Fp = Factor de paso (Ver tabla)

SINFINES PERRY

CALCULO DEL TORQUE MINIMO					
C	L	W	F	n	
m3/min	m	Kg/m3		rpm	
					Mo
					Kgf - m lbf - pulg
					C
					L
					m3/min m

Promedio: 11378,37492 Recuento: 146 Suma: 546161,9959 100%

Fuente: cultivopalma.webcindario.com/calculosinfines

2.5.3 Aplicación web para diseño de transportadores helicoidales.

Desarrollada por la empresa Jansen&Heuning dedicada al diseño y fabricación de sistemas al granel, permite ingresar directamente en una plataforma web, los parámetros básicos de funcionamiento del transportador para luego ejecutar la aplicación y así calcular los datos complementarios. Esta aplicación solo puede considerar 31 tipos de materiales para el diseño de los transportadores. Presenta en una sola ventana todos los datos del transportador y no genera de forma gráfica sus elementos.

Figura N° 2.6

Aplicación web para diseño de transportadores helicoidales

Jansen & Heuning
bulk handling systems

Request a stand-alone version with all calculation sheets
<http://www.jh.nl>
sales@jh.nl

SCREW CONVEYOR CALCULATION

i Product	Input name	Standard screw	JHS-200
Bulk density	1000 kg/m ³	i Product speed	0.38 m/s
Power factor	1	Rpm screw	112.55 omw/min
Degree of filling	35 %	Volume capacity	10 m ³ /uur
i Capacity	10 ton/u	Inclination angle	0 deg
Inclination height (+/-)	0 m	Section length	5000 mm
i Length of the screw	5 m	Nr. of screw blades	25
i Standard screw	JHS-200 <input type="button" value="ok"/>	Weight per section	75.62 kg
* screw diameter	200 mm	Number of sections	1
* pitch	200 mm	i Sag	2.72 mm
* screw blade thickness	3 mm	Ideal stress core	7.17 N/mm ²
i * core, material	St-37	Ideal stress axis	39 N/mm ²
admissible stress	140 N/mm ²	i Info calculation	
diameter	114.3 mm	Power ISO 7119	0.14 kW
thickness	4 mm	Power J&H	0.42 kW
i * Axis, material	St-37		
admissible stress	40 N/mm ²		
diameter	40 mm		
i Intermediate bearings	0		
i Power selected	1.1 kW		

INFO **INFO**

program by BSE Enschede stop print page

Fuente: <http://www.solidsprocessing.nl/applic/jh/schroef/berekening.php>

2.6 Vías para el perfeccionamiento del diseño de sistemas CAD para el diseño de transportadores helicoidales.

Del análisis realizado del estado de desarrollo de los sistemas CAD para el diseño de transportadores helicoidales sobre PC, se pueden resumir, entre otras, las insuficiencias

principales siguientes:

1. Grado de automatización insuficiente de los sistemas, lo que conlleva a procesos de diseño y generación todavía lentos y laboriosos.
2. Los entornos CAD utilizados son pocos difundidos en las empresas de diseño en nuestro país y en algunos casos es nulo su uso.
3. En gran parte de los sistemas revisados no se integra el cálculo con el dibujo paramétrico.
4. Los sistemas de vanguardia en esta rama en el mundo poseen un elevado precio lo cual dificulta su adquisición.

En la presente tesis se pretende dar solución a las insuficiencias 1, 3, 4, así como, su inserción dentro del esquema de trabajo del paquete CAD profesional Autocad. Además se debe de garantizar que:

- El sistema debe incluir funciones de configuración comprensivas y flexibles que permitan, definir normas que rijan el proceso de diseño y contar con una integración de requisitos que impidan que el diseño en general resulte inefectivo y no acorde al objetivo deseado.
- El sistema contará la información actualizada acorde con todos los requerimientos para los transportadores helicoidales, que agilizará el proceso de diseño así como la posibilidad de que las partes que desarrollen el mismo puedan obtener dentro de sus posibilidades y necesidades de un diseño fiable e integro que cubra las expectativas.

CAPÍTULO III

REVISION DE LITERATURA

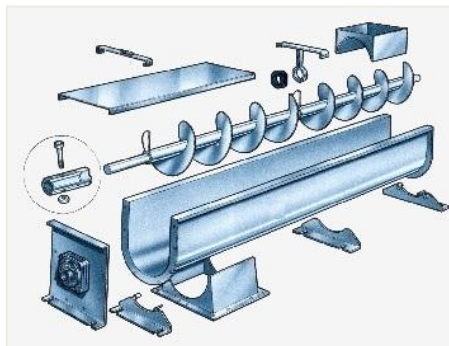
3.1 Transportadores helicoidales

3.1.1 Generalidades de los transportadores helicoidales

Este tipo de transportador recibe también la denominación de “Transportador de Tornillo Sin Fin”, ”Rosca de Tornillo Giratorio” o “Tornillo de Arquímedes”, “es un desarrollo de los tornillos empleados en la antigüedad para transportar y elevar agua, y cuyo origen se le atribuye a Arquímedes” (Targhetta, 1970, p.695). El transportador se pone funcionamiento a través del sistema motor que consta de un reductor y le suministra el movimiento al tronillo sin fin de alas helicoidales el cual va montado en cojinetes y chumaceras, en dependencia de la longitud del mismo hasta 50 m máxima tendrá cojinetes intermedios que funcionaran como puntos a apoyo para evitar flexiones o la distorsión de la espiral. La carga se realizara por un extremo en la parte superior y la descarga se realizara por la parte inferior del otro extremo (EcuRed, 2014).

Figura N° 3.1

Transportador helicoidal estándar



Fuente: <http://taninos.tripod.com/tornillo.html>

Según sus dimensiones y su modo de empleo van montados en un cárter acanalado o cilíndrico. También se construyen transportadores helicoidales sin núcleo, o también llamados de eje hueco.

Figura N° 3.2

Transportador helicoidal en cárter (izq); transportador helicoidal cilíndrico (der)



Fuente: http://www.mdfmaquinaria.com/s/cc_images/cache_5679105.jpg

Figura N° 3.3

Transportador helicoidal sin núcleo o de eje hueco



Fuente: http://www.mdfmaquinaria.com/s/cc_images/cache_6172663.jpg

Los transportadores de eje hueco son la solución idónea para el transporte de productos sólidos de difícil composición como: materias húmedas fangosas y pegajosas, productos fibrosos y entretejidos, materiales irregulares o que se arquean, materias que deban transportarse en buenas condiciones higiénicas.

Los materiales que se pueden utilizar para la fabricación del transportador helicoidal son: acero al carbono (cuando el producto que debe manejar no es corrosivo ni oxidante), acero inoxidable 316 y 304 (cuando el producto a transportar pueda sufrir una reacción electroquímica) y también se pueden fabricar, para ambientes marinos, con mucha salinidad, con los súper dúplex (Nuteco, Nuevas Tecnologías Comes, S.A, 2014).

3.1.2 Ventajas de los transportadores helicoidales

- Son compactos.
- Diseño modular: fácil instalación.
- Soportes y apoyos simples
- Soportan altas temperaturas.
- Fácil hermeticidad.
- Extremadamente versátiles.
- Varias zonas de carga y descarga.

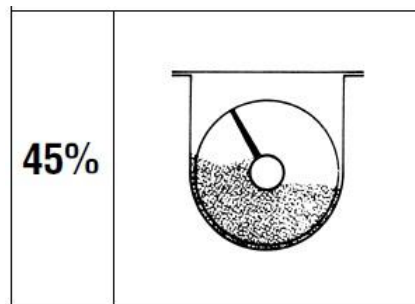
3.1.3 Desventajas de los transportadores helicoidales

- No grandes tamaños (hasta 50 m).
- No se pueden transportar materiales frágiles o delicados.
- Mayores requerimientos de potencia.
- Al quedar resto de materiales transportados con anterioridad existen riesgos de contaminación.
- Volumen de material bajo.

3.1.4 Transportador helicoidal en cárter

Para el transporte horizontal se suelen emplear tornillos en canal o en cárter que trabajan como máximo con el 45% de su sección. Pueden transportar gran variedad de productos, como cereales, granulados, plásticos, vidrios, cristales, papel, subproductos cárnicos, desechos, frutos secos, azúcar, sal etc.

Figura N° 3.4

Máxima sección de trabajo de un transportador helicoidal en cárter

Fuente: Catálogo de Martin, página 19

El helicoides se apoya en soportes situados en los extremos del cárter; cuando es muy largo, existen además, apoyos intermedios.

3.1.5 Transportador helicoidal cilíndrico

Para el transporte oblicuo o vertical se sustituye el canal por un tubo de chapa, de manera que la rosca del tornillo trabaja en toda su sección; se trata entonces de "tornillos entubados". A igual diámetro, los tornillos entubados utilizados horizontalmente pueden alcanzar rendimientos dos veces superior al de los tornillos en canal.

Añádase que, a rendimiento igual, la velocidad de rotación de los tornillos entubados es el doble de la de los tornillos en canal. Los tornillos entubados son móviles y operan con cualquier ángulo, mientras que los tornillos en canal suelen ser fijos, ocupan más espacio y no pueden superar pendientes de más del 25%. No obstante, hay que señalar que cuando trabaja oblicuamente a 45° el rendimiento del tornillo entubado se reduce en 1/3; y a 90°, la reducción es de 2/3.

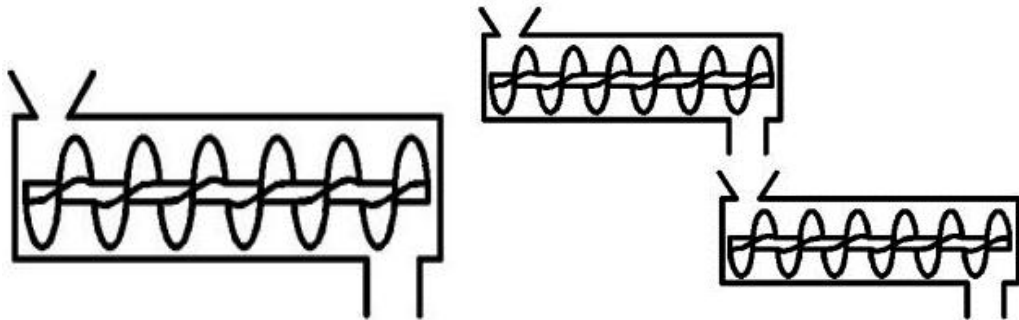
La energía consumida por los tornillos entubados es superior en un 15 a 20% a la consumida por los tornillos en canal. Con un rendimiento igual, el tornillo entubado requiere inversiones inferiores en un 20 a un 25% a las que se precisan para la instalación de un tornillo en canal.

El tornillo entubado remueve intensamente los granos y los riesgos de quebrarlos o partirlos son más importantes que con el tornillo en canal.

Si la distancia a transportar el material excede de la conveniente para un único transportador, se puede disponer perfectamente en tándem.

Figura N° 3.5

Transportador helicoidal único (izq); transportador helicoidal en tándem (der)



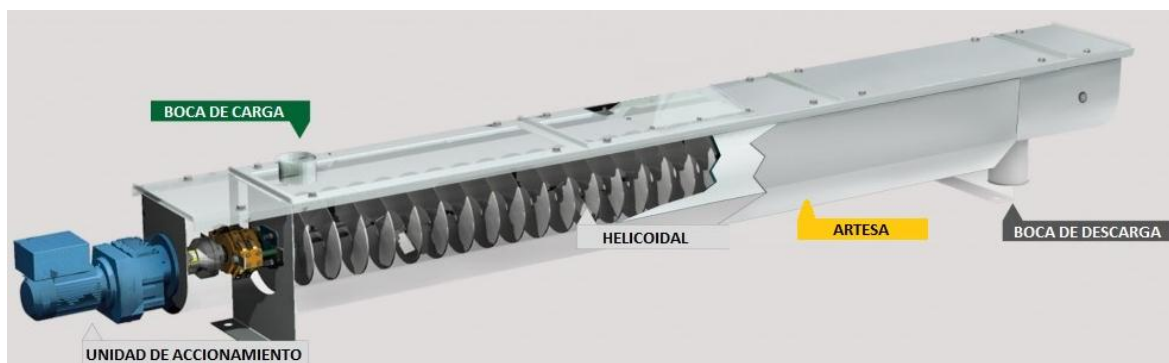
Fuente: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/rosca%20helicodal.htm>

3.1.6 Funcionamiento de los transportadores helicoidales

El transportador consta esencialmente de una artesa, cerrada o abierta, dentro de la cual gira un eje, macizo o hueco, alrededor del cual se enrolla una espira en forma de hélice. Este conjunto de ejes y espiras gira accionado por un motor y con una caja de reducción de engranajes, generalmente cónicos.

La carga se efectúa por la boca de carga, bien manualmente o por medio de un dispositivo dosificador que va colocado en la tolva de llenado, procurando que el material no caiga desde altura excesiva. El giro del eje es el que efectúa el transporte del material, que se descarga por la parte inferior por medio de una boca de descarga, practicado en la artesa, que suele ir provisto de una trampilla de cierre regulable, siendo posible la existencia de varios puntos de descarga, generalmente sólo en instalaciones fijas, ya que en las portátiles, la entrada está situada en un extremo, y la salida en el otro.

Figura N° 3.6
Funcionamiento de un transportador helicoidal



Fuente: <http://www.siliconinvestor.com/readmsgs.aspx?subjectid=57971&msgnum=38413&batch>

3.1.7 Partes fundamentales de los transportadores helicoidales

Entre las partes más importantes que conforman un transportador helicoidal, tenemos las siguientes:

3.1.7.1 Tornillo helicoidal

Es el elemento principal dentro del transporte por rosca.

Figura N° 3.7
Tornillo helicoidal



Fuente: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/rosca%20helicodal.htm>

Se construyen de acero simple o galvanizado, prescindiendo en lo posible de las hélices fundidas, por su dificultad de ser reparadas, aunque a veces, para materiales abrasivos, se usen de fundición cementada. Generalmente, y en particular para el transporte de materiales abrasivos, se suele recubrir el borde exterior de la hélice con una tira de material renovable de alta dureza, como la estelita. Para el transporte de material alimenticio son de

acero inoxidable, aunque son altamente costosas.

3.1.7.2 Cojinetes extremos

Formados por soportes de fundición con rodamientos de rodillos cónicos en el lado de empuje y bolas en el opuesto. Montados sobre ménsulas situadas en los extremos de las cajas, protegidas del polvo mediante los prensaestopas.

Figura N° 3.8
Cojinete extremo

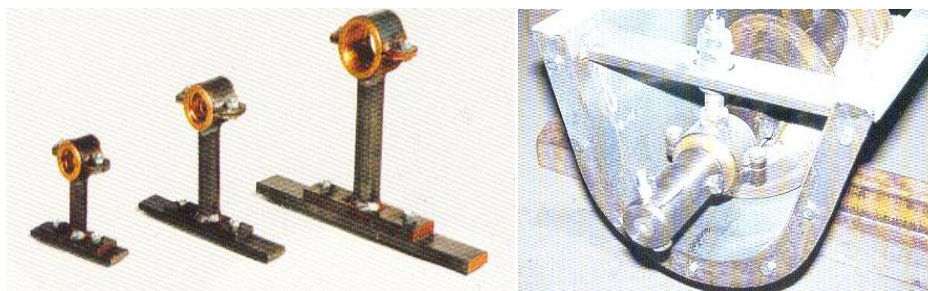


Fuente: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/rosca%20helicodal.htm>

3.1.7.3 Soporte intermedio para el eje

Los tornillos o roscas van apoyados en rodamientos extremos, que son suficientes cuando se trata de longitudes de hasta 5 m; pero para longitudes mayores, hay que prever soportes intermedios para que la flexión del eje no sea excesiva. Estos soportes deben ir montados en el interior de la artesa y no sólo presentan un obstáculo al paso del material, por reducir la sección libre, sino que obligan a que las espiras sean interrumpidas, en un ancho suficiente para darles paso. Además, ejes y soportes quedan inundados por la materia transportada. Por todo ello, es necesario estudiar la construcción de forma que queden reducidos los soportes al mínimo número posible, aunque es buena norma colocarlos cada 3 metros. Están formados por rodamientos estancos en barcaza de acero maleable.

Figura N° 3.9
Soporte intermedio para el eje



Fuente: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/rosca%20helicodal.htm>

3.1.7.4 Soporte de rodamiento

El paso de los ejes por los testereros se protege, contra salida de material, mediante la instalación de prensaestopas dotados de casquillos con empaquetadora.

Figura N° 3.10
Soporte de rodamiento



Fuente: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/rosca%20helicodal.htm>

3.1.7.5 Artesas

El cuerpo del transportador lo forma una artesa de sección rectangular con fondo circular y pestañas longitudinales en su parte superior para recibir una cubierta fácilmente desmontable, formando módulos de aproximadamente tres metros de longitud. En sus extremos está cerrada por los correspondientes testereros y lleva incorporadas las boquillas de carga y descarga.

Generalmente, está construida a base de chapa de acero laminado, pudiendo realizarse ejecuciones especiales en acero inoxidable, con banda de goma, con recubrimiento anti abrasivo y con doble cuerpo para calentar, secar o enfriar materiales.

Figura N° 3.11

Artesa



Fuente: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/rosca%20helicodal.htm>

3.1.7.6 Boca de descarga

Es el lugar donde el transportador realiza la descarga del material.

Figura N° 3.12

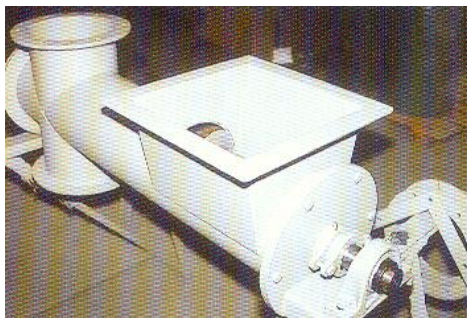
Boca de descarga



Fuente: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/rosca%20helicodal.htm>

3.1.7.7 Boca de carga

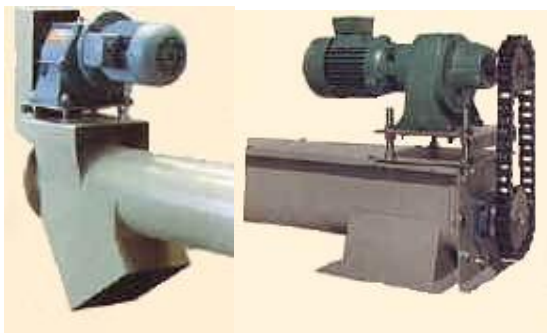
Es el lugar donde el transportador realiza la carga de material.

Figura N° 3.13**Boca de carga**

Fuente: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/rosca%20helicodal.htm>

3.1.7.8 Unidad de accionamiento

Formada por un motor-reductor con base de fijación sobre una bancada solidaria a la artesa, efectuándose la unión de la mangueta del reductor con el eje de la hélice mediante un acoplamiento.

Figura N° 3.14**Unidad de accionamiento**

Fuente: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/rosca%20helicodal.htm>

3.2 Solución de tareas con ayuda de computadoras.

Para aprovechar con éxito las ventajas que ofrece la aplicación de la computación como herramienta de trabajo, primeramente se deberá tener dominio de la actividad que se pretende automatizar. Una tarea puede ser resuelta por un programa de computación, sólo cuando se sepa cómo resolverla por métodos tradicionales. A continuación se relacionan las etapas que

deben cumplirse desde el surgimiento de la tarea a resolver hasta su implementación:

- Esclarecimiento de la tarea planteada.
- Elaboración del algoritmo del programa. (Instrucciones en lenguaje neutro que indican la secuencia de acciones a cumplir para solucionar un problema).
- Implementación del algoritmo en el lenguaje de programación escogido.
- Pruebas del programa y análisis de los resultados.

3.2.1 Esclarecimiento de la tarea planteada.

Partiendo del hecho que se tiene definida la tarea para cuya solución se ha decidido utilizar la computación. En esta etapa, el analista o responsable de la tarea hará un estudio del problema, enmarcando con claridad sus límites y los objetivos a lograr.

3.2.2 Elaboración del algoritmo del programa.

Un algoritmo es una secuencia finita de pasos que resuelven un problema. Se realiza la división en partes del problema, tratando cada parte de modo independiente. Generalmente se conoce este proceso de partición de programas como modularización o división en módulos.

En dependencia de la complejidad y extensión de la tarea a resolver, los módulos pueden constituir programas independientes, que precisen a su vez de subdivisiones, que pueden alcanzar niveles muy profundos de anidación, hasta que la tarea resultante se pueda resolver de manera fácil. Este proceso es conocido como **top-down design** (diseño de lo general a lo particular) y cada una de las subdivisiones sucesivas como **stepwise refinement** (refinamiento paso a paso).

La tarea deberá desglosarse siguiendo un proceso riguroso de análisis de cada una de las partes del programa hasta llegar a las tareas más elementales, asegurando que cada módulo esté exento de errores y ambigüedades. Las imprecisiones en esta etapa del trabajo, pueden

resultar invalidantes para la ejecución del programa, por ello sólo un análisis exhaustivo de cada módulo, permite descubrir todos los problemas existentes. En esta etapa de la programación pueden quedar descartadas determinadas variantes del proyecto, e incluso el proyecto completo si se detecta su improcedencia para las condiciones concretas en las que será utilizado el programa.

Debido a que el algoritmo ofrece una información condensada de la estructura del programa, el mismo adquiere gran importancia para las labores de mantenimiento y perfeccionamiento del programa.

El pseudocódigo es la descripción del algoritmo del programa en lenguaje neutro, a partir del cual se podrá hacer su implementación en el lenguaje de programación. Mientras más detallado se describa cada módulo, se logrará mayor aproximación del programa a la idea originalmente concebida.

3.2.3 Implementación del algoritmo en el lenguaje de programación.

El pseudocódigo contiene la estructura básica del programa, de modo que el programador sólo tendrá que traducirlo al lenguaje de programación dado.

El programa se irá confeccionando paso a paso con la implementación de cada módulo. Resulta más conveniente "poner a punto" cada módulo en la medida que se va concluyendo, puesto que la cantidad de información a controlar es menor, así como el tiempo que se invierte en su comprobación.

3.2.4 Pruebas del programa y análisis de resultados.

Todo programa para considerarse concluido debe cumplir satisfactoriamente un severo proceso de pruebas. La práctica ha demostrado que el tiempo dedicado a esta etapa es considerable, por lo que debe ser contemplada dentro de los plazos previstos para la culminación y entrega del programa. En la medida en que hayan sido más rigurosas las

pruebas realizadas en cada módulo independiente del programa, se logrará la reducción del tiempo dedicado a las pruebas finales del programa.

Las pruebas a programas deberán realizarse inicialmente con datos lógicos para las condiciones dadas de explotación del software, y cuando nos aseguremos de su funcionamiento correcto deberán utilizarse situaciones ilógicas que probarán la invulnerabilidad del programa ante casos absurdos. Todo programa deberá procesar y ejecutar sólo las acciones para la cual ha sido preparado, sin permitir jamás, la ejecución de casos ilógicos.

3.3 Autolisp

Autolisp es un lenguaje de alto de nivel, potente y flexible, muy apropiado para las aplicaciones graficas que constituyen la base del trabajo en Autocad. Se trata de una adaptación del lenguaje de programación LISP basado en listas de símbolos, y forma parte integral de Autocad, ayudando a que el diseñador construya y diseñe sus propias instrucciones o rutinas que obligatoriamente tendrán la extensión ".LSP". (Tajadura Zapirain, Manzo Irurzun, & López Fernandez, 1999, pág. 85)

3.3.1 Generalidades de la programación en Autolisp.

Autolisp ha sido diseñado para que funcione dentro de Autocad. Se han seleccionado las características del LISP más adecuadas para este fin y se le han añadido otras nuevas sobre todo en lo relativo a la manipulación de entidades de dibujo, acceso a la base de datos de Autocad e interacción gráfica en general. Todo este proceso se desarrolla a través de la manipulación de listas, y ésta es la característica principal del lenguaje. Una lista es un conjunto de elementos que pueden ser: nombre de variables, valores numéricos o textuales, funciones definidas por el usuario, etc. Cada uno de ellos separados entre sí por al menos un espacio en blanco y encerrados entre paréntesis. Los elementos de listas constituyen, pues, las unidades básicas con un contenido o significado para el programa Autolisp. La lista es un mecanismo que permite la agrupación y la evaluación de datos para obtener un resultado.

Autolisp procesa las listas en cuanto están formadas y obtiene o devuelve el resultado de ese proceso.

Las ventajas que presupone la utilización del lenguaje Autolisp son:

- Facilidad para manejar objetos heterogéneos: números, caracteres, funciones, entidades de dibujo, etc., sin necesidad de definir previamente que tipo de datos contendrá cada elemento de la lista.
- Facilidad para la interacción en un proceso de dibujo.
- Sencillez de aprendizaje y comprensión.
- Posibilidad de ser usado en la investigación y desarrollo de la Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos.
- Sencillez de sintaxis por lo que un intérprete de Autolisp es fácil de realizar y resulta convenientemente pequeño.

Autolisp es un lenguaje que es evaluado, en vez de compilado o interpretado. Los lenguajes interpretados son leídos palabra a palabra por la computadora y cada palabra es convertida a lenguaje máquina. Esto hace que sean muy lentos.

Un lenguaje evaluado, como Autolisp, es un paso intermedio entre los compilados y los interpretados, no es tan rápido como los primeros, pero resulta más flexible e interactivo. Es posible, por ejemplo, escribir un programa que sea capaz de modificarse a sí mismo bajo ciertas condiciones. Esta es la base de los llamados Sistemas Expertos. (Tajadura Zapirain, Manzo Irurzun, & López Fernandez, 1999, pág. 91)

Como ya se ha dicho, a través de Autolisp se puede acceder directamente a la base de datos de Autocad, ésta es una de sus potencialidades más importantes, toda vez que la información completa acerca del dibujo se encuentra en ella: capas, estilos de textos, tipos de líneas, etc. Se podrán entonces, modificar convenientemente los datos referentes a entidades de dibujo desde programa o realizar la extracción de la información que interese de ella, con objeto de importarla hacia una base de datos externa. La forma más habitual de extraer esta información

es mediante los datos de atributos asociados a bloques.

3.3.2 Conceptos básicos. Tipos de datos

Es conveniente desde un inicio, familiarizarse con los principales conceptos y terminologías más usadas en este lenguaje para facilitar así su comprensión.

3.3.2.1 Lista

Es un dato compuesto por uno o más elementos separados por al menos un espacio en blanco. Los elementos de la lista pueden ser símbolos, constantes, y también listas.

3.3.2.2 Elemento

Cualquiera de los componentes de una lista.

3.3.2.3 Átomo

Representa una información indivisible. Un valor concreto o un símbolo de variable que contiene un valor.

3.3.2.4 Símbolo

Cualquier elemento de lista que no sea un valor concreto. El símbolo puede ser un nombre de variable, de función definida por el usuario o de un comando de Autolisp.

3.3.2.5 Enteros

Valores numéricos enteros ya sean explícitos o contenidos en variables.

3.3.2.6 Reales

Valores numéricos con precisión de coma flotante.

3.3.2.7 Cadenas

Valores textuales que contienen cadenas de caracteres (código ASCII). Deben ir entre comillas.

3.3.2.8 Archivo

Valores que representan un archivo abierto para lectura o escritura desde un programa en Autolisp.

3.3.2.9 Entidad

Valor que representa el nombre de una entidad en la base de datos.

3.3.2.10 Conjunto selección

Valor que representa una selección de entidades de dibujo.

3.3.2.11 Función de Usuario

Símbolo que representa el nombre de una función definida por el usuario.

3.3.2.12 Función inherente o comando

Es un símbolo con el nombre de un comando predefinido de AutoLISP.

3.3.2.13 Funciones ADS

Son símbolos con aplicaciones de ADS en lenguaje C. Cargadas desde AutoLISP.

3.3.3 Operaciones Numéricas.

Operaciones Aritméticas.

En AutoLISP todo lo que se encuentre entre paréntesis constituye una lista. Así AutoLISP reconoce y evalúa las expresiones contenidas en la lista, de acuerdo al contenido de su primer elemento. Si el primer elemento es un comando de AutoLISP, los restantes son considerados argumentos de ese comando.

En AutoLISP los comandos que realizan operaciones aritméticas son:

+ suma - resta * multiplicación / división

Así; **command:(+ 3 2)** devuelve 5

Idéntico comportamiento ocurre con los restantes comandos de operaciones aritméticas:

command:(* 3 5) devuelve 15

command:(/ 6 2) devuelve 3

command:(- 3 2) devuelve 1

A los comandos de operaciones aritméticas se le pueden incluir varios argumentos:

command:(+ 3 4 5) devuelve 12

Cuando una lista está compuesta de sublistas, AutoLISP evalúa desde los anidamientos interiores hacia los exteriores. AutoLISP primero evalúa la expresión (+ 3 4) y su resultado es usado por la expresión que la contiene.

3.3.3.2 Operaciones con datos numéricos.

En este epígrafe se tratarán las funciones para operaciones con datos numéricos más usadas, para más información remitirse al manual de referencia de AutoLISP.

(ABS <número>): Valor absoluto.

command:(ABS -5.8) devuelve 5.8

(FIX <número>): Convierte un número real en entero los puntos flotantes.

command:(FIX (/ 5 2)) devuelve 2

(REM <número><número>): Divide ambos números y devuelve el resto de la división.

command:(REM 5 3) devuelve 2

(MAX <número><número>...): Devuelve el valor máximo de los números indicados.

command:(MAX 3 4 5 68 -18 9 -1) devuelve 68

(MIN <número><número>...): Devuelve el valor mínimo de los números indicados.

command:(MIN 3 4 5 68 -18 9 -1) devuelve -18

(SIN <ángulo>): Devuelve el seno del ángulo indicado, en radianes.

command:(SIN (/ PI 2)) devuelve 1.0

(**COS <ángulo>**): Devuelve el coseno del ángulo indicado, en radianes.

command:(COS PI) devuelve -1.0

3.3.3.3 Operadores de comparación.

Se emplean para la comparación de datos numéricos o textuales. Los datos se pueden indicar directamente o a través de las variables que lo contienen.

Estos comparadores son :

(= <átomo> <átomo>...): Igualdad de átomos.

(/= <átomo> <átomo>): Desigualdad de átomos.

(< <átomo> <átomo>...): Menor.

(> <átomo> <átomo>...): Mayor.

(<= <átomo> <átomo>...): Menor o igual.

(>= <átomo> <átomo>...): Mayor o igual.

El uso de estos comparadores retorna dos valores posibles, "T" (true) si los datos satisfacen la comparación que se realiza, o "nil" en caso contrario.

3.3.3.4 Comando para la asignación de datos.

Este comando atribuye el valor de una expresión a una variable; si ésta no está definida, la crea. Dentro de una misma llamada al comando SETQ se pueden asignar valores a varias variables. El uso de este comando retorna el valor asignado a la última variable. SETQ es la función básica de asignación de valores en AutoLISP.

3.3.3.5 Comandos para la entrada de datos.

Estos comandos son utilizados para asignar a variables datos específicos: enteros, reales,

caracteres, cadenas de textos, puntos, etc, y validar si la entrada es correcta, enviando un mensaje de error en caso contrario.

3.3.3.6 Operadores lógicos

Existen cuatro comandos fundamentales que actúan como operadores lógicos:

(AND <expresión>): "Y" Lógico.

command:(SETQ x 10 y 20 z 30)

command:(AND (< x y) (> z y)) devuelve T

command:(AND (< x y) (< z y)) devuelve nil

(OR <expresión>...): "O" Lógico.

command:(OR (< x y) (< z y)) devuelve T

(EQUAL <expr1> <expr2> [<margen>]): Identidad lógica.

command:(SETQ w "Hola")

command:(SETQ y w)

command:(EQUAL w y) devuelve T

3.3.3.7 Funciones condicionales.

(IF <condicion> <accion-cierto> [<accion-falso>]: Condicional

Constituye una de las estructuras básicas de programación. El comando "IF" evalúa la expresión indicada en <condición>. Si su resultado es diferente de "nil" evalúa la expresión <acción-cierto>, devolviendo el resultado de esa expresión. Si <condición> es "nil", entonces pasa a evaluar la expresión <acción-falso> en el caso que se haya indicado, devolviendo su resultado; si no ha sido indicada, el comando IF devuelve "nil".

3.3.4 Creación de programas AutoLISP. Acceso a editor y convenciones.

Los programas en AutoLISP son archivos ASCII que siempre tienen extensión ".LSP" y serán escritos en un editor o procesador de textos.

Es recomendable, para facilitar el trabajo posterior, contar con la posibilidad de acceder al editor elegido desde la sesión de trabajo de AutoCAD, es decir desde su Editor de Dibujo. Esto se logra al incluir una nueva línea de instrucciones en el fichero ACAD.PGP especificando la llamada al editor en cuestión.

Una buena rutina AutoLISP debe realizar su tarea de la forma más rápida y eficiente posible, debe estar asimismo bien organizada y estructurada, de modo que el proceso de perfeccionamiento o mantenimiento del programa sea fácilmente realizable.

Es conveniente que el programa este estructurado por funciones lo que proporciona las siguientes ventajas:

- Una mejor organización del programa, lo que permite dividir la información en partes elementales, donde cada parte está estructurada en una función predefinida.
- Las funciones definidas en un programa pueden ser usadas por otros programas de AutoLISP.
- Los problemas son más fáciles de localizar, lo cual facilita considerablemente el proceso de depuración.

Normalmente una rutina de AutoLISP realiza tareas que requieren de la entrada de datos por el usuario. Esta entrada se realiza mediante funciones especializadas, por lo que debe mostrarse en pantalla una clara y concisa petición de órdenes. Una rutina de AutoLISP bien realizada deberá solicitar al usuario la mínima cantidad de información necesaria para su correcta ejecución.

3.3.4.1 Convenciones de los programas AutoLISP

Los nombres de símbolos pueden utilizar todos los caracteres imprimibles (letras, números, signos de puntuación, etc), salvo los prohibidos: () . ' " ;

Los caracteres que terminan un nombre de símbolo o un valor explícito (una constante numérica o de texto) son: () ' " ; (espacio en blanco) (fin de línea)

Una expresión puede ser tan larga como se quiera y puede ocupar varias líneas del archivo de texto. Los espacios en blanco de separación entre símbolos son interpretados como un solo espacio entre cada par de símbolo. Los valores explícitos (constantes) de números, pueden empezar con el carácter + ó -, que es interpretado como el signo del número. Los valores de constantes de números reales deben empezar con una cifra significativa. El carácter (.) se interpreta como el punto decimal. También se admite + ó - para el signo y "e" ó "E" para notación exponencial (científica). No es válida la coma decimal ni tampoco se pueden abreviar, como en .6 (hay que poner 0.6). Los valores de constantes con cadenas de textos son caracteres que empiezan y terminan con comillas. Dentro de las cadenas se pueden incluir caracteres de control mediante la contrabarra.

Los códigos permitidos son:

\\ significa el carácter contrabarra \
 \e significa "cambio de código/ESC"
 \n significa nueva línea, "retorno del carro"
 \r significa return
 \t significa tabulador

Se pueden incluir comentarios en un archivo de texto comenzando con el punto y coma (;).

Cumpliendo con las convenciones antes mencionadas se evitarán errores al ejecutar

programas en AutoLISP.

3.3.5 Comando de ángulos y distancias.

Las dimensiones angulares y lineales son usadas frecuentemente en rutinas de AutoLISP. Los comandos de AutoLISP para el tratamiento de dimensiones angulares, procesan estas dimensiones expresadas en radianes. Sin embargo, al usuario le resulta más cómodo su tratamiento en grados sexagesimales; por ello se brindan a continuación dos funciones muy útiles para la conversión de ángulos, de grados a radianes y viceversa, según la necesidad.

Convierte grados a radianes.

```
(DEFUN Dtr (grados /)
  (/ (* grados PI) 180)
```

Convierte radianes a grados.

```
(DEFUN Rtd (rad /)
  (/ (* rad 180) PI)
```

(ANGLE <punto1> <punto2>): Angulo definido por dos puntos.

Entrega el valor del ángulo existente entre dos puntos, medido respecto al eje X actual del dibujo. El ángulo se mide en radianes y su sentido positivo es el anti horario.

```
command:(SETQ Punto1 '(50 50) Punto2 '(100 100))
```

```
command:(SETQ Angulo (ANGLE Punto1 Punto2))
```

```
command:(SETQ Angulo (Rtd Angulo)) devuelve 45
```

Como se ha dicho, el valor devuelto por el comando ANGLE está expresado en radianes y para obtenerlo en grados sexagesimales se ha usado la función "Rtd", definida anteriormente.

(DISTANCE <punto1> <punto2>): Distancia entre dos puntos.

command:(DISTANCE Punto1 Punto2) devuelve 70.710

Devuelve la distancia lineal existente entre dos puntos; en este caso fueron usados los puntos definidos en el ejemplo anterior.

(POLAR <punto> <ángulo> <distancia>): Punto en coordenadas polares.

Este comando devuelve un punto obtenido en coordenadas relativas polares a partir del <punto> especificado; es necesario indicar la <distancia> y <ángulo> a la que se encuentra el nuevo punto respecto al usado como referencia.

command:(SETQ Angulo 45 Dist 30)

command:(SETQ Punto1 (GETPOINT "Punto referencia: ")) **command:**(SETQ Punto2 (POLAR Punto1 (Dtr Angulo) Dist)) devuelve (79.997 50.411)

3.3.6 Comandos para la creación de listas.

En este capítulo se comentan los procedimientos básicos para la utilización de listas, cómo crearlas y cómo acceder a su contenido. Ya se ha visto un caso muy importante y habitual de listas: los puntos en dos y tres dimensiones, que son listas de dos o tres elementos reales.

(LIST <expresión>): Creación de Listas. Este comando agrupa todas las expresiones formando una lista y devuelve la lista.

command:(SETQ x 10 y 25 z 40)

command:(SETQ Lista (LIST x y z)) devuelve (10 20 30)

(QUOTE <expresión>): Literal de expresión.

Este comando se puede abreviar con un apóstrofo. Evita que se evalúen los símbolos y siempre devuelve el literal de la expresión. Usando el ejemplo anterior, el resultado sería el siguiente:

command:(SETQ Lista1 '(x y z)) devuelve (X Y Z)

En este caso, la variable "Lista1" contiene una lista con los literales de las variables y no con el contenido asociado a cada variable, como ocurre con la variable "Lista".

3.3.7 Dibujo paramétrico.

El uso de la parametrización en el diseño automatizado, simplifica considerablemente la creación de elementos geoméricamente iguales, pero con diferencias dimensionales. Esta técnica ha sido usada con mayor profusión en el diseño de elementos normalizados.

La tenencia de un programa específico para cada elemento, posibilita que al introducir el juego de dimensiones convenientes, se realice el dibujo automatizado del elemento, quedando listo para su inserción en el plano de ensamble o para la entrega de su plano constructivo.

Un efecto similar se obtendría, al contar con una base de bloques elaborada con anterioridad y hacer la inserción del bloque según el caso concreto. Sin embargo, ello conllevaría a crear un bloque para cada juego de dimensiones del elemento, lo que puede representar una gran cantidad de dibujos almacenados, ocupando un espacio considerable en disco, pese a que todos no serán utilizados en una misma sesión de trabajo. Por otra parte, la cantidad de bytes que ocupa un fichero de dibujo, generalmente es mayor que la que ocupa el fichero del programa y el de la base de datos.

La variante del uso de programas con este fin, tiene mayores méritos organizativos que la

del empleo de bloques. Un programa por elemento bastará para la creación del dibujo con cualquier juego de dimensiones, siendo suficientes el fichero con el programa y el de la base de datos normalizada.

Todo usuario de AutoCAD con frecuencia, tiene la necesidad de crear bloques durante la generación de un dibujo y en la misma medida en que aumenta la cantidad de bloques creados, aumenta la dificultad para su memorización. Esto obliga en ocasiones, a tener que listar los existentes con la opción " ? " del comando BLOCK, cuando vayan a insertarse y además tener que introducir su nombre correcto desde teclado al realizar la inserción. Resultaría más cómodo que los bloques al ser creados, sean registrados automáticamente en la zona del menú SCREEN y realizar desde allí la llamada para su inserción. Así, el usuario tendría en cada momento la visualización de los bloques disponibles.

3.3.8 Trabajo con entidades de dibujo y acceso a la base de datos.

Un amplio conjunto de funciones habilitan el acceso a entidades de AutoCAD, a la pantalla gráfica y a los dispositivos de entrada. Se pueden seleccionar entidades, recuperar sus valores y modificarlos. Los conjuntos seleccionados pueden ser conservados en variables AutoLISP para permitir el trabajo sobre colecciones de entidades.

Se implementan dos tipos de datos especiales en AutoLISP para permitir el acceso a las entidades de AutoCAD; los nombres de entidad y los conjuntos selección.

Estos tipos de datos son manipulados por funciones que actúan sobre ellos, y su estructura interna es inaccesible para el programador.

Un nombre de entidad es un puntero hacia un fichero guardado por el editor de dibujo de AutoCAD, en el cual AutoLISP puede encontrar el registro de la base de datos de la entidad y sus vectores.

Un conjunto selección es una colección de nombres de entidades, que son válidos solo para la sesión de trabajo durante la cual se obtuvieron.

AutoLISP permite manipular a la vez seis conjuntos selección. Aunque esto parezca una limitación severa, la mayoría de las aplicaciones requiere sólo una o dos entidades a la vez. Un conjunto selección es normalmente liberado cuando la función ha finalizado, dejando espacio para la selección de un nuevo conjunto.

Los conjuntos selección ocupan archivos temporales de AutoCAD. Por esta razón existe la limitación en cuanto al número máximo de conjuntos almacenados en variables. Una vez alcanzado ese límite, SSGET rechaza la posibilidad de crear nuevos conjuntos y devuelve nil. Para acceder a más conjuntos es preciso eliminar algunos de los creados.

3.3.9 Funciones para la manipulación de cajas de diálogos en AutoLISP.

(action_tile key action_expression) Asigna una acción para evaluarla cuando el usuario selecciona la losa especificada. El argumento KEY es el nombre de la losa que realiza la acción. La acción asignada por action_tile no tiene en cuenta la acción por omisión de la caja de diálogo (asignado por new_dialog) o el atributo action, si estos son especificados.

Los argumentos key y action_expression son cadenas. La action_expression es evaluada cuando la losa es seleccionada.

La expresión puede asignar a la losa el valor actual (su atributo value) como \$value, su nombre como \$key, sus datos de aplicación específica (que fueron asignados por (client_data_tile) como \$data, su relación de llamada como \$reason y las coordenadas de la imagen en la losa image button como \$x y \$y.

(addlist item) Adiciona la cadena especificada por item a la lista activa actual o reemplaza el elemento de la lista actual con item. Se debe abrir la lista con una llamada a start_list. El argumento item es una cadena. (client_data_tile key client_data)

Asocia los datos manipulados por la aplicación con la losa especificada por key.

El argumento key es una cadena. Los datos son una cadena especificada por el argumento

client data. Una función de llamada o acción de expresión puede asignarse a la cadena como \$data.

(dimx_tile key) y **(dimy_tile key)** Estas funciones obtienen las dimensiones de una losa en la caja de diálogo. Están previstas usarse con `vector_image`, `fill_image` y `slide_image`, lo cual requiere especificar las coordenadas absolutas de la losa. El argumento `key` especifica la losa. Las coordenadas retornadas son las máximas permitidas dentro de la losa, teniendo como referencia el cero. Estas funciones actualmente retornan un valor menos 1 de la X o Y (X - 1 y Y - 1). Estas son dos funciones. La función `(dimx_tile)` devuelve el ancho de la losa y `(dimy_tile)` devuelve su altura. Para ambas funciones, el argumento `key` es una cadena.

(done_dialog [status]) Termina una caja de diálogo. Se debe llamar a `done_dialog` desde dentro de una expresión de acción o función de llamada. Si se prevee una llamada a través de un botón, cuya `key` es "accept" o "cancel", la llamada debe ejecutar explícitamente a la función `done_dialog`. Si lo anterior no se hace, el usuario puede ser atrapado en la caja de diálogo. Si no se prevee una llamada explícita para estos botones y se usa el botón de salida estándar, AutoCAD maneja esto automáticamente. También, una acción explícita de AutoLISP para el botón "accept" debe especificar un `status` de 1 (valor definido de la aplicación), de lo contrario la función `(start_dialog)` retornará el valor por omisión 0 el cual hace que aparezca como si la caja de diálogo fue cancelada.

El argumento `status` es opcional. Si este se especifica, debe ser un entero positivo, donde la función `(start_dialog)` retornará 1 para OK o 0 para CANCEL. El significado de un valor del `status` mayor que 1 depende de la aplicación. La función `(done_dialog)` retorna un punto en 2D, que es una localización (X,Y) de la caja de diálogo cuando el usuario sale de esta. Se puede pasar ese punto a una subsiguiente llamada de `(new_dialog)` para reabrir la caja de diálogo en la posición seleccionada por el usuario.

(end_image) Termina la creación de la imagen actual activa. Esta función se complementa con la función `start_image`.

(end_list) Termina el proceso de activar la lista actual. Esta función se complementa con start_list.

(fill_image X1 Y1 X2 Y2 color) Dibuja un rectángulo relleno en la imagen activa actual (abierto con start_image). El parámetro color es el número de color de AutoCAD o uno de los que se presenta en la tabla ***.

La primera esquina del rectángulo es (X1,Y1) y la segunda es (X2,Y2). El origen (0,0) es la esquina superior izquierda de la imagen. Se puede obtener las coordenadas de la esquina inferior izquierda llamando las funciones de dimensionado (dimx_tile) y (dimy_tile).

(get_attr key attribute) Obtiene el valor de los atributos DCL. El argumento key especifica la losa y attribute (attr), especifica el nombre del atributo, como éste aparece en la descripción del fichero DCL. El valor que retorna es el valor inicial del atributo el cual es especificado en su descripción y no refleja los cambios del estado de la losa que pueden haberse hecho por una entrada del usuario o una llamada a la función set__tile. La función (get_attr) retorna el valor del atributo como una cadena. Los argumentos key y attribute son cadenas.

(get_tile key) Obtiene el valor actual y en tiempo de ejecución de la losa. El argumento key especifica la losa.

La función (get_tile) retorna el valor de la losa como una cadena. El argumento key es una cadena. Si la losa es un list_box o un popup_list y no tiene elemento seleccionado, el get_tile retorna nil en AutoLISP.

(load_dialog dclfile) Carga un fichero DCL (el cual puede contener múltiples cajas de diálogo). El argumento dclfile es una cadena que especifica el fichero DCL a cargar. No se tiene que incluir la extensión .DCL en el argumento. La función retorna un valor entero, que se usa como un manipulador en las subsiguientes llamadas a new_dialog y unload_dialog. Esta función es el complemento de unload_dialog. Una aplicación puede cargar múltiples ficheros DCL a través de múltiples llamadas a load_dialog.

La función `load_dialog` busca los ficheros de acuerdo al path en el siguiente orden:

1. El directorio actual.
2. El directorio que contienen los ficheros de dibujo actuales.
3. Los directorios nombrados por las variables de ambiente de AutoCAD.
4. El directorio que contiene los ficheros de AutoCAD.

Este es el path que el AutoCAD usa para buscar los ficheros de menú y otros soportes y que las funciones de AutoLISP (`load`) y (`xload`) también usan. Esta función retorna un valor `dcl_id` positivo si fue satisfactorio, pero si el fichero no pudo abrirse, éste retorna un entero negativo.

(`mode_tile key mode`) Asigna el modeo de la losa. El argumento `key` especifica la losa. El argumento `mode` es un valor entero cuyo significado se presenta en la tabla ***.

Para el argumento `mode` se debe usar un valor entero. El argumento `key` es una cadena.

(`new_dialog dlgname dcl_id [action-expression scree-pt]`) Es una función para comenzar a manejar una nueva caja de diálogo, mostrarla y opcionalmente especifica una acción por omisión. El argumento `dlgname` es una cadena que especifica la caja de diálogo y `dcl_id` identifica el fichero DCL (se debe haber obtenido su valor de una llamada a la función `load_dialog`).

La aplicación debe llamar a `new_dialog` antes de su llamada al `start_dialog`.

La inicialización de la caja de diálogo, la asignación de los valores de la losa, la creación de imágenes o listas de las list boxes y las acciones asociadas con las losas especificadas (vía `action-tile`), deben tener lugar después de la llamada a la función `new_dialog` y antes de la llamada a `start_dialog`.

La acción por omisión es evaluada siempre que el usuario seleccione una losa activa que no tiene una acción o una función de retorno explícita asignada por un `action tile`.

Si el (new_dialog) ocurrió, este retorna T, de lo contrario retorna nil. El argumento action_expression, debe ser especificado si se especifica screen-pt, el cual es una cadena que contiene una expresión en AutoLISP, para usar la acción por omisión.

Su no se quiere definir una acción por omisión, al argumento action_expression es una cadena vacía.

El argumento screen-pt si se presenta es un punto en 2D que especifica la posición (X,Y) de la caja de diálogo en la pantalla. El punto generalmente especifica la esquina superior izquierda de la caja de diálogo, pero esto depende de la plataforma y del sistema de unidades en el cual la posición se especifica.

Generalmente esto no es una buena idea. Para especificar estas coordenadas la primera vez debe inicializarse la caja de diálogo. Esto significa obtenerlo de la llamada a la función (done_dialog) y usando cuando la aplicación reabre la caja de diálogo.

En las plataformas que permiten al usuario mover la caja de diálogo, esta se puede reabrir en la última posición que tenía. Si se pasa el punto '(-1 -1), la caja de diálogo se reabrirá en la posición por omisión (centro de la pantalla gráfica de AutoCAD).

Siempre se debe de chequear el valor del status retornado por new_dialog. Tratar de llamar a la función start_dialog cuando la función new_dialog ha fallado puede tener resultados impredecibles.

(set_tile key value) Asigna el valor de una losa (inicializa el valor del atributo value) El argumento key especifica la losa y el value es el nuevo valor asignado. Los argumentos son cadenas.

(slide_image X1 Y1 X2 Y2 sldname) Dibuja un slide de AutoCAD en la imagen actual. El slide puede ser un .sld o una librería de slide .slb. El argumento se puede especificar como: sldname o libname (sldname).La primer esquina del punto de inserción del slide es (X1,Y1) y la segunda esquina es (X2,Y2). El origen (0,0) está en la esquina superior

izquierda de la imagen. Se puede obtener las coordenadas de la esquina inferior derecha llamando a las funciones (`dimx_tile`) y (`dimy_tile`).

Si la losa `image` aparece en blanco cuando se muestra un `slide`, trate de cambiar al atributo `coor` para el `graphics-background`. Se puede cambiar el fondo de la imagen precediendo la llamada `slide_image` con una llamada `fill_image`.

Se puede construir una imagen superponiendo múltiples `slides`.

(start_dialog) Comienza una caja de diálogo. Al comenzarse el diálogo se pueden realizar las entradas por el usuario. Esta permanece activa hasta que una expresión de acción o función de retorno llama a `done_dialog`: generalmente `done_dialog` está asociado con la losa cuyo `key` es "accept" y la losa cuyo `key` es "cancel".

La función (`start_dialog`) no tiene argumentos. Esta retorna el valor opcional del `status` pasado a (`done_dialog`). El valor por omisión es 1 si el usuario presiona OK, 0 si el usuario presiona CANCEL, o -1 si todos los diálogos fueron terminados con (`term_dialog`). Si a la función (`done_dialog`) se le pasó el argumento `status` con un valor entero mayor que 1, la función `start_dialog` retorna este valor, cuyo significado depende de la aplicación.

(start_image key) Comienza la creación de una imagen en la losa especificada por `key`. Subsiguientes llamadas a `fill_image`, `slide_image` y `vector_image` afectan esta imagen hasta que la aplicación llame a la función `end_image`. El argumento `key` es una cadena.

(start_list key [operation [index]]) Comienza el procesamiento de una lista en la `list box` o `popup list` especificado por `key`. Subsiguientes llamadas a `add_list` afectan esta lista hasta que la aplicación llame a `end_list`.

El argumento `operation` es un valor entero (1, 2, 3). El argumento `index` es ignorado a menos que la llamada a `start_list` comience un cambio de operación (1), en el cual el argumento

index indica el elemento de la lista para cambiar por la subsiguiente llamada a add_list. El index comienza en cero.

Los argumentos operation e index son opcionales. Si no se especifica el argumento operation, el valor por omisión es 3 (crear una nueva lista) y si se especifica el argumento operation pero no el index, el valor por omisión de index es 0. El argumento key es una cadena.

(term_dialog) Termina todas las cajas de diálogo como si el usuario hubiera cancelado cada una. Si una aplicación termina mientras los ficheros DCL estan abiertos, AutoCAD automáticamente llama a term_dialog.

Esta función es usada generalmente para abortar las cajas de diálogos anidadas. La función (term_dialog) siempre retorna nil.

(unload_dialog dcl_id) Descarga el fichero DCL asociado con dcl_id (el cual fue obtenido de una llamada a new_dialog).

La función (unload_dialog) siempre retorna nil.

(vector_image X1 Y1 X2 Y2 color) Dibuja un vector en la imagen activa actual (abierta por start_image) desde un punto (X1,Y1) a (X2,Y2). El parámetro color es el número del color de AutoCAD o uno de los números (-2, -15, -16, -18).

El origen (0,0) está en la esquina superior izquierda de la imagen. Se pueden obtener las coordenadas de la esquina inferior derecha llamando a las funciones (dimx_tile) y (dimy_tile).

3.3.10 Secuencia de una función en AutoLISP para la manipulación de cajas de diálogos.

1. Cargar el fichero DCL a través de la llamada a `load_dialog`.
2. Llamar a `new_dialog` para mostrar una caja de diálogo determinada en la pantalla gráfica de AutoCAD. Es importante chequear lo que retornó la función `new_dialog`, pues tratar de llamar a `start_dialog` cuando la llamada a `new_dialog` ha fallado puede tener resultados impredecibles.
3. Inicializar la caja de diálogo asignando valores a las losas, listas, imágenes, etc. Las funciones que se llaman en esta etapa son `set_tile` y `mode_tile` para los valores y estados de las losas; `start_list`, `add_list` y `end_list` para las listas de boxes y las funciones de dimensionado; con `start_image`, `vector_image`, `fill_image`, `slide_image` y `end_image` para imágenes. En esta etapa se llama a `action_tile` para asignar la expresión de acción o funciones `callback`.
4. Llamar a `start_dialog` para controlar la caja de diálogo hasta que se realice una entrada.
5. Proceso de asignación de datos desde dentro de las acciones. En esta etapa se prefiere usar el `get_tile`, `get_attr`, `set_tile` y el `mode_tile`.
6. El usuario presiona un botón de salida, provocando una acción para llamar a `done_dialog`. Este provoca un retorno al `start_dialog`. En esta etapa el fichero DCL se descarga llamando a la función `unload_dialog`.

Después de la llamada a (`start_dialog`), la caja de diálogo permanece activa hasta que el usuario seleccione una losa (generalmente un botón), el cual está asociado a una expresión de acción (`done_dialog`).

La llamada a (`action_tile`) inicializa la asociación entre la losa (en este ejemplo el botón OK,

cuyo key es "accept") y la expresión de acción. Es por eso que la llamada a (done_dialog) aparece dentro de la llamada a (action_tile) y antes de la llamada a (start_dialog).

3.3.11 Aspectos organizativos de la programación en AutoLISP. Compilación en AutoLISP.

3.3.11.1 Control del uso de variables.

Desde el punto de vista organizativo y del empleo racional de la memoria RAM disponible, se prefiere la declaración de la mayor cantidad posible de las variables como locales. Esto conlleva a una situación de compromiso al determinar cuándo una variable deberá asumirse como global y cuándo podrá considerarse como local, puesto que cada tipo de variables reporta ventajas e inconvenientes en su uso.

3.3.11.2 Estructura y anidación de funciones

El programa debe poseer un bloque principal de funciones:

Inicialización

Desarrollo

Finalización

El bloque principal debe ser lo más compacto posible y deberá contener las etapas principales del programa, de modo que a través de su simple lectura pueda abarcarse, rápidamente el contexto general del programa.

Cada una de las funciones principales se subdividirán en tantas funciones anidadas como sea necesario. No existen normas para definir la cantidad de líneas que deberá contener una función. Sin embargo, se recomienda la creación de funciones cortas, preferiblemente que realicen operaciones concretas dentro del programa, estableciéndose así niveles de anidación

que serán más profundos, en la medida en que aumenta la complejidad de la tarea que se resuelve.

Las funciones cortas son más fáciles de interpretar, lo que facilita las labores de mantenimiento y desarrollo del programa. Además, son propensas a ser utilizadas varias veces dentro de una misma rutina o en el contexto de otras rutinas, al efectuarse labores repetitivas dentro del programa.

Por otra parte, el uso de funciones anidadas, permite la reducción del número de variables de memoria a utilizar, dada la posibilidad del empleo de parámetros, que transfieren el contenido de las variables locales a los niveles de anidación más profundos, con el correspondiente ahorro del espacio en la zona del lispheap.

Los programas deberán estructurarse en módulos independientes, los que se irán cargando en memoria en la medida en que se vayan utilizando y liberando cuando haya concluido su ejecución, consiguiéndose así una utilización más racional de la memoria.

Por último, con relación a la cantidad de caracteres usados para la definición de variables y funciones. Si el símbolo tiene seis caracteres o menos, se almacena directamente en el nodo y si tiene más, se toma espacio adicional del lispheap. De ahí la importancia de utilizar nombre de variables y de definición de funciones con menos de seis caracteres. Sin embargo, los nombres explícitos para variables y funciones facilitan considerablemente la comprensión del programa, por lo que se crea nuevamente una situación de compromiso entre la economía de memoria y el entendimiento del código del programa.

3.3.11.3 Uso de bibliotecas de funciones.

Si bien en los departamentos de diseño mecánico y arquitectónico, está recomendado el uso amplio de los elementos normalizados. En las empresas de software existe también esta necesidad como vía de incrementar la eficiencia del trabajo, la reducción de los tiempos de

culminación y entrega del software y para el aprovechamiento efectivo de la experiencia del colectivo.

Las bibliotecas contienen un conjunto de funciones de uso general que brindan la posibilidad de aplicar soluciones generales a problemas concretos. Todo grupo de trabajo debe contar con su biblioteca de funciones, la que deberá actualizarse sistemáticamente con nuevas funciones, así como eliminar de ella aquellas que hayan perdido la condición de ser generales.

Ventajas del uso de bibliotecas:

- Aprovechamiento de la experiencia de avanzada del grupo y de otros colectivos de trabajo.
- Contribuye a la comunidad del lenguaje de programación del colectivo.
- Reduce el tiempo destinado a la confección del software, al evitarse la labor repetitiva en la solución de problemas comunes.
- Facilita la comprensión del software, creándose condiciones apropiadas para la actividad de continuación y mantenimiento del software, incluso por personas no familiarizadas con el mismo.
- Facilita la aplicación de idénticas o similares soluciones a problemas diferentes.

3.3.11.4 Compilación en AutoLISP.

La versión V.2 del compilador es utilizable para la Release 10 AutoCAD y la versión V.3 para la Release 11.

Aplicable a:

Hardware	Sistema Operativo
IBM Personal Computer	PC-DOS
100% Hardware/software	MS-DOS

El compilador de AutoLISP deberá instalarse dentro del subdirectorio ACAD y en esencia lo que se hace es redefinir los ficheros ACADL.OVL y EXTLISP.EXE de AutoCAD y la inclusión de ficheros propios que serán analizados a continuación:

Estructura del compilador:

a) Compilador propiamente dicho

acomp.EXE

acomp.INI

b) Tres overlays con debugging

AutoLISP Standard (ACADL.OVL)

AutoLISP Standard (ACADL.NDB)

AutoLISP Extendido (EXTLISP.EXE)

c) Ficheros de copias y resguardos:

Copias overlay originales de AutoCAD (*.INT)

Resguardo overlay del compilador (*.CMP)

Sintaxis de Compilación.

La compilación puede aplicarse a un fichero o a un conjunto de ficheros, para formar módulos compilados. El fichero resultante de la compilación es binario, con extensión ".BI2" para su uso con AutoLISP normal y con extensión ".BI4" para AutoLISP extendido. La sintaxis para la compilación es la siguiente:

```
>acomp [-e] LISPPFILE1 {...LISPPFILEn} {-0BINFILE)
```

acomp -> Fichero ejecutable del compilador.

(-e) -> Para trabajar con AutoLISP extendido.

LISPFILEn -> Compilación de "n" Files ".LSP"

(-0) -> Nombre del fichero binario.

Carga del fichero binario

La carga del fichero compilado se realiza con el comando LOAD, al igual que en los ficheros ".LSP", pero hay que especificar la extensión del fichero ya sea ".BI2" o ".BI4". El fichero compilado puede ser renombrado por uno con la extensión ".LSP" y en este caso la extensión es opcional.

Si durante la ejecución se produce desbordamiento de la memoria nodal durante la ejecución de una función puede ser a causa de que sea muy extenso, debiéndose fragmentar en otras más pequeñas.

Espacio para funciones compiladas

La variable LISPSUBR ha sido creada para trabajar en ambiente DOS y separa un bloque de memoria virtual para las funciones compiladas. El contenido de esta variable define el tamaño del área reservada para estas funciones cargadas luego de la llamada de VMON. Las funciones cargadas antes de la llamada a VMON no son afectadas por LISPSUBR.

El valor para LISPSUBR puede tomarse de forma aproximada de la "inline data" durante la compilación.

Uso de la utilidad "BREAK".

El comando BREAK permite interrumpir la ejecución del programa, para observar paso a paso, el resultado de la evaluación de las listas descritas con posterioridad a él. Permite además, realizar la evaluación de variables y si es preciso hacer modificaciones dinámicas en

la función que se analiza, hasta obtener el resultado esperado, facilitándolo considerablemente el proceso de búsqueda de errores y de puesta a punto del programa.

La función "DibujaLinea" comenzará a ejecutarse hasta que AutoLISP evalúe el comando BREAK, apareciendo en la línea de comandos el indicativo "break1>", desde donde se continuará la ejecución del programa. Si se invoca la abreviatura "St" correspondiente a la palabra step (paso), serán evaluadas las instrucciones paso a paso pudiéndose observar directamente el resultado de cada evaluación. La abreviatura "CONT" lanzará la ejecución del programa hasta el próximo BREAK y en su defecto continuará hasta el final del programa.

Para comprobar el contenido de una variable dentro del comando BREAK, no se precisa de la indicación del signo "!" delante de la variable.

Si se quiere abortar el programa, estando dentro del comando BREAK, se tecleará la palabra "RESET".

Desinstalación del compilador

La desinstalación del compilador consiste en restablecer los intérpretes originales de AutoLISP en su modo standard y extendido. Además habrá que borrar los restantes ficheros propios del compilador con la excepción de los que tienen la extensión ".CMP", que posibilitarán la reinstalación del compilador en caso necesario.

- Restablecer los intérpretes originales de AutoLISP.

Copiar ACADL.INT para ACADL.OVL (Standard)

EXTLISP.INT para EXTLISP.EXE (Extended)

- Instalar nuevamente.

Copiar ACADL.CMP para ACADL.OVL

EXTLISP.CMP para EXTLISP.EXE

3.3.11.5 Documentación del software producido

Todo software se considerará verdaderamente concluido cuando se haya completado toda la documentación indispensable. Estos documentos son los siguientes:

Documentos:

- 1.- Manual de especificaciones.
- 2.- Manual de usuario.

Manual de especificaciones.

Deberá contener las consideraciones de hardware y software a utilizar, así como de los aspectos técnicos acerca de la tarea que se pretende resolver. Generalmente esta información se obtiene a partir de las consultas que realiza el analista con los especialistas de la entidad que solicita el software.

Es un documento que recoge el planteamiento o formulación de la tarea a resolver y las vías a seguir para su posible solución. Esta etapa de estudio y definiciones es en extremo importante, pues evita en muchos casos, la incursión en caminos erróneos en la solución de una tarea. Este documento puede y debe ser analizado en colectivo, al nivel que se decida, para hacer su corrección y aprobación definitiva. Es un documento de control y amparo del analista ante el usuario.

Manual de usuario.

Es un documento que recoge toda la información necesaria para la explotación del software. Debe ser lo suficientemente explícito para que sea utilizado por el usuario como material de

consulta y a la vez, conciso al contener únicamente la información que el usuario deberá conocer.

Con relación a los aspectos organizativos de la programación en AutoLISP puede concluirse:

- 1.- Se debe hacer uso controlado de las variables, declarando todas las variables posibles como locales, salvo excepciones necesarias.
- 2.- Construir un bloque central de funciones lo más conciso posible, el que abarcará de forma general todo el contenido del programa.
- 3.- Definir las variables y funciones con nombres cómodos.
- 4.- Dividir el programa en módulos, cargándose solo los ficheros necesarios para la ejecución de cada parte independiente del programa.
- 5.- Realizar la liberación de la memoria ocupada por los ficheros y variables no utilizadas.
- 6.- Crear funciones cortas y anidadas.
- 7.- Hacer uso extensivo de bibliotecas de funciones.
- 8.- Usar el compilador como vía para simplificar el proceso de programación.
- 9.- Hacer la entrega del software terminado con toda la documentación indispensable.

CAPÍTULO IV

DEFINICIÓN DEL PROCESO CONVENCIONAL DE DISEÑO DE TRANSPORTADORES HELICOIDALES

4.1 Referencias para el diseño de transportadores helicoidales

El siguiente procedimiento para diseñar transportadores helicoidales estándar, ha sido definido tomando como referencia el “**Catálogo de Martin**”, publicado por la industria “**Martin Sprocket & Gear**”, industria que actualmente es proveedora de una variada línea de productos de gran calidad para la transmisión de potencia y para el manejo de materiales utilizados por diversas industrias alrededor del mundo, y que desarrolla sus productos bajo estándares de la norma CEMA (Conveyor Equipment Manufacturers Association) (Asociación de Fabricantes de Equipos de Transporte).

El procedimiento presentado en el Catálogo de Martin, ha sido desarrollado para presentar la información de ingeniería necesaria para diseñar adecuadamente la mayoría de las aplicaciones de transportadores helicoidales, esta información ha sido compilada a través de años de experiencia tanto en el diseño como en las aplicaciones y de acuerdo a estándares de la industria. (Martin Sprocket & Gear, 2012, págs. H-4).

4.2 Procedimiento de diseño de transportador helicoidal

4.2.1 Paso 1: Establezca factores conocidos que regirán el proceso.

- a. Material a transportar.
- b. L: Distancia de que se debe transportar el material en pies (ft).
- c. Q: Flujo requerido de alimentación en $\frac{\text{pies}^3}{h}$

- d. T: Temperatura de Trabajo °F
- e. ρ : Densidad del material en $\frac{lbs}{pie^3}$

4.2.2 Paso 2: Clasificación del material.

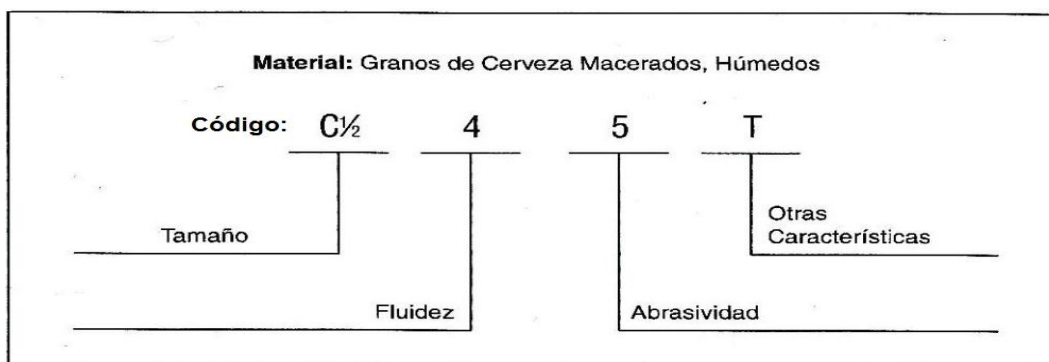
Para este proceso de diseño se toman en consideración 413 tipos de materiales que son los más comunes que pueden ser manejados por un transportador helicoidal. Estos materiales se indican en la tabla N° 4.2 y están clasificados según el sistema mostrado en la tabla N° 4.1.

Tabla N° 4.1
Tabla de clasificación del material

CLASE	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL		CODIGO
Densidad	Densidad al granel, sin compactar		Libras por pie cúbico
Tamaño	Muy Fino	Partículas de 0,0029 Pulgadas (0,07 mm) y menor	A200
		Partículas de 0,0059 Pulgadas (0,15 mm) y menor	A100
		Partículas de 0,0160 Pulgadas (0,41 mm) y menor	A40
	Fino	Partículas de 0,1320 Pulgadas (3,35 mm) y menor	B6
	Granular	Partículas de 0,50 Pulgadas (12,70 mm) y menor	C1/2
		Partículas de 3,00 Pulgadas (76,20 mm) y menor	D3
		Partículas de 7,00 Pulgadas (17,78 cm) y menor	D7
Terrones	Partículas de 16,00 Pulgadas (40,64 cm) y menor	D16	
	Arriba de 16" a ser especificado. X=Tamaño máximo	Dx	
Irregular	Fibroso, cilíndrico, etc.	E	
Fluidez	Fluido Muy Libre		1
	Fluido Libre		2
	Fluido Promedio		3
	Fluido Lento		4
Abrasividad	Abrasividad Media		5
	Abrasividad Moderada		6
	Abrasividad Extrema		7
Propiedades Misceláneas o Peligrosas	Acumulación y Endurecimiento		F
	Genera Eléctrica Estática		G
	Descomposición - Se Deteriora en Almacenamiento		H
	Inflamabilidad		J
	Se Hace Plástico o Tiende a Suavisarse		K
	Muy Polvoso		L
	Al Airearse se Convierte en Fluido		M
	Explosividad		N
	Pegajoso - Adhesión		O
	Contaminable		P
	Degradable		Q
	Emite Humos o Gases Tóxicos Peligrosos		R
	Altamente Corrosivo		S
	Medianamente Corrosivo		T
	Higroscópico		U
	Se Entrelaza, Enreda o Aglomera		V
	Presencia de Aceites		W
	Se Comprime Bajo Presión		X
	Muy Ligero - Puede Ser Levantado por el Viento		Y
	Temperatura Elevada		Z

Fuente: Catálogo de Martin

Figura N° 4.1
Cómo leer el código de material



Fuente: Catálogo de Martin

Tabla N° 4.2
Características de los materiales

Material	Peso lb por pie cúbico	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Series de Componentes	Factor de Material F_m	Carga de Artesa
Ácido Adíptico	45	A 100-35	S	2	0.5	30A
Ácido Bórico, Fino	55	B6-25T	H	3	0.8	30A
Ácido Hexanodioico (ver Ácido Adíptico)	-	-	-	-	-	-
Ácido Oxálico (Etano Diácido) cristales	60	B6-35QS	L-S	1	1	30A
Ácido Salicílico	29	B6-37U	H	3	0.6	15
Ajonjolí, semilla	27-41	B6-26	H	2	0.6	30B
Alfalfa	14-22	B6-45WY	H	2	0.6	30A
Alfalfa (pellet)	41-43	C1/2-25	H	2	0.5	45
Alfalfa, semilla	10-15	B6-15N	L-S-B	1	0.4	45
Algarroba	48	B6-16N	L-S-B	1	0.4	30B
Algodón, semilla pasta rolada	35-40	C1/2-45HW	L-S	1	0.6	30A
Algodón, semilla pasta, seco	40	B6-35HW	L-S	1	0.6	30A
Algodón, semilla prensada, pasta	40-45	C1/2-45HW	L-S	1	1	30A
Algodón, semilla prensada, trozos	40-45	D7-45HW	L-S	2	1	30A
Algodón, semilla seca, desfibrada	22-40	C1/2-25X	L-S	1	0.6	45
Algodón, semilla seca, no desfibrada	18-25	C1/2-45XY	L-S	1	0.9	30A
Algodón, semilla, cascarrillas	12	B6-35Y	L-S	1	0.9	30A
Algodón, semilla, en harina, extraída	35-40	B6-45HW	L-S	1	0.5	30A
Algodón, semilla, en harina, torta	25-30	B6-45HW	L-S	3	0.5	30A
Algodón, semilla, hojuelas	20-25	C1/2-35HWY	L-S	1	0.8	30A
Almendra, quebrada	27-30	C1/2-35Q	H	2	0.9	30A
Almendra, Entera con cáscara	28-30	C1/2-35Q	H	2	0.9	30A
Almidón	25-50	A40-15M	L-S-B	1	1	45
Alumbre, (Sulfato de Aluminio) Fino	45-50	B6-35U	L-S-B	1	0.6	30A
Alumbre, (Sulfato de Aluminio) terrón	50-60	B6-25	L-S	2	1.4	45
Alúmina	55-65	B6-27MY	H	3	1.8	15
Alúmina briquetada	65	D3-37	H	3	2	15
Alúmina, molido fina	35	A100-27MY	H	3	1.6	15
Aluminato (Hidróxido de Aluminio)	45	B6-35	H	2	1.7	30A
Aluminato de Sodio, Molido	72	B6-36	H	2	1	30B
Aluminio, viruta con aceite	7-15	E-45V	H	2	0.8	30A
Aluminio, viruta seca	7-15	E-45V	H	2	1.2	30A
Antimonio en polvo	-	A100-35	H	2	1.6	30A
Arcilla (ver Bentonita, Tierra Diatomáceas, Arcilla)	-	-	-	-	-	-
Arcilla calcárea	80	DX-36	H	2	1.6	30B
Arcilla calcinada	80-100	B6-36	H	3	2.4	30B
Arcilla cerámica, seca, fina	60-80	A100-35P	L-S-B	1	1.5	30A
Arcilla para tabiques, seca, fina	100-120	C1/2-36	H	3	2	30B
Arcilla seca, en trozos	60-75	D3-35	H	2	1.8	30A
Arena de banco, húmeda	110-130	B6-47	H	3	2.8	15
Arena de banco, seca	90-110	B6-37	H	3	1.7	15
Arena de fundición, de desmoldeo	90-100	D3-37Z	H	3	2.6	15
Arena de Fundición, Seca (ver Arena)	-	-	-	-	-	-
Arena de sílica, seca	90-100	B6-27	H	3	2	15
Arena de Zirconio (con recubr. de resina)	115	A100-27	H	3	2.3	15
Arena fosfórica	90-100	B6-37	H	3	2	15
Arena Sílica (con recubrimiento de resina)	104	B6-27	H	3	2	15
Arroz en bruto	32-36	C1/2-35N	L-S-B	1	0.6	30A
Arroz, Cascarilla	20-21	B6-35NY	L-S-B	1	0.4	30A
Arroz, con cáscara	45-49	C1/2-25P	L-S-B	1	0.4	45
Arroz, entero y con cascarilla	20	B6-35NY	L-S-B	1	0.4	30A
Arroz, molido a semolina	42-45	B6-35P	L-S-B	1	0.4	30A
Arroz, Pulido	30	C1/2-15P	L-S-B	1	0.4	45
Arsenato de plomo	72	A40-35R	L-S-B	1	1.4	30A
Arseniato de plomo (ver Arsenato de Plomo)	-	-	-	-	-	-

Fuente: Catálogo de Martin

Tabla N° 4.2 Continuación
Características de los materiales

Material	Peso lb por pie cúbico	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Serie de Componentes	Factor de Material F _n	Carga de Artesa
Arsénico Pulverizado	30	A100-25R	H	2	0.8	45
Arsenita de Plomo	72	A40-35R	L-S-B	1	1.4	30A
Asbesto desfibrado	20-40	E-46XY	H	2	1	30B
Aserrín, Seco	10-13	B6-45UX	L-S-B	1	1.4	15
Asfalto (de Utah)	37	C1/2-35	H	3	1.5	30A
Asfalto, Triturado - ½"	45	C1/2-45	H	2	2	30A
Avena	26	C1/2-25MN	L-S-B	1	0.4	45
Avena, cáscarilla	8-12	B6-35NY	L-S-B	1	0.5	30A
Avena; harina	35	A100-35	L-S-B	1	0.5	30A
Avena, procesada	19-24	C1/2-35NY	L-S-B	1	0.6	30A
Avena, rizada	19-26	C1/2-35	L-S-B	1	0.5	30A
Avena, triturada	22	B6-45NY	L-S-B	1	0.6	30A
Azafrán (ver Cártamo)	-	-	-	-	-	-
Azúcar de leche	32	A100-35PX	S	1	0.6	30A
Azúcar de Ramolacha, Pulpa Húmeda	25-45	C1/2-35X	L-S-B	1	1.2	30A
Azúcar de Remolacha, Pulpa Seca	12-15	C1/2-26	H	2	0.9	30B
Azúcar, cruda, mascabado	55-65	B6-35PX	S	1	1.5	30A
Azúcar, en polvo	50-60	A100-35PX	S	1	0.8	30A
Azúcar, refinada, granulada húmeda	55-65	C1/2-35X	S	1	1.4-2.0	30A
Azúcar, refinada, granulada seca	50-55	B6-35PU	S	1	1.0-1.2	30A
Azufre, en polvo	50-60	A40-35MN	L-S	1	0.6	30A
Azufre, en trozos - 3"	80-85	D3-35N	L-S	2	0.8	30A
Azufre, triturado - ½"	50-60	C1/2-35N	L-S	1	0.8	30A
Bagazo de caña	7-10	E-45RVXY	L-S-B	2	1.5	30A
Baquelita, polvo fino	30-45	B6-25	L-S-B	1	1.4	45
Barita (Sulfato de Bario) + ½" - 3"	120-180	D3-36	H	3	2.6	30B
Barita en polvo	120-180	A100-35X	H	2	2	30A
Basalto	80-105	B6-27	H	3	1.8	15
Bauxita seca, molida	68	B6-25	H	2	1.8	45
Bauxita, triturada - 3"	75-85	D3-36	H	3	2.5	30B
Bentonita cruda	34-40	D3-45X	H	2	1.2	30A
Bentonita de Sodio (ver Bentonita)	-	-	-	-	-	-
Bentonita, malla 100	50-60	A100-25MXY	H	2	0.7	45
Bicarbonato de Sodio	40-55	A100-25	S	1	0.6	45
Borato de Calcio	60	A100-35	L-S-B	1	0.6	30A
Borato de Sodio (ver Bórax)	-	-	-	-	-	-
Borax, cribado ½"	55-60	C1/2-35	H	2	1.5	30A
Bórax, en trozo 1½" a 2"	55-60	D3-35	H	2	1.8	30A
Bórax, en trozo 2" a 3"	60-70	D3-35	H	2	2	30A
Bórax, polvo fino	45-55	B6-25T	H	3	0.7	30B
Boro	75	A100-37	H	2	1	30B
Cacahuete crudo, sin limpiar	15-20	D3-36Q	H	3	0.7	30B
Cacahuete sin cáscara	35-45	C1/2-35Q	S	1	0.4	30A
Cacahuete, harina	30	B6-35P	S	1	0.6	30A
Cacahuete, limpio, con cáscara	15-20	D3-35Q	L-S	2	0.6	30A
Cacao en escamas	35	C1/2-25	H	2	0.5	45
Cacao en polvo	30-35	A100-45XY	S	1	0.9	30A
Cacao en semilla	30-45	C1/2-25Q	L-S	1	0.5	45
Café en polvo, soluble	19	A40-35PUY	S	1	0.4	45
Café molido, húmedo	35-45	A40-45X	L-S	1	0.6	30A
Café molido, seco	25	A40-35P	L-S	1	0.6	30A
Café tostado en grano	20-30	C1/2-25PQ	S	1	0.4	45
Café, cáscarilla	20	B6-25MY	L-S	1	1	45
Café, grano verde	25-32	C1/2-25PQ	L-S	1	0.5	45
Cal hidratada	40	B6-35LM	H	2	0.8	30A
Cal viva, molida	60-65	B6-35U	L-S-B	1	0.6	30A

Fuente: Catálogo de Martin

Tabla N° 4.2 Continuación
Características de los materiales

Material	Peso lb por pie cúbico	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Serie de Componentes	Factor de Material F _m	Carga de Artesa
Cal, grava	53-56	C1/2-25HU	L-S	2	2	45
Cal, hidratada, pulverizada	32-40	A40-35LM	L-S	1	0.6	30A
Calcina, polvo	75-85	A100-35	L-S-B	1	0.7	30A
Caolín, arcilla	63	D3-25	H	2	2	30A
Caolín, arcilla en talco	32-56	A40-35LMP	H	2	2	30A
Carbón (hulla) lignito	37-45	D3-35T	H	2	1	30A
Carbón (mineral) Bituminoso, de mina	40-60	D3-35LNXY	L-S	1	0.9	30A
Carbón (mineral) Bituminoso, de mina, granel	43-50	C1/2-45T	L-S	2	0.9	30A
Carbón (mineral) Bituminoso, de mina, selecc	45-50	D3-35QV	L-S	1	1	30A
Carbón (mineral) de Antracita	55-61	B6-35TY	L-S	2	1	30A
Carbón (mineral) de Antracita, ½"	49-61	C1/2-25	L-S	2	1	45
Carbón de Hueso	27-40	B6-35	L-S	1	1.6	30A
Carbón de Hueso, polvo	20-25	A100-25Y	L-S	1	1.5	45
Carbón de madera, molido	18-28	A100-45	H	2	1.2	30A
Carbón de madera, trozos	18-28	D3-45Q	H	2	1.4	30A
Carbón fino para arena fundición	65	B6-36	H	2	1	30B
Carbonato de Bario	72	A100-45R	H	2	1.6	30A
Carbonato de Calcio (ver Piedra Caliza)	-	-	-	-	-	-
Carbonato de Plomo	240-260	A40-35R	H	2	1	30A
Carbonato de Potasio	51	B6-36	H	2	1	30B
Carbonato de Sodio (ver Soda Ash)	-	-	-	-	-	-
Carbono Activado, fino y seco*	-	-	-	-	-	-
Carburo de Calcio	70-90	D3-25N	H	2	2	30A
Carburo de Silicio	100	D3-27	H	3	3	15
Carne, molido	50-55	E-45HQT	L-S	2	1.5	30A
Carne, retazo con hueso	40	E-46H	H	2	1.5	30B
Cártamo, harina	50	B6-35	L-S-B	1	0.6	30A
Cártamo, semilla	45	B6-15N	L-S-B	1	0.4	45
Cártamo, torta	50	D3-26	H	2	0.6	30B
Cáscara de Naranja, seca	15	E-45	L-S	2	1.5	30A
Cáscaras de Nuez, trituradas	35-45	B6-36	H	2	1	30B
Caseína	36	B6-35	H	2	1.6	30A
Cebada malteada (malta)	31	C1/2-35	L-S-B	1	0.4	30A
Cebada, entera	36-48	B6-25N	L-S-B	1	0.5	45
Cebada, harina	28	C1/2-35	L-S-B	1	0.4	30A
Cebada, molina fina	24-38	B6-35	L-S-B	1	0.4	30A
Celite (ver Tierra Diatómacea)	-	-	-	-	-	-
Cemento Portland, aereado	60-75	A100-16M	H	2	1.4	30B
Cemento, Clinker	75-95	D3-36	H	3	1.8	30B
Cemento, Mortero	133	B6-35Q	H	3	3	30A
Cemento, Portland	94	A100-26M	H	2	1.4	30B
Ceniza de alto horno	57	D3-36T	H	3	1.9	30B
Ceniza de caldera, seca	30-45	A40-36LM	H	3	2	30B
Ceniza de carbón	40	D3-36T	H	3	1.8	30B
Ceniza de carbón, mojada - ½"	45-50	C1/2-46T	H	3	3	30B
Ceniza de carbón, mojada - 3"	45-50	D3-46T	H	3	4	30B
Ceniza de carbón, seca - ½"	35-45	C1/2-46TY	H	3	3	30B
Ceniza de carbón, seca - 3"	35-40	D3-46T	H	3	2.5	30B
Ceniza de Hueso (Fosfato Tricalcio)	40-50	A100-45	L-S	1	1.6	30A
Ceniza muy fina (Fly Ash)	30-45	A40-36M	H	3	2	30B
Ceniza negra, molido	105	B6-35	L-S-B	1	2	30A
Cenizas (ver Ceniza muy fina Fly Ash)	-	-	-	-	-	-
Centeno	42-48	B6-15N	L-S-B	1	0.4	45
Centeno entero y con cascarilla	15-20	B6-35Y	L-S-B	1	0.4	45
Centeno, corto	32-33	C1/2-35	L-S	2	0.5	30A

Fuente: Catálogo de Martin

Tabla N° 4.2 Continuación
Características de los materiales

Material	Peso lb por pie cúbico	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Serie de Componentes	Factor de Material F _m	Carga de Artesa
Centeno, forraje	33	B6-35N	L-S-B	1	0.5	30A
Centeno, harina	35-40	B6-35	L-S-B	1	0.5	30A
Centeno, regular	42	B6-35	L-S	1	0.5	30A
Cerurita	-	-	-	-	-	-
Chícharo, seco	45-50	C1/2-15NQ	L-S-B	1	0.5	45
Chicharrón, triturado	40-50	D3-45HW	L-S-B	2	1.3	30A
Chocolate, prensado en torta	40-45	D3-25	S	2	1.5	30A
Cloruro de Amonio, cristalino	45-52	A100-45FRS	L-S	3	0.7	30A
Cloruro de Magnesio (magnesita)	33	C1/2-45	L-S	1	1	30A
Cloruro de polivinilo en polvo	20-30	A100-45KT	S	2	1	30A
Cloruro de polivinilo en polvo, pellets	20-30	E-45KPQT	S	1	0.6	30A
Cloruro de Potasio, pellets	120-130	C1/2-25TU	H	3	1.6	45
Cloruro de Sodio (ver Sal)	-	-	-	-	-	-
Cobre, Mineral de	120-150	DX-36	H	3	4	30B
Cobre, Mineral, triturado	100-150	D3-36	H	3	4	30B
Coco en trozos	20-22	E-45	S	2	1.5	30A
Coque a granel	23-35	D7-37	H	3	1.2	15
Coque de petróleo, calcinado	35-45	D7-37	H	3	1.3	15
Coque desmenuzado (Cisco)	25-35	C1/2-37	H	3	1.2	15
Cola en perlas	40	C1/2-35U	L-S-B	1	0.5	30A
Cola molida	40	B6-45U	H	2	1.7	30A
Cola vegetal, en polvo	40	A40-45U	L-S-B	1	0.6	30A
Composta	30-50	D7-45TV	L-S	3	1	30A
Conchas de Ostión (ostra), enteras	80	D3-36TV	H	3	2.1-2.5	30B
Conchas de Ostión (ostra), molida	50-60	C1/2-36T	H	3	1.6-2.0	30B
Concreto premezclado, seco	85-120	C1/2-36U	H	3	3	30B
Copperas (ver Sulfato Ferroso)	-	-	-	-	-	-
Copra en harina	40-45	B6-35HW	H	2	0.7	30A
Copra en torta, en trozos	25-30	D3-35HW	L-S-B	2	0.8	30A
Copra en torta, molida	40-45	B6-45HW	L-S-B	1	0.7	30A
Copra en trozos	22	E-35HW	L-S-B	2	1	30A
Corcho, granulado	15	C1/2-35JY	L-S-B	1	0.5	30A
Corcho, molido fino	5-15	B6-35JNY	L-S-B	1	0.5	30A
Corteza de árbol, molida*	55	B6-45	L-S-B	1	0.7	30A
Corteza de Roble, molida*	55	B6-45	L-S-B	1	0.7	30A
Corteza, de Madera, desperdicio	10-20	E-45TVY	H	3	2	30A
Criolita (mineral de aluminio), polvo	75-90	A100-36L	H	2	2	30B
Criolita (mineral de aluminio), trozos	90-110	D16-36	H	2	2.1	30B
Cromo, mineral	125-140	D3-36	H	3	2.5	30B
Cuarzo - ½"	80-90	C1/2-27	H	3	2	15
Cuarzo - malla 100	70-80	A100-27	H	3	1.7	15
Decolorante/Tierra de Fuller, Kaolin, Calcareas	-	-	-	-	-	-
Detergente (ver Jabón Detergente)	-	-	-	-	-	-
Dióxido de Manganeso*	70-85	A100-35NRT	L-S	2	1.5	30A
Dióxido de Silicio (ver Cuarzo)	-	-	-	-	-	-
Dióxido de Titanio (ver ilmenita mineral)	-	-	-	-	-	-
Disodio de Fosfato (ver Fosfato de Sodio)	-	-	-	-	-	-
Dolomita en trozos	90-100	DX-36	H	2	2	30B
Dolomita, triturada	80-100	C1/2-36	H	2	2	30B
Ebonita, triturada	63-70	C1/2-35	L-S-B	1	0.8	30A
Escoria de alto horno, triturada	130-180	D3-37Y	H	3	2.4	15
Escoria de horno, granulada, seca	60-65	C1/2-37	H	3	2.2	15
Escoria de laminación (de acero)	120-125	E-46T	H	3	3	30B
Escoria, Cemento (ver Cemento Clinker)	-	-	-	-	-	-
Esteatita, Talco fino	40-50	A200-45XY	L-S-B	1	2	30A
Feldespato, cribado	75-80	C1/2-37	H	2	2	15

Fuente: Catálogo de Martin

Tabla N° 4.2 Continuación
Características de los materiales

Material	Peso lb por pie cúbico	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Serie de Componentes	Factor de Material F_r	Carga de Artesa
Feldespatos, molido	65-80	A100-37	H	2	2	15
Feldespatos, polvo	100	A200-36	H	2	2	30B
Feldespatos, trozos	90-100	D7-37	H	2	2	15
Fleco, semilla	36	B6-35NY	L-S-B	1	0.6	30A
Fluoruro de Aluminato de Sodio (ver Criolita)	-	-	-	-	-	-
Fluorita de calcio, polvo fino	80-100	B6-36	H	2	2	30B
Fluorita de calcio, trozos	90-110	D7-36	H	2	2	30B
Fluoruro de Calcio (ver Fluorita)	-	-	-	-	-	-
Fosfato Ácido, fertilizante	60	B6-25T	L-S	2	1.4	45
Fosfato de Calcio	40-50	A100-45	L-S-B	1	1.6	30A
Fosfato de Sodio	50-60	A-35	L-S	1	0.9	30A
Fosfato Dicalcico	40-50	A40-35	L-S-B	1	1.6	30A
Fosfato Disódico	25-31	A40-35	H	3	0.5	30A
Fosfato Monosódico	50	B6-36	H	2	0.6	30B
Fosfato Tricalcico	40-50	A40-45	L-S	1	1.6	30A
Fosfato Trisódico	60	C1/2-36	H	2	1.7	30B
Fosfato Trisódico, granulado	60	B6-36	H	2	1.7	30B
Fosfato Trisódico, pulverizado	50	A40-36	H	2	1.6	30B
Frijol blanco (habichuela) remojada	60	C1/2-25	L-S-B	1	0.8	45
Frijol blanco (judía, habichuela)	48	C1/2-15	L-S-B	1	0.5	45
Galena (ver Sulfuro de Plomo)	-	-	-	-	-	-
Gelatina granulada	32	B6-35PU	S	1	0.8	30A
Girasol, semilla	19-38	C1/2-15	L-S-B	1	0.5	45
Gluten, harina	40	B6-35P	L-S	1	0.6	30A
Grafito en escamas	40	B6-25LP	L-S-B	1	0.5	45
Grafito, mineral de	65-75	DX-35L	H	2	1	30A
Grafito, polvo	28	A100-35LMP	L-S-B	1	0.5	30A
Granito, molido fino	80-90	C1/2-27	H	3	2.5	15
Granos de cerveza macerados, mojado	55-60	C1/2-45T	L-S	2	0.8	30A
Granos de cerveza macerados, seco	14-30	C1/2-45	L-S-B	1	0.5	30A
Greda (Gis) pulverizada	67-75	A100-25MXY	H	2	1.4	45
Greda (Gis) triturada	75-95	D3-25	H	2	1.9	30A
Guano, Seco	70	C1/2-35	L-S	3	2	30A
Harina de hueso	50-60	B6-35	H	2	1.7	30A
Harina de papa (patata)	48	A200-35MNP	L-S	1	0.5	30A
Harina de pescado	35-40	C1/2-45HP	L-S-B	1	1	30A
Heno o forraje	8-12	C1/2-35JY	L-S	2	1.6	30A
Hexacloruro de Benceno	56	A100-45R	L-S-B	1	0.6	30A
Hidrato de Aluminio	13-20	C1/2-35	L-S-B	1	1.4	30A
Hidrato de Calcio (ver Cal Hidratada)	-	-	-	-	-	-
Hidrato de Sodio (ver Sosa Caústica)	-	-	-	-	-	-
Hidróxido de Calcio (ver Cal Hidratada)	-	-	-	-	-	-
Hidróxido de Sodio (ver Sosa Caústica)	-	-	-	-	-	-
Hielo, cubitos	33-35	D3-35Q	S	1	0.4	30A
Hielo, en escamas	40-45	C1/2-35Q	S	1	0.6	30A
Hielo, triturado	35-45	D3-35Q	L-S	2	0.4	30A
Hielo, trozos	33-35	D3-45Q	S	1	0.4	30A
Hierro Colado, viruta	130-200	C1/2-45	H	2	4	30A
Hierro Vitriolo (ver Sulfato Ferroso)	-	-	-	-	-	-
Hierro, mineral concentrado	120-180	A40-37	H	3	2.2	15
Hierro, óxido de (pigmento)	25	A100-36LMP	H	2	1	30B
Hierro, óxido, sobrantes de molienda	75	C1/2-36	H	2	1.6	30B
Hueso entero*	35-50	E-45V	H	2	3	30A
Hueso, molido	50	B6-35	H	2	1.7	30A
Huesos, triturados	35-50	D3-45	H	2	2	30A
Huevo en polvo	16	A40-35MPY	S	1	1	30A
Hule Recuperado, molido	23-50	C1/2-45	L-S-B	1	0.8	30A

Fuente: Catálogo de Martin

Tabla N° 4.2 Continuación
Características de los materiales

Material	Peso lb por pie cúbico	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Serie de Componentes	Factor de Material F _m	Carga de Artesa
Hule peletizado (pellets)	50-55	D3-45	L-S-B	2	1.5	30A
Hulla (ver Carbon, Antracita)	-	-	-	-	-	-
Ilmenita, mineral	140-160	D3-37	H	3	2	15
Jabón Detergente	15-50	B6-35FQ	L-S-B	1	0.8	30A
Jabón en escamas	5-15	B6-35QXY	L-S-B	1	0.6	30A
Jabón, hojuelas	15-25	C1/2-35Q	L-S-B	1	0.6	30A
Jabón, perlas o granulado	15-35	B6-35Q	L-S-B	1	0.6	30A
Jabón, polvo	20-25	B6-25X	L-S-B	1	0.9	45
Kafir (Maíz)	40-45	C1/2-25	H	3	0.5	45
Kryalith (ver Criolita)	-	-	-	-	-	-
Lactato de Calcio	26-29	D3-45QTR	L-S	2	0.6	30A
Lactosa	32	A40-35PU	S	1	0.6	30A
Ladrillo, molido 1/8"	100-120	B6-37	H	3	2.2	15
Leche, en polvo	20-45	B6-25PM	S	1	0.5	45
Leche, entera, en polvo	20-36	B6-35PUX	S	1	0.5	30A
Leche, malteada	27-30	A40-45PX	S	1	0.9	30A
Leche, seca, en hojuelas	5-6	B6-35PUY	S	1	0.4	30A
Lignito (ver Lignito de Carbón)	-	-	-	-	-	-
Limanita café, mineral	120	C1/2-47	H	3	1.7	15
Linaza (ver Lino)	-	-	-	-	-	-
Lindano (Hexacloro Benceno)	-	-	-	-	-	-
Lino, semilla	43-45	B6-35X	L-S-B	1	0.4	30A
Lino, semilla, harina	25-45	B6-45W	L-S	1	0.4	30A
Lino, semilla, torta	48-50	D7-45W	L-S	2	0.7	30A
Litargirio (Óxido de Plomo)	-	-	-	-	-	-
Lithopone	45-50	A325-35MR	L-S	1	1	30A
Lodos de drenaje secos	40-50	E-47TW	H	3	0.8	15
Lodos de drenaje, secos, molidos	45-55	B-46S	H	2	0.8	30B
Lúpulo, agotado, húmedo	50-55	D3-45V	L-S	2	1.5	30A
Lúpulo, agotado, Seco	35	D3-35	L-S-B	2	1	30A
Madera, Astilla Cribada	10-30	D3-45VY	L-S	2	0.6	30A
Madera, Harina	16-36	B6-35N	L-S	1	0.4	30A
Madera, Viruta	8-16	E-45VY	L-S	2	1.5	30A
Maíz, medio molido	40-45	B6-35P	L-S-B	1	0.5	30A
Maíz, germen	21	B6-35PY	L-S-B	1	0.4	30A
Maíz, grano*	56	E-35	L-S	2		30A
Maíz, harina	32-40	B6-35P	L-S	1	0.5	30A
Maíz, mazorca, entera*	12-15	E-35	L-S	2		30A
Maíz (olote, molido)	17	C1/2-25Y	L-S-B	1	0.6	45
Maíz en semilla, quebrado	40-50	B6-25P	L-S-B	1	0.7	45
Maíz Machacado, Seco	35-50	C1/2-25	L-S-B	1	0.4	45
Maíz, aceite de, pasta	25	D7-45HW	L-S	1	0.6	30A
Maíz, azúcar de	30-35	B6-35PU	S	1	1	30A
Maíz, cáscara	45	C1/2-25	L-S-B	1	0.4	45
Maíz, semilla	45	C1/2-25PQ	L-S-B	1	0.4	45
Maize (ver Kafir)	-	-	-	-	-	-
Malta en harina	36-40	B6-25P	L-S-B	1	0.4	45
Malta, retoños de	13-15	C1/2-35P	L-S-B	1	0.4	30A
Malta, Seca, entera	20-30	C1/2-35N	L-S-B	1	0.5	30A
Malta, Seca, molida	20-30	B6-35NP	L-S-B	1	0.5	30A
Manganeso, Mineral	125-140	DX-37	H	3	2	15
Manganeso, Óxido de	120	A100-36	H	2	2	30B
Margarina	59	E-45HKPWX	L-S	2	0.4	30A
Mármol, triturado	80-95	B6-37	H	3	2	15
Mica, en escamas	17-22	B6-16MY	H	2	1	30B
Mica, molida	13-15	B6-36	H	2	0.9	30B

Fuente: Catálogo de Martin

Tabla N° 4.2 Continuación
Características de los materiales

Material	Peso lb por pie cúbico	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Serie de Componentes	Factor de Material F _m	Carga de Artesa
Mica, pulverizada	13-15	A100-36M	H	2	1	30B
Migajas de Pan	20-25	B6-35PQ	L-S-B	1	0.6	30A
Mineral de Aluminio (Bauxita)	-	-	-	-	-	-
Mineral de Asbesto	81	D3-37R	H	3	1.2	15
Molibdenita, en polvo	107	B6-26	H	2	1.5	30B
Mortero, mojado*	150	E-46T	H	3	3	30B
Mostaza, semilla	45	B6-15N	L-S-B	1	0.4	45
Naftalina, hojuelas	45	B6-35	L-S-B	1	0.7	30A
Negro de Humo, peletizado	-	-	-	-	-	-
Negro de Humo, polvo*	-	-	-	-	-	-
Niacina (Ácido Nicotínico)	35	A40-35P	H	2	2.5	30A
Nitrato de Amonio	45-62	A40-35NTU	H	3	1.3	30A
Nitrato de Potasio - ½"	76	C1/2-16NT	H	3	1.2	30B
Nitrato de Potasio - ⅜"	80	B6-26NT	H	3	1.2	30B
Nitrato de Sodio	70-80	D3-25NS	L-S	2	1.2	30A
Nuez de Acaju	32-37	C1/2-45	H	2	0.7	30A
Óxido de Aluminio	60-120	A100-17M	H	3	1.8	15
Óxido de Arsénico (Arsenolita)	100-120	A100-35R	L-S-B	-	-	30A
Óxido de Calcio (ver Cal Viva, molida)	-	-	-	-	-	-
Óxido de Manganeso (Braunita)	120	A100-36	H	2	2	30B
Óxido de Plomo (Plomo Rojo) - malla 100	30-150	A100-35P	H	2	1.2	30A
Óxido de Plomo (Plomo Rojo) - malla 200	30-180	A200-35LP	H	2	1.2	30A
Óxido de Zinc, ligero	10-15	A100-45XY	L-S	1	1	30A
Óxido de Zinc, pesado	30-35	A100-45X	L-S	1	1	30A
Papel, pulpa (4% o menos)	62	E-45	L-S	2	1.5	30A
Papel, pulpa (6% a 15%)	60-62	E-45	L-S	2	1.5	30A
Parafina, en pasta - ½"	45	C1/2-45K	L-S	1	0.6	30A
Perlita - expandida	8-12	C1/2-36	H	2	0.6	30B
Pescado, pedacería y desperdicio	40-50	D7-45H	L-S-B	2	1.5	30A
Piedra Caliza, para agricultura	68	B6-35	H	2	2	30A
Piedra Caliza, polvo	55-95	A40-46MY	H	2	1.6-2.0	30B
Piedra Caliza, triturada	85-90	DX-36	H	2	2	30B
Piedra Pómez ½"	42-48	B6-46	H	3	1.6	30B
Pirita de Hierro (ver Sulfuro Ferroso)	-	-	-	-	-	-
Pirita, pellets	120-130	C1/2-26	H	3	2	30B
Pizarra molida ⅜"	82-85	B6-36	H	2	1.6	30B
Pizarra triturada	85-90	C1/2-36	H	2	2	30B
Pizarra triturada ½"	80-90	C1/2-36	H	2	2	30B
Plaster de Paris (ver Yeso)	-	-	-	-	-	-
Plombagina (ver Grafito)	-	-	-	-	-	-
Plomo Blanco, seco	75-100	A40-36MR	H	2	1	30B
Plomo, mineral ½"	180-230	C1/2-36	H	3	1.4	30B
Plomo, mineral ⅜"	200-270	B6-35	H	3	1.4	30A
Poliestireno en perlas	40	B6-35PQ	S	1	0.4	30A
Polietileno, resina en pellets	30-35	C1/2-45Q	L-S	1	0.4	30A
Polvo de chimenea, alto horno	110-125	A40-36	H	3	3.5	30B
Polvo de chimenea, horno de oxígeno	45-60	A40-36LM	H	3	3.5	30B
Polvo para Hornear	40-55	A100-35	S	1	0.6	30A
Potasa, de mina	75	DX-37	H	3	2.2	15
Potasa, Secá	70	B6-37	H	3	2	15
Pulpa de Manzana, (Bagazo de manzana seco)	15	C1/2-45Y	H	2	1	30A
Residuo de destilería, húmedo	40-60	C1/2-45V	L-S	3	0.8	30A
Residuo de destilería, seco	30	B6-35	H	2	0.5	30A
Resina en trozos de ½"	65-68	C1/2-45Q	L-S-B	1	1.5	30A
Roca fosfórica, pulverizada	60	B6-36	H	2	1.7	30B
Roca fosfórica, quebrada	75-85	DX-36	H	2	2.1	30B

Fuente: Catálogo de Martin

Tabla N° 4.2 Continuación
Características de los materiales

Material	Peso lb por pie cúbico	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Serie de Componentes	Factor de Material F _m	Carga de Artesa
Sal de Amoniaco (Cloruro de Amonio)	-	-	-	-	-	-
Sal, seca fina	70-80	B6-36TU	H	3	1.7	30B
Sal, seca gruesa	45-60	C1/2-36TU	H	3	1	30B
Salitre (ver Nitrate de Potasio)	-	-	-	-	-	-
Salvado	16-20	B6-35NY	L-S-B	1	0.5	30A
Sangre, molida y seca	30	A100-35U	L-S	1	1	30A
Sangre, seca	35-45	D3-45U	H	2	2	30A
Semilla de palo	25-30	D3-15	L-S	2	0.7	30A
Semilla de palo, torta triturada	28	D3-25W	L-S	2	0.8	30A
Semilla Ricino, entera con cáscara	36	C1/2-15W	L-S-B	1	0.5	45
Semilla Ricino, harina	35-40	B6-35W	L-S-B	1	0.8	30A
Shellac, polvo o granulado	31	B6-35P	S	1	0.6	30A
Silicato de Aluminio (Andalusita)	49	C1/2-35S	L-S	3	0.8	30A
Sílice, gel + ½" a 3"	45	D3-37HKQU	H	3	2	15
Sílice, harina de	80	A40-46	H	2	1.5	30B
Sorgo, en grano	40-45	B6-15N	L-S-B	1	0.4	45
Sorgo, molido	32-36	B6-25	L-S-B	1	0.5	45
Sorgo, semilla (ver Kafir o Sorgo)	-	-	-	-	-	-
Soda Ash, ligera	20-35	A40-36Y	H	2	1.6	30B
Soda Ash, pesada	55-65	B6-36	H	2	2	30B
Sosa Caustica	88	B6-35RSU	H	3	1.8	30A
Sosa Caustica, hojuelas	47	C1/2-45RSUX	L-S	3	1.5	30A
Soya, cruda en hojuelas	18-25	C1/2-35Y	L-S-B	1	0.8	30A
Soya, harina fina	27-30	A40-35MN	L-S-B	1	0.8	30A
Soya, harina gruesa, caliente	40	B6-35T	L-S	2	0.5	30A
Soya, harina gruesa, fría	40	B6-35	L-S-B	1	0.5	30A
Soya, integral	45-50	C1/2-26NW	H	2	1	30B
Soya, quebrada	30-40	C1/2-36NW	H	2	0.5	30B
Soya, torta	40-43	D3-35W	L-S-B	2	1	30A
Sulfato Cúprico	-	-	-	-	-	-
Sulfato de Aluminio	45-58	C1/2-25	L-S-B	1	1	45
Sulfato de Aluminio y Sodio*	75	A100-36	H	2	1	30B
Sulfato de Amonio	45-58	C1/2-35FOTU	L-S	1	1	30A
Sulfato de Calcio (ver Yeso)	-	-	-	-	-	-
Sulfato de Cobre (Bluestone)	75-95	C1/2-35S	L-S	2	1	30A
Sulfato de Hierro (ver Sulfato Ferroso)	-	-	-	-	-	-
Sulfato de Magnesio (Sales de Epsom)	40-50	A40-35U	L-S-B	1	0.8	30A
Sulfato de Manganeso	70	C1/2-37	H	3	2.4	15
Sulfato de Potasio	42-48	B6-46X	H	2	1	30B
Sulfato de Sodio, seca, gruesa	85	B6-36TU	H	3	2.1	30B
Sulfato de Sodio, seca, pulverizada	65-85	B6-36TU	H	3	1.7	30B
Sulfato Ferroso	50-75	C1/2-35U	H	2	1	30A
Sulfato de Sodio	96	B6-46X	H	2	1.5	30B
Sulfuro de Hierro (ver Sulfuro Ferroso)	-	-	-	-	-	-
Sulfuro de Plomo - malla 100	240-260	A100-35R	H	2	1	30A
Sulfuro Ferroso ½"	120-135	C1/2-26	H	2	2	30B
Sulfuro Ferroso - malla 100	105-120	A100-36	H	2	2	30B
Super Fosfato Triple	50-55	B6-36RS	H	3	2	30B
Tabaco, molido	15-25	D3-45Y	L-S	2	0.8	30A
Tabaco, partículas finas	30	B6-45MQ	L-S-B	1	0.9	30A
Talco en polvo	50-60	A200-36M	H	2	0.8	30B
Talco ½"	80-90	C1/2-36	H	2	0.9	30B
Tierra de Fuller, greda, galactita, aceitosa	60-65	C1/2-450W	H	3	2	30A
Tierra de Fuller, greda, galactita, calcinada	40	A100-25	H	3	2	15
Tierra de Fuller, greda, galactita, seca	30-40	A40-25	H	2	2	15
Tierra Diatomácea (filtro ayuda)	11-17	A40-36Y	H	3	1.6	30B

Fuente: Catálogo de Martin

Tabla N° 4.2 Continuación
Características de los materiales

Material	Peso lb por pie cúbico	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Serie de Componentes	Factor de Material F_m	Carga de Artesa
Tierra para molde de fundición	76	C1/2-36	H	2	1.2	30B
Trebol en semilla	45-48	B6-25N	L-S-B	1	0.4	45
Trigo	45-48	C1/2-25N	L-S-B	1	0.4	45
Trigo sarraceno	37-42	B6-25N	L-S-B	1	0.4	45
Trigo, gérmen	18-28	B6-25	L-S-B	1	0.4	45
Trigo, grano Quebrado	40-45	B6-25N	L-S-B	1	0.4	45
Trigo, harina	33-40	A40-45LP	S	1	0.6	30A
Urea en grano, con recubrimiento	43-46	B6-25	L-S-B	1	1.2	45
Uva, pulpa de	15-20	D3-45U	H	2	1.4	30A
Vermiculita, expandida	16	C1/2-35Y	L-S	1	0.5	30A
Vermiculita, mineral	80	D3-36	H	2	1	30B
Vidrio a granel	80-100	C1/2-37	H	3	2.5	15
Vidrio, pedazos finos	80-120	C1/2-37	H	3	2	15
Vidrio, pedazos, desperdicio	80-120	D16-37	H	3	2.5	15
Viruta de acero, compactada	100-150	D3-46WV	H	3	3	30B
Viruta de Bronce	30-50	B6-45	H	2	2	30A
Yeso, calcinado	55-60	B6-35U	H	2	1.6	30A
Yeso, calcinado, en polvo	60-80	A100-35U	H	2	2	30A
Yeso, crudo 1"	70-80	D3-25	H	2	2	30A
Zinc, residuos Concentrados	75-80	B6-37	H	3	1	15

Fuente: Catálogo de Martin

4.2.3 Paso 3: Determine la capacidad de diseño.

a.- Revisar las limitaciones en el tamaño de las partículas.

El tamaño de un transportador helicoidal no solo está determinado por la capacidad requerida, sino también por el tamaño y la proporción de las partículas del material que están siendo manejadas. Existen tres clases de partículas indicadas en la tabla 4.3.

Clase 1.- Es una mezcla de partículas grandes y finas en donde no mas del 10% son partículas grandes (mayores a la mitad del tamaño máximo); y 90% son partículas finas (menores a la mitad del tamaño máximo).

Clase 2.- Es una mezcla de partículas grandes y finas en donde no mas del 25% son partículas grandes (mayores a la mitad del tamaño máximo); y 75% son partículas finas (menores a la mitad del tamaño máximo).

Clase 3.- Es una mezcla únicamente de partículas grandes con un 95%, y el 5% son partículas pequeñas menores a la mitad del tamaño máximo.

Tabla N° 4.3
Tabla de tamaños máximos de partículas

Tabla de Tamaños Máximos de Partículas					
Diametro de Helicoidal (Pulgadas)	Tubo D.E.* (Pulgadas)	Separación Radial Δ (Pulgadas)	Clase 1 10% de Partículas Partícula Máxima (Pulgadas)	Clase 2 25% Partículas Partícula Máxima (Pulgadas)	Clase 3 95% Partículas Partícula Máxima (Pulgadas)
6	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
9	2 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{1}{8}$	2 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
9	2 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{8}$	2 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
12	2 $\frac{3}{4}$	5 $\frac{1}{8}$	2 $\frac{3}{4}$	2	1
12	3 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{3}{4}$	2	1
12	4	4 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{3}{4}$	2	1
14	3 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{4}$
14	4	5 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{4}$
16	4	6 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{2}$
16	4 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{2}$
18	4	7 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{4}$	3	1 $\frac{3}{4}$
18	4 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{4}$	3	1 $\frac{3}{4}$
20	4	8 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{1}{2}$	2
20	4 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{1}{2}$	2
24	4 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{4}$	6	3 $\frac{3}{4}$	2 $\frac{1}{2}$
30	4 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{4}$	8	5	3

*Para tamaños especiales de tubos, consulte a *Martin*.

Δ El claro radial es la distancia entre el fondo de la artesa y el fondo del tubo del transportador.

Fuente: Catálogo de Martin

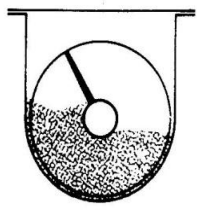
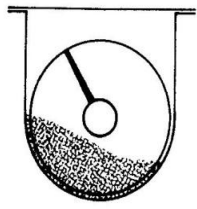
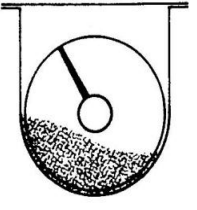
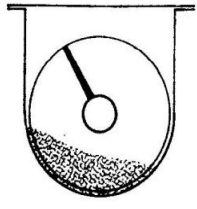
Ejemplo: para ilustrarla selección de un transportador en base al tamaño máximo de partícula, consideremos hielo triturado como el material a transportar. En la tabla 4.2 encontramos que el hielo triturado tiene un código de material D3-35Q. D3 nos indica que el tamaño de partícula es de $\frac{1}{2}$ " a 3" como nos indica la tabla 4.1. De las especificaciones reales del hielo triturado sabemos que este tiene un tamaño máximo de partícula de $1\frac{1}{2}$ " y que solo el 25% de las partículas son de $1\frac{1}{2}$ ". Con esa información vamos a la tabla 4.3. En la columna para Clase 2 y con un tamaño máximo de partícula de $1\frac{1}{2}$ ", encontrará que el diámetro mínimo del helicoidal deberá ser de 9".

b.- Selección del tamaño del transportador y velocidad.

Para determinar el tamaño y la velocidad de un transportador helicoidal, debemos identificar el **código del material** en la tabla 4.2, ya que este código controla la carga de artesa que debe ser utilizada. Las diversas cargas de artesa se indican en la tabla 4.4 (Tabla de capacidad), y deberán usarse con los componentes estándar de los transportadores helicoidales que se indican en la tabla N° 4.5 (Tabla de selección de grupos de componentes). Hay que señalar que la operación del transporte debe estar controlada por alimentadores volumétricos y el material se debe alimentar de forma uniforme al transportador para ser descargado de la misma forma.

Tabla N° 4.4

Tabla de capacidad de para transportadores helicoidales horizontales

Carga de Artesa	Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Capacidad Pies Cúbicos por Hora (Paso Completo)		Máx. RPM	
		A 1 RPM	A Máx. RPM		
45%		4	0.62	114	184
		6	2.23	368	165
		9	8.20	1270	155
		10	11.40	1710	150
		12	19.40	2820	145
		14	31.20	4370	140
		16	46.70	6060	130
		18	67.60	8120	120
		20	93.70	10300	110
		24	164.00	16400	100
30	323.00	29070	90		
30% A		4	0.41	53	130
		6	1.49	180	120
		9	5.45	545	100
		10	7.57	720	95
		12	12.90	1160	90
		14	20.80	1770	85
		16	31.20	2500	80
		18	45.00	3380	75
		20	62.80	4370	70
		24	109.00	7100	65
30	216.00	12960	60		
30% B		4	0.41	29	72
		6	1.49	90	60
		9	5.45	300	55
		10	7.60	418	55
		12	12.90	645	50
		14	20.80	1040	50
		16	31.20	1400	45
		18	45.00	2025	45
		20	62.80	2500	40
		24	109.00	4360	40
30	216.00	7560	35		
15%		4	0.21	15	72
		6	0.75	45	60
		9	2.72	150	55
		10	3.80	210	55
		12	6.40	325	50
		14	10.40	520	50
		16	15.60	700	45
		18	22.50	1010	45
		20	31.20	1250	40
		24	54.60	2180	40
30	108.00	3780	35		

Fuente: Catálogo de Martin

La Tabla de Capacidad 4.4 proporciona la capacidad de flujo en pies cúbicos por hora a una revolución por minuto para los diferentes tamaños de transportadores y para cuatro cargas de artesa. También indica la capacidad de flujo en pies cúbicos por hora a las RPM máximas recomendadas.

Tabla N° 4.5
Tabla de selección de grupos de componentes

Grupo de Componentes 1					
Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Diámetro del Eje (Pulgadas)	Número de Helicoidal		Espesor, Calibre Americano Estándar (Pulgadas)	
		Helicoidales Continuos	Helicoidales Seccionales	Artesa	Cubierta
6	1½	6H304	6S307	Calibre 16	Calibre 16
9	1½	9H306	9S307	Calibre 14	Calibre 14
9	2	9H406	9S409	Calibre 14	Calibre 14
12	2	12H408	12S409	Calibre 12	Calibre 14
12	2½	12H508	12S509	Calibre 12	Calibre 14
14	2½	14H508	14S509	Calibre 12	Calibre 14
16	3	16H610	16S612	Calibre 12	Calibre 14
18	3	—	18S612	10 Cal.	Calibre 12
20	3	—	20S612	10 Cal.	Calibre 12
24	3¾	—	24S712	10 Cal.	Calibre 12
30	3¾	—	30S712	10 Cal.	Calibre 12

Grupo de Componentes 2					
Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Diámetro del Eje (Pulgadas)	Número de Helicoidal		Espesor, Calibre Americano Estándar (Pulgadas)	
		Helicoidales Continuos	Helicoidales Seccionales	Artesa	Cubierta
6	1½	6H308	6S309	Calibre 14	Calibre 16
9	1½	9H312	9S309	Calibre 10	Calibre 14
9	2	9H412	9S412	Calibre 10	Calibre 14
12	2	12H412	12S412	¾"	Calibre 14
12	2½	12H512	12S512	¾"	Calibre 14
12	3	12H614	12S616	¾"	Calibre 14
14	2½	—	14S512	¾"	Calibre 14
14	3	14H614	14S616	¾"	Calibre 14
16	3	16H614	16S616	¾"	Calibre 14
18	3	—	18S616	¾"	Calibre 12
20	3	—	20S616	¾"	Calibre 12
24	3¾	—	24S716	¾"	Calibre 12
30	3¾	—	30S716	¾"	Calibre 12

Grupo de Componentes 3					
Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Diámetro del Eje (Pulgadas)	Número de Helicoidal		Espesor, Calibre Americano Estándar (Pulgadas)	
		Helicoidales Continuos	Helicoidales Seccionales	Artesa	Cubierta
6	1½	6H312	6S312	Calibre 10	Calibre 16
9	1½	9H312	9S312	¾"	Calibre 14
9	2	9H414	9S416	¾"	Calibre 14
12	2	12H412	12S412	½"	Calibre 14
12	2½	12H512	12S512	½"	Calibre 14
12	3	12H614	12S616	½"	Calibre 14
14	3	—	14S624	½"	Calibre 14
16	3	—	16S624	½"	Calibre 14
18	3	—	18S624	½"	Calibre 12
20	3	—	20S624	½"	Calibre 12
24	3¾	—	24S724	½"	Calibre 12
30	3¾	—	30S724	½"	Calibre 12

Fuente: Catálogo de Martin

4.2.4 Paso 4: Determine el diámetro y la velocidad

a.- Utilizando la capacidad de flujo requerida en pies cúbicos por hora, la clasificación del material, el porcentaje de carga de artesa indicado en la tabla 4.2 y el tamaño máximo de partícula, determine el diámetro y la capacidad de flujo en pies cúbicos por hora a una velocidad de una RPM en la tabla 4.4.

b.- Conociendo la capacidad de flujo en pies cúbicos por hora a una velocidad de una RPM en la tabla 4.4, determine la velocidad de operación del transportador utilizando la capacidad de flujo requerida mediante la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{Capacidad requerida en pies cúbicos por hora}}{\text{Pies cúbicos por hora a 1RPM}} = \text{RPM}$$

Donde: N= Es la velocidad de operación del helicoidal en revoluciones por minuto para que logre transportar el flujo requerido con el diámetro del helicoidal seleccionado. Esta velocidad no debe ser mayor a la velocidad máxima recomendada en la tabla 4.4.

La fórmula anterior es válida para helicoidales de paso estándar. Para calcular la velocidad de un transportador helicoidal, que utilice helicoidales de paso corto, paso medio o paso largo, debe utilizarse una capacidad requerida equivalente calculada con el factor CF_1 de la Tabla 4.6, mediante la fórmula:

$$(\text{Capacidad equivalente en pies}^3/\text{hora}) = (\text{Capacidad requerida en pies}^3/\text{hora}) * CF_1$$

Tabla N° 4.6

Tabla factores de capacidad para transportador con paso especial CF_1

Factores de Capacidad para Transportador con Paso Especial CF_1		
Paso	Descripción	CF_1
Estándar	Paso = Diámetro del Helicoidal	1.00
Corto	Paso = $\frac{2}{3}$ Diámetro del Helicoidal	1.50
Medio	Paso = $\frac{1}{2}$ Diámetro del Helicoidal	2.00
Largo	Paso = $\frac{1}{4}$ Diámetro del Helicoidal	0.67

Fuente: Catálogo de Martin

4.2.5 Paso 5: Determine el tipo de buje.

En la tabla 4.2 determine el grupo de buje para colgante adecuado para el material a transportar. Localice este grupo en la Tabla 4.7 Selección de Bujes para Colgante, y así conocer el tipo de buje recomendado.

Tabla 4.7
Tabla de selección de bujes para colgantes

Selección de Bujes para Colgantes				
Grupos de Componentes de Bujes	Tipos de Bujes	Material Recomendado para Ejes de Acoplamiento Δ	Temperatura de Operación Máxima Recomendada	F _b
B	Bolas (Rodamientos)	Estándar	180°F	1.0
L	Bronce	Estándar	300°F	1.7
S	Bronce <i>Martin</i> *	Estándar	850°F	2.0
	Bronce Grafitado	Estándar	500°F	
	Bronce Impregnado de Aceite	Estándar	200°F	
	Madera Impregnado de Aceite	Estándar	160°F	
	Nylatron	Estándar	250°F	
	Nylon	Estándar	160°F	
	Teflon	Estándar	250°F	
H	UHMW	Estándar	225°F	3.4
	Uretano	Estándar	200°F	
	Hierro Endurecido <i>Martin</i> *	Endurecido	500°F	
	Hierro Endurecido	Endurecido	500°F	
	Sup. Endurecida	Endurecido o Especial	500°F	
H	Stellite	Especial	500°F	4.4
	Cerámica	Especial	1000°F	

*Metal Sinterizado. Auto Lubricado.

Δ OTROS TIPOS DE MATERIALES PARA EJES

Otros tipos de ejes pueden ser suministrados en varias aleaciones y acero inoxidable.

Fuente: Catálogo de Martin

4.2.6 Paso 6: Determine la potencia

La potencia requerida para operar un transportador es la suma de la potencia necesaria para vencer la fricción (HP_f) y la potencia necesaria para mover el material dentro del transportador a la capacidad especificada (HP_m), multiplicada por el factor de sobrecarga F₀ y dividido entre la eficiencia total de la transmisión (e).

$$HP_{total} = \frac{(HP_f + HP_m) * (F_o)}{e}$$

Resolviendo la ecuación para HP para manejar un transportador vacío:

$$HP_f = \frac{L * N * F_d * F_b}{1000000}$$

Resolviendo la ecuación para HP para mover el material:

$$HP_m = \frac{Q * L * W * F_m * F_p}{1000000}$$

Los siguientes factores determinan la potencia requerida de un transportador helicoidal:

L = Largo del transportador, pies.

N = Velocidad de operación, RPM (revoluciones por minuto).

Q = Capacidad en pies cúbicos por hora o flujo de alimentación.

ρ = Peso del material, libras por pie cúbico.

F_d = Factor de diámetro de Transportador. Tabla N° 4.8.

F_b = Factor de buje para colgante. Tabla N° 4.9.

F_m = Factor de material. Tabla N° 4.2.

F_0 = Factor de sobrecarga. Tabla N° 4.10.

e = Eficiencia de transmisión. Tabla N° 4.11.

Tabla N° 4.8

Tabla del factor del diámetro del transportador, F_d

Factor del Diámetro del Transportador, F_d			
Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Factor F_d	Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Factor F_d
4	12.0	14	78.0
6	18.0	16	106.0
9	31.0	18	135.0
10	37.0	20	165.0
12	55.0	24	235.0
		30	300.0

Fuente: Catálogo de Martin

Tabla N° 4.9

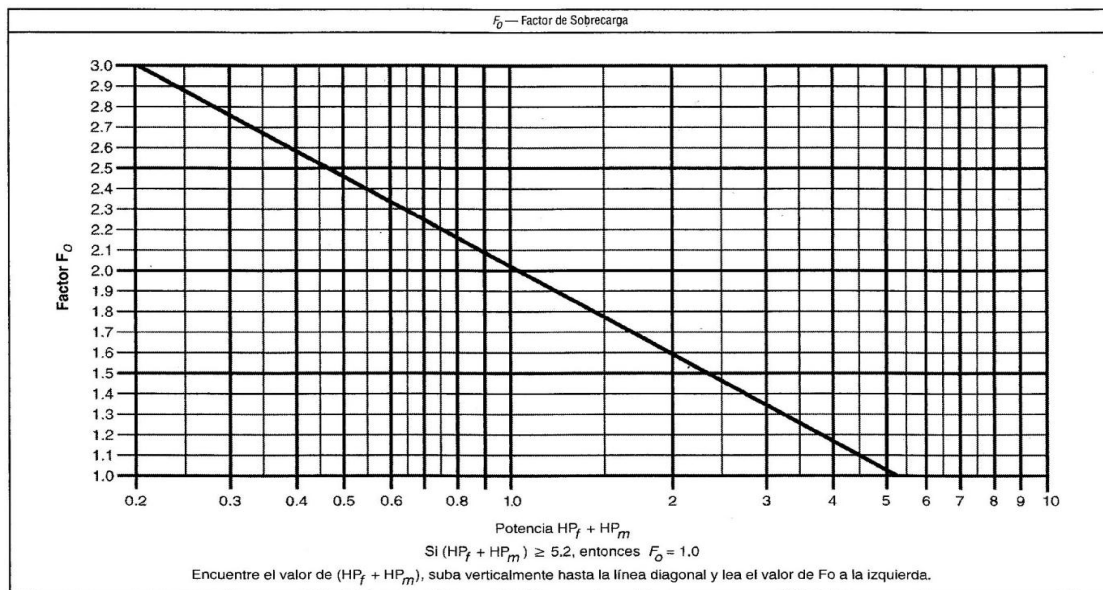
Tabla del factor del factor del buje para el colgante, F_b

Factor del Bujes para Colgante		
Tipo de Bujes		Factor del Bujes para Colgante F_b
B	Rodamiento de Bolas	1.0
L	Bronce <i>Martin</i>	2.0
S	* Bronce Grafitado * Bronce, Impregnado en Aceite * Madera, Impregnado en Aceite * Nylatron * * Nylon * Teflón * UHMH * Uretano	2.0
	* Hierro Endurecido <i>Martin</i>	3.4
H	* Superficie Endurecida * Stellite * Cerámica	4.4

* Bujes no lubricados o bujes sin lubricación adicional.

Fuente: Catálogo de Martin

Tabla N° 4.10
Tabla del factor de sobrecarga, F_0



Fuente: Catálogo de Martin

Tabla N° 4.11
Tabla del factor de eficiencia (e) de las transmisiones

Factor de Eficiencia (e) de las Transmisiones				
Transmisión para Transportador Helicoidal o Montado en Eje con Transmisión de Bandas en "V"	Reductor de Engranajes Helicoidales con Transmisión de Bandas en "V" y Cople	Motorreductor con Cople	Motorreductor con Transmisión de Cadena	Corona Sinfin
.88	.87	.95	.87	Consulte a <i>Martin</i>

Fuente: Catálogo de Martin

4.2.7 Paso 7: Capacidad torsional y/o de potencia de los componentes de los transportadores.

El diseño general de los transportadores helicoidales está limitado por el torque que pueden soportar los tubos, los ejes y los pernos de acoplamiento.

a.- Determine la el Torque en lb-pulgada, teniendo la potencia en HP mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Torque (lbs.pulg)} = \frac{63025 * HP}{RPM}$$

Donde:

63025 = Constante

HP = Potencia total requerida, calculada en el paso 6.

RPM = Velocidad de trabajo del transportador, calculada en el paso 4.

Ejemplo:

Para un transportador de 12", a 78 rpm y con un motor de 5 HP, el torque será:

$$\text{Torque (lbs. pulg)} = \frac{63025 * 5}{78}$$

Torque = 4040 lb-pulgada.

De la tabla 3.12 se puede apreciar que usar tubos de 2" con dos barrenos, en tubo estándar de 2¹/₂" es adecuado ya que 4040 < 7600.

b.- Utilizando el torque calculado en el paso anterior, determine la capacidad de los componentes estándar del transportador, tubos, ejes y pernos de acoplamiento consultando la tabla 4.12 Capacidad torsional de los componentes de transportadores helicoidales. El componente que tenga la menor capacidad torsional será el que dicte cuanto torque puede ser soportado por el transportador en su conjunto.

Tabla N° 4.12

Capacidad torsional de los componentes de transportadores helicoidales

Acoplamiento	Tubo		Ejes		Pernos				
	Ced. 40		Torque (lb-Pulgadas)*		Diámetro del Perno (Pulgadas)	Pernos al Corte, (lb-Pulgadas)▼		Resistencia de los Barrenos, (lb-Pulgadas)	
	Tamaño (Pulgadas)	Torque, (lb-Pulgadas)	Estándar CEMA (C-1018)	Estándar ANSI (C-1045)		No. de Pernos		No. de Pernos	
						2	3	2	3
1	1½	3,140	<u>820</u>	999	¾	1,380	2,070	1,970	2,955
1½	2	7,500	<u>3,070</u>	3,727	½	3,660	5,490	5,000	7,500
2	2½	14,250	<u>7,600</u>	9,233	¾	7,600	11,400	7,860	11,790
2½	3	23,100	15,090	18,247	½	<u>9,270</u>	13,900	11,640	17,460
3	3½	32,100	28,370	34,427	¾	16,400	24,600	<u>15,540</u>	23,310
3	4	43,000	28,370	34,427	¾	<u>16,400</u>	24,600	25,000	37,500
3½	4	43,300	42,550	51,568	¾	25,600	38,400	<u>21,800</u>	32,700

▼ Los valores indicados corresponden a pernos grado 2, A307-64. Para pernos grado 5 multiplique ese valor por 2.5.

* Los valores son para ejes no endurecidos.

Valores subrayados son factores limitantes.

Fuente: Catálogo de Martin

De la misma manera, el diseño de transportadores helicoidales está limitado por la potencia que puede ser transmitida con seguridad por los tubos, los ejes y los pernos de acoplamiento.

c.- Determine la potencia en HP a 1RPM dividiendo la potencia calculada para el número de revoluciones de trabajo del transportador:

Ejemplo: Helicoidal de 12", 78 RPM, motor de 5HP

$$\frac{5HP}{78 RPM} = 0,06 HP a 1RPM$$

d.- Utilizando la potencia por RPM calculada en el paso anterior, determine la capacidad de potencia componentes estándar del transportador, tubos, ejes y pernos de acoplamiento consultando la Tabla 4.13 Capacidad de potencia de los componentes de transportadores helicoidales. El componente que tenga la menor capacidad de potencia será el que dicte cuanta potencia puede ser transmitida.

Tabla N° 4.13

Capacidad de potencia de los componentes de transportadores helicoidales

Acoplamiento	Tubo		Ejes		Pernos					
	Diámetro del Eje (Pulgadas)	Tamaño (Pulgadas)	HP por RPM	HP por RPM		Diámetro de Perno (Pulgadas)	Pernos al Corte HP por RPM ▼		Resistencia de los Barrenos HP por RPM	
				Estándar CEMA (C-1018)	Estándar <i>Martin</i> (C-1045)		No. de Pernos		No. de Pernos	
							2	3	2	3
1	1¼	.049	<u>.013</u>	.016	¾	.021	.032	.031	.046	
1½	2	.119	<u>.048</u>	.058	¾	.058	.087	.079	.119	
2	2½	.226	<u>.120</u>	.146	¾	.120	.180	.124	.187	
2½	3	.366	.239	.289	¾	<u>.147</u>	.220	.184	.277	
3	3½	.509	.450	.546	¾	.260	.390	<u>.246</u>	.369	
3	4	.682	.450	.546	¾	<u>.260</u>	.390	.396	.595	
3¾	4	.682	.675	.818	¾	.406	.609	<u>.345</u>	.518	
3	3½	.509	.450	.546	¾	.260	.390	.246	.369	

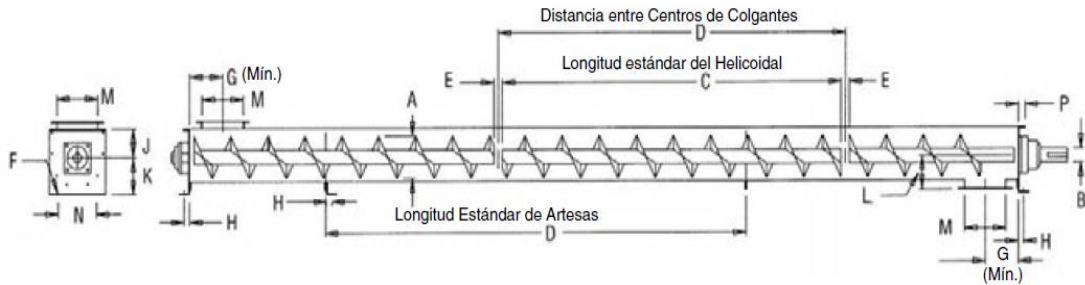
▼ Los valores indicados corresponden a pernos grado 2, A307-64. Valores subrayados son factores limitantes.

Fuente: Catálogo de Martin

4.2.8 Paso 8: Arreglo de los transportadores.

a.- De las tablas 4.14 y 4.15 se obtienen los datos de la artesa dependiendo si es del tipo en “U” o del tipo tubular.

Tabla N° 4.14
Detalle de artesa tipo “U”
Artesa en “U”

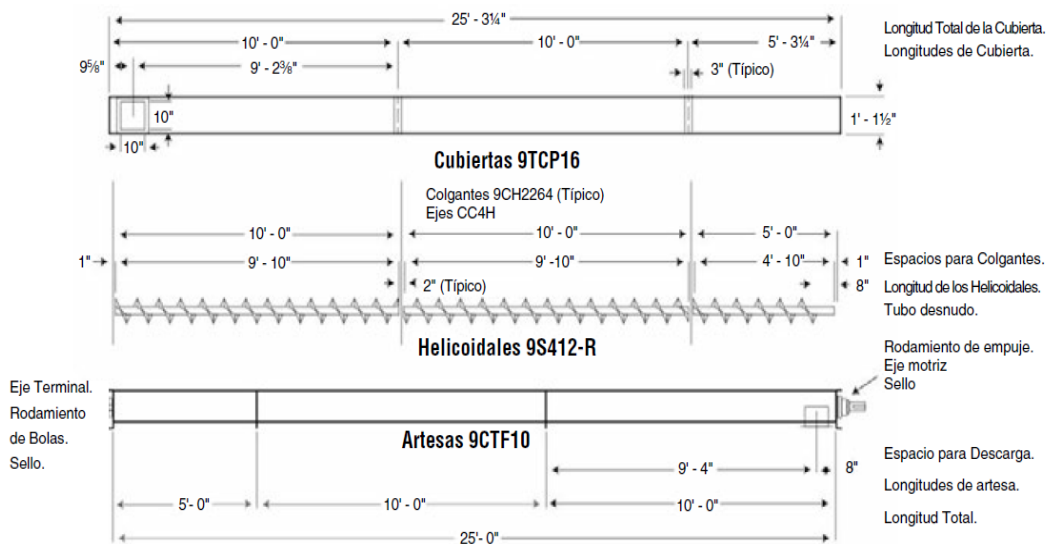


A Diám. del Helicoidal	B Diám. de Eje	C Longitud	D Longitud	E	F	G (Min.)	H	J	K	L	M	N	P	R
4	1	9-10½	10	1½	¾	4½	¾	3%	4%	3%	5	5%	1¼	1
6	1½	9-10	10	2	¾	6	¾	4½	5%	5	7	8%	1½	1
9	1½ 2	9-10	10	2	¾	8	1¼	6%	7%	7%	10	9%	1%	1½
10	1½ 2	9-10	10	2	¾	9	1¼	6%	8%	7%	11	9½	1¼	1¾
12	2 2¼ 3	11-10 11-9 11-9	12	2 3 3	¾	10½	1%	7%	9%	8%	13	12¼	2	1%
14	2¼ 3	11-9	12	3	¾	11½	1%	9%	10%	10%	15	13½	2	1%
16	3	11-9	12	3	¾	13½	1¼	10%	12	11%	17	14¼	2½	2
18	3 3¼	11-9 11-8	12	3 4	¾	14½	1¼	12%	13%	12%	19	16	2½	2
20	3 3¼	11-9 11-8	12	3 4	¾	15½	2	13%	15	13%	21	19¼	2½	2¼
24	3¼	11-8	12	4	¾	17½	2¼	16%	18%	15%	25	20	2½	2½

El espacio libre a la tapa de la artesa es la mitad de la dimensión E.

Arreglo Típico

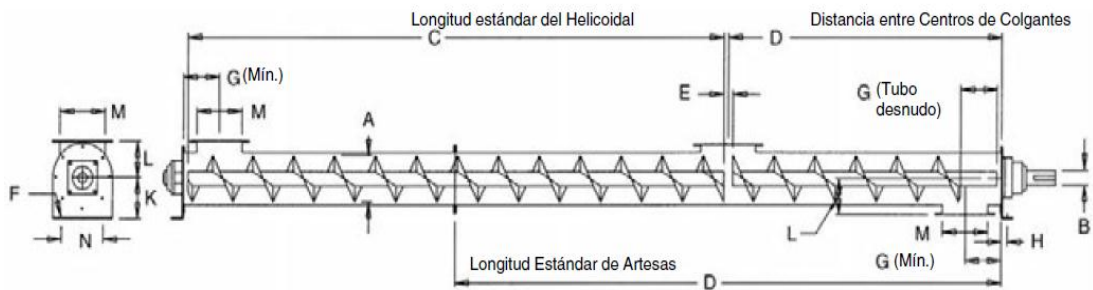
Transportador de 9" x 2" x 25'-0"



Fuente: Catálogo de Martin

Tabla N° 4.15
Detalle de artesa del tipo tubular

Artesa Tubular

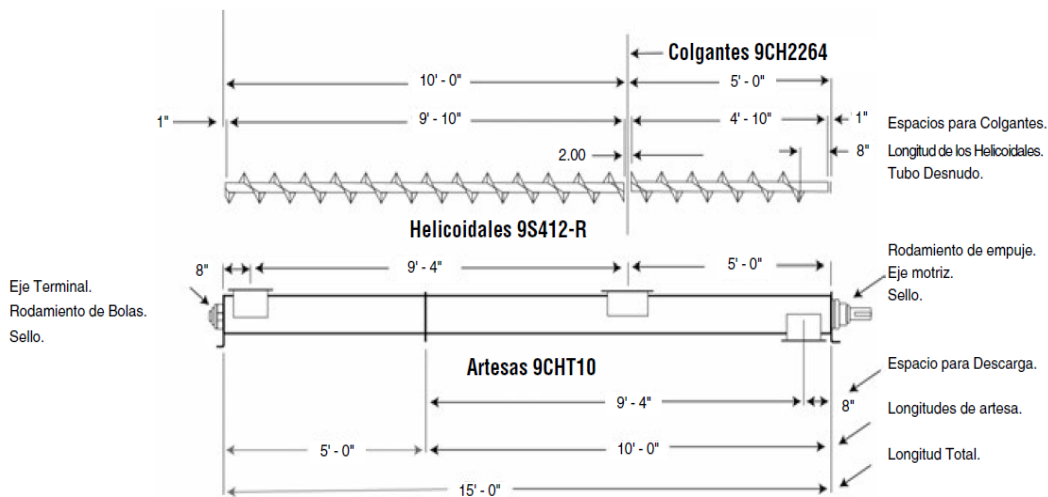


A Diám. del Helicoidal	B Diám. de Eje	C Longitud	D Longitud	E	F	G (Min.)	H	J	K	L	M	N	P	R
4	1	9-10½	10	1½	¾	4½	⅞	3%	4%	3%	5	5%	1⅞	1
6	1½	9-10	10	2	¾	6	⅞	4½	5%	5	7	8%	1½	1
9	1½ 2	9-10	10	2	½	8	1⅞	6%	7%	7%	10	9%	1%	1½
10	1½ 2	9-10	10	2	½	9	1⅞	6%	8%	7%	11	9½	1%	1¼
12	2 2⅞ 3	11-10 11-9 11-9	12	2 3 3	¾	10½	1%	7%	9%	8%	13	12¼	2	1%
14	2⅞ 3	11-9	12	3	¾	11½	1%	9%	10%	10%	15	13½	2	1%
16	3	11-9	12	3	¾	13½	1%	10%	12	11%	17	14%	2½	2
18	3 3⅞	11-9 11-8	12	3 4	¾	14½	1%	12%	13%	12%	19	16	2½	2
20	3 3⅞	11-9 11-8	12	3 4	¾	15½	2	13%	15	13%	21	19¼	2½	2¼
24	3⅞	11-8	12	4	¾	17½	2¼	16%	18%	15%	25	20	2½	2½

El espacio libre a la tapa de la artesa es la mitad de la dimensión E.

Arreglo Típico

Transportador de 9" x 2" x 15'-0"



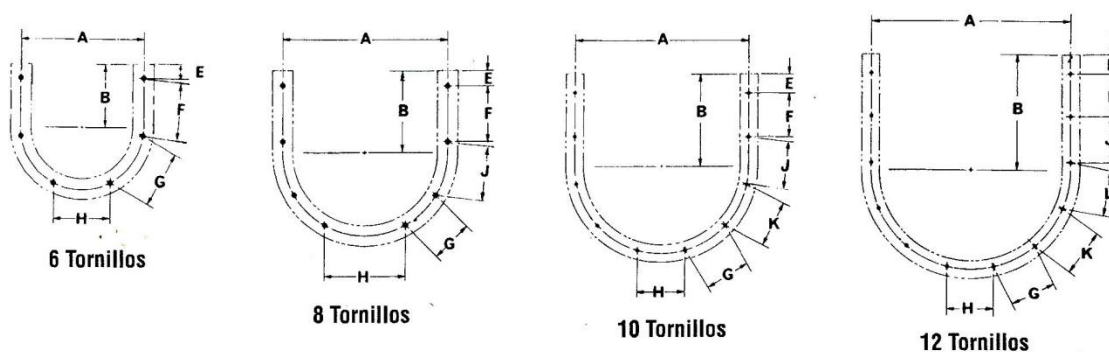
Fuente: Catálogo de Martin

4.2.9 Paso 9.- Patrón de barrenos

De las tablas 4.16 y 4.17 se obtiene el patrón de barrenos para las bridas de unión de la artesa en “U”, tubular y bridas de alimentación y descarga, dependiendo si se ha seleccionado una artesa en “U” o tubular.

Tabla N° 4.16
Patrón de barrenos para bridas de artesa en “U”

Bridas para Artesa en “U”



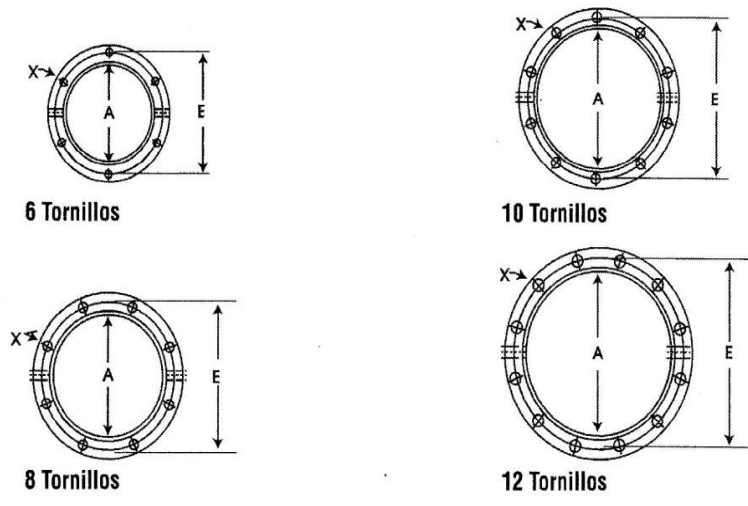
Diámetro del Helicoidal	Tornillos		A	B	E	F	G	H	J	K	L
	Número	Diámetro									
4	6	3/8	7	3 3/8	1 1/2	3 3/8	3 3/8	3 3/8	X	X	X
6	6	3/8	8 3/8	4 1/2	1 5/8	4 1/8	4 1/8	4 1/8	X	X	X
9	8	3/8	12 1/2	6 3/8	1 3/4	4 1/8	3 3/8	5 1/8	4 1/8	X	X
10	8	3/8	13 1/4	6 3/8	2 1/4	3 1/2	4 1/8	5 1/8	4 1/8	X	X
12	8	1/2	15 1/2	7 3/8	1 1/2	5 1/8	4 1/8	7 3/8	5 1/8	X	X
14	8	1/2	17 3/4	9 1/4	2 11/16	5	5 1/8	6	5 1/8	X	X
16	8	3/8	20	10 3/8	2 3/8	6	6	7 1/2	6	X	X
18	10	3/8	22	12 3/8	2 29/32	5 1/8	5	5 1/2	5 1/2	5 1/2	X
20	10	3/8	24 3/8	13 3/8	2 29/32	6 1/4	6 1/8	6 1/8	6 1/8	6 1/8	X
24	12	3/8	28 3/8	16 3/8	2 29/32	6 1/4	6	6	6	6	6

Fuente: Catálogo de Martin

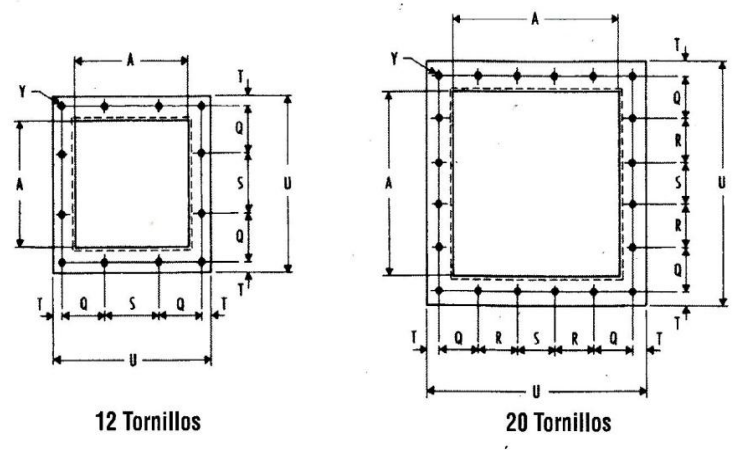
Tabla N° 4.17

Patrón de barrenos para bridas de artesa tubular y bridas para alimentación y descarga

Bridas para Artesa Tubular



Bridas para Alimentación y Descarga



Diámetro del Helicoidal	Tornillos en la Brida		A	E	Q	R	S	T	U
	Tubular X	Descarga Y							
4	6-- $\frac{3}{8}$	12-- $\frac{1}{4}$	5	7	2 $\frac{1}{4}$	—	2 $\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	7 $\frac{1}{2}$
6	8-- $\frac{3}{8}$	12-- $\frac{3}{8}$	7	8 $\frac{7}{8}$	2 $\frac{9}{16}$	—	3	1 $\frac{1}{16}$	10
9	8-- $\frac{3}{8}$	12-- $\frac{3}{8}$	10	11 $\frac{1}{8}$	4	—	4	$\frac{1}{2}$	13
10	8-- $\frac{3}{8}$	12-- $\frac{3}{8}$	11	13 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{1}{16}$	—	4 $\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	14 $\frac{1}{4}$
12	8-- $\frac{1}{2}$	12-- $\frac{3}{8}$	13	15	5 $\frac{1}{8}$	—	5 $\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{4}$
14	8-- $\frac{1}{2}$	20-- $\frac{3}{8}$	15	17	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	19 $\frac{1}{4}$
16	8-- $\frac{5}{8}$	20-- $\frac{3}{8}$	17	19 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{3}{8}$	4	4	$\frac{3}{8}$	21 $\frac{1}{4}$
18	10-- $\frac{5}{8}$	20-- $\frac{1}{2}$	19	22	4 $\frac{1}{16}$	4 $\frac{1}{8}$	4 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{8}$	24 $\frac{1}{4}$
20	10-- $\frac{5}{8}$	20-- $\frac{1}{2}$	21	24 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{1}{8}$	4 $\frac{1}{8}$	4 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{8}$	26 $\frac{1}{4}$
24	12-- $\frac{5}{8}$	20-- $\frac{1}{2}$	25	28 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{8}$	5 $\frac{1}{8}$	5 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{8}$	30 $\frac{1}{4}$

Fuente: Catálogo de Martin

4.2.10 Tornillos requeridos en el transportador.

a.- En la tabla 4.18 determinar los tornillos requeridos para los elementos del transportador en relación al tamaño de la artesa.

Tabla N° 4.18

Tornillos requeridos en relación al tamaño de la artesa del transportador.

Nombre de la Parte	Tornillos Requeridos en Relación al Tamaño de la Artesa del Transportador											
	4	6	9	10	12	14	16	18	20	24		
Brida, Artesa	6- $\frac{3}{8}$ x 1	6- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	8- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	8- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	
Brida, Artesa Tubular	6- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	8- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	8- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	
Tapas, Artesa Interior	6- $\frac{1}{2}$ x $\frac{3}{4}$	6- $\frac{5}{8}$ x $\frac{3}{4}$	8- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	8- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	
Descarga Interior	2- $\frac{1}{2}$ x $\frac{3}{4}$	2- $\frac{5}{8}$ x $\frac{3}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	6- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	6- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	
Rectangular Interior	5- $\frac{1}{2}$ x $\frac{3}{4}$	6- $\frac{5}{8}$ x $\frac{3}{4}$	8- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{3}{8}$ x 1	10- $\frac{3}{8}$ x 1	11- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	
Tipo Exterior	6- $\frac{3}{8}$ x 1	6- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	8- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	8- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	
Descarga Exterior	2- $\frac{3}{8}$ x 1	2- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	6- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	6- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	
Tapas, Artesa Tubular	6- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{3}{8}$ x 1	8- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	8- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	8- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	
Colgante, Artesa												
Estilo 60		2- $\frac{1}{2}$ x 2	2- $\frac{1}{2}$ x 2	2- $\frac{1}{2}$ x 2	2- $\frac{1}{2}$ x 2 $\frac{1}{2}$	2- $\frac{1}{2}$ x 2 $\frac{1}{2}$	2- $\frac{1}{2}$ x 2 $\frac{1}{2}$	2- $\frac{1}{2}$ x 2 $\frac{1}{2}$	2- $\frac{1}{2}$ x 2 $\frac{1}{2}$	2- $\frac{1}{2}$ x 2 $\frac{1}{2}$	2- $\frac{1}{2}$ x 2 $\frac{1}{2}$	
Estilo 70		4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 2	4- $\frac{3}{8}$ x 2	
Estilo 216		4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 2	4- $\frac{3}{8}$ x 2	
Estilo 220	4- $\frac{1}{2}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	
Estilo 226	4- $\frac{1}{2}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 2	4- $\frac{3}{8}$ x 2	
Estilo 230	4- $\frac{1}{2}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	
Estilo 316	4- $\frac{1}{2}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	
Estilo 326	4- $\frac{1}{2}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{3}{8}$ x 1	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	5- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	4- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	
Cubiertas, Artesas (estándar 10 pies)	10- $\frac{3}{8}$ x $\frac{3}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x $\frac{3}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x $\frac{3}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x $\frac{3}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x $\frac{3}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x $\frac{3}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x $\frac{3}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x $\frac{3}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x $\frac{3}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x $\frac{3}{4}$	10- $\frac{3}{8}$ x $\frac{3}{4}$	
Sillera — Pies												
Pie Bricado	2- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	
Sillera	2- $\frac{1}{2}$ x 1	2- $\frac{1}{2}$ x 1	2- $\frac{1}{2}$ x 1	2- $\frac{1}{2}$ x 1	2- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2- $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	
Descargas												
Tornillos de Unión	8- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	8- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	8- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	8- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	8- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	12- $\frac{3}{8}$ x 1 $\frac{1}{4}$	
Brida	12- $\frac{3}{8}$ x 1	12- $\frac{3}{8}$ x 1	12- $\frac{3}{8}$ x 1	12- $\frac{3}{8}$ x 1	12- $\frac{3}{8}$ x 1	20- $\frac{3}{8}$ x 1	20- $\frac{3}{8}$ x 1	20- $\frac{3}{8}$ x 1	20- $\frac{3}{8}$ x 1	20- $\frac{3}{8}$ x 1	20- $\frac{3}{8}$ x 1	
Brida con Computera	10- $\frac{3}{8}$ x 1	10- $\frac{3}{8}$ x 1	10- $\frac{3}{8}$ x 1	10- $\frac{3}{8}$ x 1	10- $\frac{3}{8}$ x 1	16- $\frac{3}{8}$ x 1	16- $\frac{3}{8}$ x 1	16- $\frac{3}{8}$ x 1	16- $\frac{3}{8}$ x 1	16- $\frac{3}{8}$ x 1	16- $\frac{3}{8}$ x 1	

Todos los tornillos son de cabeza hexagonal con tuercas hexagonales y rondanas.

Fuente: Catálogo de Martin

b.- En la tabla 4.19 determinar los tornillos requeridos para los elementos del transportador en relación al tamaño de los ejes de acoplamiento del transportador.

Tabla N° 4.19

Tornillos requeridos en relación al tamaño de los ejes de acoplamiento.

Nombre de la Parte	Tornillos Requeridos en Relación al Tamaño de los Ejes de Acoplamiento					
	1	1½	2	2½	3	3½
Rodamiento en la Tapa de Bronce en la Descarga	3 - ¾ x 1½	3 - ½ x 1½	3 - ¾ x 1½	3 - ¾ x 1½	3 - ¾ x 2	3 - ¾ x 2¼
de Bolas en la Descarga	3 - ¾ x 1½	3 - ½ x 1½	3 - ¾ x 1½	3 - ¾ x 1½	3 - ¾ x 2	3 - ¾ x 2¼
de Bronce de Pared	4 - ¾ x 1½	4 - ½ x 1½	4 - ¾ x 1½	4 - ¾ x 1½	4 - ¾ x 2	4 - ¾ x 2¼
de Bolas de Pared	4 - ¾ x 1½	4 - ½ x 1½	4 - ¾ x 1½	4 - ¾ x 1½	4 - ¾ x 2	4 - ¾ x 2¼
de Rodillos de Pared	4 - ¾ x 1½	4 - ½ x 2	4 - ¾ x 2¼	4 - ¾ x 2½	4 - ¾ x 2½	4 - ¾ x 3¼
de Bronce de piso	2 - ¾ x 1½	2 - ½ x 1½	2 - ¾ x 2	2 - ¾ x 2½	2 - ¾ x 2½	2 - ¾ x 2½
de Bolas de piso	2 - ¾ x 1½	2 - ½ x 2¼	2 - ¾ x 2½	2 - ¾ x 2½	2 - ¾ x 3½	2 - ¾ x 3½
de Rodillos de piso	2 - ¾ x 1½	2 - ½ x 2¼	2 - ¾ x 2½	2 - ¾ x 2½	2 - ¾ x 3	2 - ¾ x 3½
Rodamientos de Empuje de Rodillos, Tipo "E"		4 - ½ x 2¼	4 - ½ x 2½	4 - ½ x 3¼	4 - ¾ x 3½	4 - ¾ x 3½
Pernos de Acoplamiento	¾ x 2½	¾ x 3	¾ x 3½	¾ x 4½	¾ x 5-3/8" Tubo ¾ x 5¼" Tubo	¾ x 5½
Sellos, Ejes de Compresión, Bridado de Placa con Rodamiento de Bolas o Bronce de Placa con Rodamiento de Rodillos de Collarín Bipartido (Glándula)		4 - ½ x 1½ 4 - ½ x 2	4 - ½ x 1½ 4 - ½ x 2¼ 4 - ½ x 2½	4 - ½ x 1½ 4 - ½ x 2½ 4 - ½ x 3	4 - ½ x 1½ 4 - ½ x 2½ 4 - ¾ x 3	4 - ¾ x 1½ 4 - ¾ x 3 4 - ¾ x 3½
de Caja con Estopa con Rodamiento de Bolas o Bronce de Caja con Estopa con Rodamiento de Rodillos		2 - ½ x 1½ 4 - ½ x 3¼	2 - ½ x 1½ 4 - ¾ x 3½	2 - ½ x 1½ 4 - ¾ x 3½	2 - ½ x 1½ 4 - ¾ x 4	2 - ¾ x 2¼ 4 - ¾ x 4½

* Para pernos de acoplamiento especiales vaya a la página H-86. Todos los demás tornillos son de cabeza hexagonal con tuercas hexagonales y rondanas.

Fuente: Catálogo de Martin

4.2.11 Determinar el tamaño y el peso del tubo.

En la tabla N° 4.20 se puede apreciar las especificaciones técnicas del tubo del transportador helicoidal.

Tabla N° 4.20

Tamaños de tubos, dimensiones y pesos

Tamaño Nom. del Tubo (Pulgadas)	Díámetro Exterior (Pulgadas)	Cédula I.P.S.	Pared (Pulgadas)	Díámetro Interior (Pulgadas)	Peso/Pie lb	Tamaño Nom. del Tubo (Pulgadas)	Díámetro Exterior (Pulgadas)	Cédula I.P.S.	Pared (Pulgadas)	Díámetro Interior (Pulgadas)	Peso/Pie (lb)
¼	.405	10S	.049	.307	.1863	3	3.500	5S	.083	3.334	3.029
		40 40S Estándar	.068	.269	.2447			10S	.120	3.260	4.332
		80 80S Extra Pesado	.095	.215	.3145			40 40S Estándar	.216	3.068	7.576
¼	.540	10S	.065	.410	.3297	3	4.000	80 80S Extra Pesado	.300	2.900	10.25
		40 40S Estándar	.088	.364	.4248			160	.438	2.624	14.32
		80 80S Extra Pesado	.119	.302	.5351			XX Pesado	.600	2.300	18.58
¾	.675	10S	.065	.545	.4235	3	4.000	5S	.083	3.834	3.472
		40 40S Estándar	.091	.493	.5676			10S	.120	3.760	4.973
		80 80S Extra Pesado	.126	.423	.7388			40 40S Estándar	.226	3.548	9.109
¾	.840	10S	.065	.710	.5383	4	4.500	5S	.083	4.334	3.915
		40 40S Estándar	.109	.622	.8510			10S	.120	4.260	5.613
		80 80S Extra Pesado	.147	.546	1.088			40 40S Estándar	.237	4.026	10.79
1	1.050	10S	.065	.920	.6838	4	4.500	80 80S Extra Pesado	.337	3.826	14.98
		40 40S Estándar	.113	.824	1.131			120	.438	3.624	19.00
		80 80S Extra Pesado	.154	.742	1.474			160	.531	3.438	22.51
1	1.315	10S	.065	1.185	.8678	4	4.500	XX Pesado	.674	3.152	27.54
		40 40S Estándar	.109	1.097	1.404			5S	.109	5.345	6.349
		80 80S Extra Pesado	.179	.957	2.172			10S	.134	5.295	7.770
1 ¼	1.660	10S	.065	1.530	1.107	5	5.563	40 40S Estándar	.258	5.047	14.62
		40 40S Estándar	.140	1.380	2.273			80 80S Extra Pesado	.375	4.813	20.78
		80 80S Extra Pesado	.191	1.278	2.997			120	.500	4.563	27.04
1 ½	1.900	10S	.065	1.770	1.274	5	5.563	160	.625	4.313	32.96
		40 40S Estándar	.145	1.610	2.718			XX Pesado	.750	4.063	38.55
		80 80S Extra Pesado	.200	1.500	3.631			5S	.109	6.407	9.914
2	2.375	10S	.065	2.245	1.604	6	6.625	10S	.134	6.407	13.40
		40 40S Estándar	.154	2.067	3.653			40 40S Estándar	.280	6.065	18.97
		80 80S Extra Pesado	.218	1.939	5.022			80 80S Extra Pesado	.432	5.761	28.57
2 ¼	2.875	10S	.065	2.709	2.475	6	6.625	120	.562	5.491	36.39
		40 40S Estándar	.191	2.278	2.997			160	.718	5.189	45.30
		80 80S Extra Pesado	.276	2.323	7.661			XX Pesado	.864	4.897	53.16
2 ½	3.375	10S	.065	3.173	2.949	8	8.625	5S	.109	8.407	9.914
		40 40S Estándar	.191	2.748	3.471			20	.148	8.329	13.40
		80 80S Extra Pesado	.276	2.693	7.661			30	.250	8.125	22.36
3	3.875	10S	.065	3.637	3.513	8	8.625	40 40S Estándar	.322	7.981	28.55
		40 40S Estándar	.218	3.168	7.444			60	.406	7.813	35.64
		80 80S Extra Pesado	.343	3.039	10.022			80 80S Extra Pesado	.500	7.625	43.39
3 ½	4.375	10S	.065	4.099	3.983	10	10.750	100	.593	7.439	50.87
		40 40S Estándar	.218	3.638	8.125			120	.718	7.189	60.63
		80 80S Extra Pesado	.343	3.509	10.750			140	.812	7.001	67.76
4	4.875	10S	.065	4.557	4.421	10	10.750	160	.906	6.813	74.69
		40 40S Estándar	.218	4.092	9.029			5S	.134	10.482	15.19
		80 80S Extra Pesado	.343	3.963	12.144			10S	.165	10.420	18.70
4 ½	5.375	10S	.065	5.015	4.875	10	10.750	20	.250	10.250	28.04
		40 40S Estándar	.218	4.550	10.022			30	.307	10.136	34.24
		80 80S Extra Pesado	.343	4.421	13.146			40 40S Estándar	.365	10.020	40.48
5	5.875	10S	.065	5.473	5.329	10	10.750	60 80S Extra Pesado	.500	9.750	54.74
		40 40S Estándar	.218	5.008	12.144			80	.593	9.564	64.33
		80 80S Extra Pesado	.343	4.879	15.268			100	.718	9.224	76.93
5 ½	6.375	10S	.065	5.931	5.783	10	10.750	120	.843	9.064	89.20
		40 40S Estándar	.218	5.466	12.144			140	1.000	8.750	104.1
		80 80S Extra Pesado	.343	5.337	15.268			160	1.125	8.500	115.7

NOTA:
Los pesos indicados son en libras por pie, basados en el espesor promedio de la pared del tubo. Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el peso por pie:

W = 10.66 (D-t)t
W = peso en libras por pie (4 dígitos)
D = Diám. Exterior en pulgadas (con tres decimales)
t = Espesor de la pared en decimales (tres decimales)

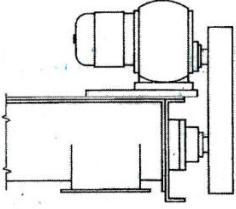
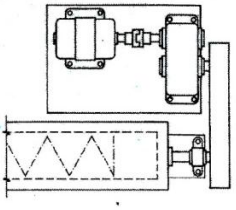
Todos los pesos se indican con 4 dígitos.

Fuente: Catálogo de Martin

4.2.12 Paso 12: Arreglos típicos de transmisión de transportadores helicoidales.

Seleccione uno de los tipos de transmisión más comunes para transportadores helicoidales que se muestran a continuación.

Figura N° 4.2
Arreglos típicos de transmisión

Transmisión de Motorreductor	 <p align="center">(Vista lateral)</p>	Motorreductor integral con transmisión de cadena al eje del transportador. Normalmente está montado en la parte superior de la artesa sobre un adaptador de placa
Transmisión de Reductor Montado en Base	 <p align="center">(Vista superior)</p>	El motor se acopla directamente al reductor, con transmisión de cadena al eje motriz del transportador. Normalmente se instala en el piso lo más cerca posible del transportador.

Fuente: Catálogo de Martin

4.2.13 Paso 13.- Selección de los componentes.

a.- Seleccione los componentes básicos en las tablas 4.5, como son diámetro del helicoidal, diámetro del eje, calibre de la artesa y de la cubierta de acuerdo con la serie de componentes para el material indicado en la tabla 4.2.

b.- Con los datos determinados hasta este paso, seleccione el resto de componentes que conforman el transportador helicoidal tomando en cuenta las debidas consideraciones y criterios técnicos que se indican en las siguientes tablas.

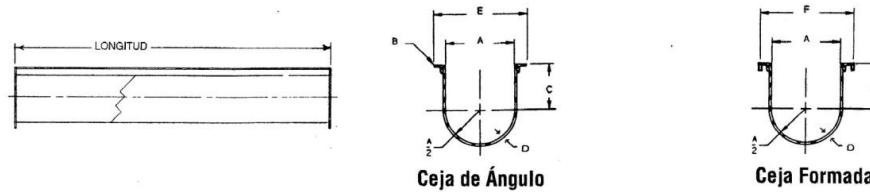
4.2.13.1 Información requerida.

- Diámetro del helicoidal
- Diámetro del eje
- Grupo de componentes del material
- Características inusuales del material

4.2.13.2 Selección de la artesa

Las artesas estándar de los transportadores tienen un cuerpo de acero en forma de “U” con cejas de ángulo o formadas en la parte superior.

Tabla N° 4.21
Características de artesa en “U”



Diámetro del Transportador	D	Ceja de Ángulo	Artesa con Ceja de Ángulo				Artesa con Ceja Formada ▲				A	B	C	E	F	
			Peso lb		Peso lb		Número de Parte	Peso lb		Peso lb						
			Largo 10**	Largo 5**	Largo 12**	Largo 6**		Largo 10**	Largo 5**	Largo 12**						Largo 6**
4	16 Cal.	4CTA16	53	29	—	—	4CTF16	41	23	—	—	5	1	3%	7¼	7¼
4	14	4CTA14	60	33	—	—	4CTF14	50	28	—	—				7⅝	7¼
4	12	4CTA12	78	42	—	—	4CTF12	70	38	—	—				7¼	7¼
6	16 Cal.	6CTA16	67	44	—	—	6CTF16	55	32	—	—	7	1¼	4½	9¾	9¾
6	14	6CTA14	78	49	—	—	6CTF14	67	38	—	—				9⅞	9⅞
6	12	6CTA12	101	60	—	—	6CTF12	91	50	—	—				9¾	9¾
6	10	6CTA10	123	73	—	—	6CTF10	117	64	—	—				9¾	9¾
6	¾	6CTA7	164	86	—	—	6CTF7	150	79	—	—				9¾	9¾
9	16 Cal.	9CTA16	113	66	—	—	9CTF16	83	51	—	—	10	1½	6%	13¾	13¾
9	14	9CTA14	127	73	—	—	9CTF14	99	59	—	—				13¾	13¾
9	12	9CTA12	156	87	—	—	9CTF12	132	75	—	—				13¾	13¾
9	10	9CTA10	176	102	—	—	9CTF10	164	91	—	—				13¾	13¾
9	¾	9CTA7	230	124	—	—	9CTF7	214	116	—	—				13¾	13¾
9	½	9CTA3	286	152	—	—	9CTF3	276	147	—	—				13¾	13¾
10	16 Cal.	10CTA16	118	69	—	—	10CTF16	88	54	—	—	11	1½	6%	14¼	14¼
10	14	10CTA14	133	76	—	—	10CTF14	105	62	—	—				14¼	14¼
10	12	10CTA12	164	92	—	—	10CTF12	140	80	—	—				14¼	14¼
10	10	10CTA10	178	102	—	—	10CTF10	167	91	—	—				14¼	14¼
10	¾	10CTA7	233	131	—	—	10CTF7	217	123	—	—				14¼	14¼
10	½	10CTA3	306	163	—	—	10CTF3	296	158	—	—				14¼	14¼
12	12 Cal.	12CTA12	197	113	236	135	12CTF12	164	95	197	114	13	2	7%	17¼	17¼
12	10	12CTA10	234	133	281	160	12CTF10	187	117	224	140				17¾	17¾
12	¾	12CTA7	294	164	353	197	12CTF7	272	150	326	180				17¾	17¾
12	½	12CTA3	372	203	446	244	12CTF3	357	194	428	233				17¾	17¾
14	12 Cal.	14CTA12	214	121	257	145	14CTF12	183	102	219	122	15	2	9%	19¼	19¼
14	10	14CTA10	258	143	309	172	14CTF10	207	127	248	152				19¾	19¾
14	¾	14CTA7	328	180	394	216	14CTF7	304	168	365	202				19¾	19¾
14	½	14CTA3	418	224	501	269	14CTF3	403	215	483	258				19¾	19¾
16	12 Cal.	16CTA12	238	133	285	160	16CTF12	206	107	247	128	17	2	10%	21¼	21¼
16	10	16CTA10	288	159	345	191	16CTF10	234	144	281	173				21¾	21¾
16	¾	16CTA7	368	200	442	240	16CTF7	345	188	414	226				21¾	21¾
16	½	16CTA3	471	243	565	291	16CTF3	455	228	546	273				21¾	21¾
18	12 Cal.	18CTA12	252	159	302	191	18CTF12	240	133	268	160	19	2½	12%	24¼	24¼
18	10	18CTA10	353	170	423	204	18CTF10	269	165	323	198				24¾	24¾
18	¾	18CTA7	444	243	533	291	18CTF7	394	217	473	260				24¾	24¾
18	½	18CTA3	559	298	671	358	18CTF3	520	275	624	330				24¾	24¾
20	10 Cal.	20CTA10	383	228	460	274	20CTF10	296	190	355	228	21	2½	13%	26¾	26¾
20	¾	20CTA7	484	271	581	325	20CTF7	434	247	521	296				26¾	26¾
20	½	20CTA3	612	334	734	401	20CTF3	573	315	687	378				26¾	26¾
24	10 Cal.	24CTA10	443	255	531	306	24CTF10	384	227	461	272	25	2½	16%	30¾	30¾
24	¾	24CTA7	563	319	676	383	24CTF7	514	293	617	352				30¾	30¾
24	½	24CTA3	717	363	860	435	24CTF3	678	339	813	406				30¾	30¾

Todas las artesas están disponibles en otros materiales como acero inoxidable, acero resistente a la abrasión, etc.

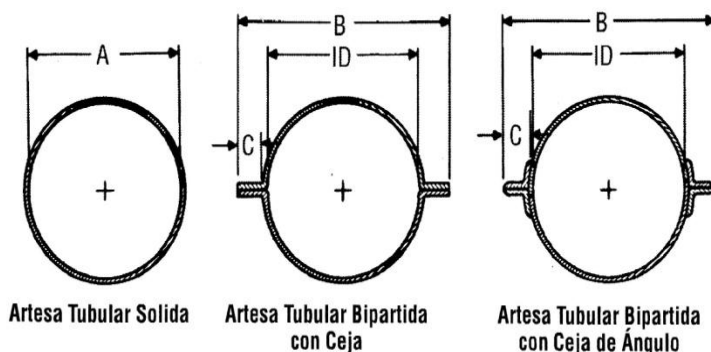
▲ Calibres Estándar.

▲ Ceja de doble formado estándar en todos los tamaños estándar en calibre 10.

Fuente: Catálogo de Martin

Las artesas tubulares para transportadores helicoidales son a prueba de polvo y de la intemperie, y pueden operar llenas de material.

Tabla N° 4.22
Características de artesa tubular



Diámetro del Transportador	Espesor de la Artesa	Artesa Tubular				Ceja Formada		Ceja de Ángulo		A	B	C
		No. de Parte	Peso lb		No. de Parte	Peso 10' lb	No. de Parte	Peso 10' lb				
			Largo 10'	Largo 5'								
4	16 Cal.	4CHT16			4CHT16-F	43	4CHT16-A	81	5	7 7/8	1	
4	14	4CHT14	60	31	4CHT14-F	53	4CHT14-A	89				
4	12	4CHT12			4CHT12-F	74	4CHT12-A	106				
6	16 Cal.	6CHT16	50	27	6CHT16-F	60	6CHT16-A	110	7	9 9/16	1 1/4	
6	14	6CHT14	62	33	6CHT14-F	75	6CHT14-A	122				
6	12	6CHT12	85	44	6CHT12-F	103	6CHT12-A	145				
6	10	6CHT10	109	56	6CHT10-F	133	6CHT10-A	187				
6	3/16	6CHT7	145	74	6CHT7-F	168	6CHT7-A	205				
9	16 Cal.	9CHT16	72	39	9CHT16-F	84	9CHT16-A	131	10	12 1/2	1 1/4	
9	14	9CHT14	89	47	9CHT14-F	104	9CHT14-A	148				
9	12	9CHT12	122	64	9CHT12-F	143	9CHT12-A	181				
9	10	9CHT10	155	80	9CHT10-F	182	9CHT10-A	214				
9	3/16	9CHT7	208	107	9CHT7-F	245	9CHT7-A	267				
9	1/4	9CHT3	275	140	9CHT3-F	324	9CHT3-A	334				
10	16 Cal.	10CHT16	79	42	10CHT16-F	91	10CHT16-A	138	11	13 3/8	1 1/4	
10	14	10CHT14	97	52	10CHT14-F	112	10CHT14-A	156				
10	12	10CHT12	133	70	10CHT12-F	154	10CHT12-A	192				
10	10	10CHT10	169	88	10CHT10-F	196	10CHT10-A	228				
10	3/16	10CHT7	227	117	10CHT7-F	264	10CHT7-A	286				
10	1/4	10CHT3	301	154	10CHT3-F	350	10CHT3-A	360				
12	12 Cal.	12CHT12	163	88	12CHT12-F	193	12CHT12-A	235	13	16 1/4	1 1/2	
12	10	12CHT10	208	111	12CHT10-F	247	12CHT10-A	280				
12	3/16	12CHT7	275	144	12CHT7-F	328	12CHT7-A	347				
12	1/4	12CHT3	362	188	12CHT3-F	432	12CHT3-A	434				
14	12 Cal.	14CHT12	187	101	14CHT12-F	217	14CHT12-A	259	15	18 1/4	1 1/2	
14	10	14CHT10	236	126	14CHT10-F	275	14CHT10-A	308				
14	3/16	14CHT7	316	166	14CHT7-F	369	14CHT7-A	388				
14	1/4	14CHT3	416	216	14CHT3-F	486	14CHT3-A	488				
16	12 Cal.	16CHT12	212	114	16CHT12-F	242	16CHT12-A	310	17	21 1/4	2	
16	10	16CHT10	268	142	16CHT10-F	307	16CHT10-A	366				
16	3/16	16CHT7	358	187	16CHT7-F	411	16CHT7-A	456				
16	1/4	16CHT3	472	244	16CHT3-F	542	16CHT3-A	570				
18	12 Cal.	18CHT12	242	133	18CHT12-F	280	18CHT12-A	340	19	23 1/4	2	
18	10	18CHT10	304	164	18CHT10-F	352	18CHT10-A	402				
18	3/16	18CHT7	405	214	18CHT7-F	471	18CHT7-A	503				
18	1/4	18CHT3	533	278	18CHT3-F	621	18CHT3-A	631				
20	10 Cal.	20CHT10	335	188	20CHT10-F	381	20CHT10-A	433	21	25 5/16	2	
20	3/16	20CHT7	446	237	20CHT7-F	510	20CHT7-A	544				
20	1/4	20CHT3	586	307	20CHT3-F	671	20CHT3-A	684				
24	10 Cal.	24CHT10	399	215	24CHT10-F	445	24CHT10-A	497	25	29 9/16	2	
24	3/16	24CHT7	531	281	24CHT7-F	594	24CHT7-A	629				
24	1/4	24CHT3	699	365	24CHT3-F	784	24CHT3-A	797				

□ Calibres Estándar.

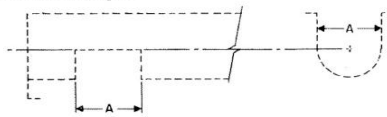
Fuente: Catálogo de Martin

4.2.13.3 Selección de la descarga

La descarga de uso más común es la estándar. La brida está barrenada de acuerdo a los estándares CEMA. En la tabla 4.23 se obtiene las características de las descargas estándar de acuerdo al diámetro del transportador.

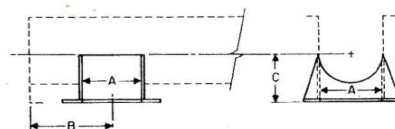
Tabla N° 4.23
Características de descarga estándar

Abertura Simple



Las boquillas de abertura simple se cortan en las artesas para permitir la descarga libre del material.

Descarga Estándar



Las boquillas fijas se fabrican de acuerdo al tamaño y el espesor de la artesa. Se pueden suministrar sueltas o instaladas en la artesa.

Diámetro del Transportador	A	B	C	D	G	H	F
4	5	4½	3¾	¾	5½	11	2½
6	7	6	5	¾	6½	14	3½
9	10	8	7¼	¾	8	19	5
10	11	9	7¾	¾	8½	20	5½
12	13	10½	8¾	¾	10¼	24	6½
14	15	11½	10½	¾	11½	27	7½
16	17	13½	11¾	¾	12½	30	8½
18	19	14½	12¾	¾	13¾	33	9½
20	21	15½	13¾	¾	14¾	36	10½
24	25	17½	15¾	¾	16¾	42	12½

Diámetro del Transportador	Espesor de la Artesa, Calibre	Espesor de la Descarga y de la Compuerta, Calibre	Número de Parte			Peso lb		
			Descarga Estándar		Descarga a Tapa Final	Descarga Estándar		Descarga a Tapa Final
			Sencilla	Con Compuerta		Sencilla	Con Compuerta	
4	16-14	14	4TSD14	4TSDS14	4TSD14	2	6	1.5
4	12	12	4TSD12	4TSDS12	4TSD12	3	7	2.25
6	14-12	14	6TSD14	6TSDS14	6TSD14	4	11	3.0
6	¾	12	6TSD12	6TSDS12	6TSD12	6	13	4.50
9	16-14-12-10	14	9TSD14	9TSDS14	9TSD14	8	18	6.0
9	¾-¾	10	9TSD10	9TSDS10	9TSD10	13	22	9.75
10	14-12-10	14	10TSD14	10TSDS14	10TSD14	10	21	7.5
10	¾-¾	10	10TSD10	10TSDS10	10TSD10	16	27	12.0
12	12-10	12	12TSD12	12TSDS12	12TSD12	17	36	12.75
12	¾-¾	¾	12TSD7	12TSDS7	12TSD7	29	48	21.75
14	12-10	12	14TSD12	14TSDS12	14TSD12	22	46	16.50
14	¾-¾	¾	14TSD7	14TSDS7	14TSD7	38	62	28.50
16	12-10	12	16TSD12	16TSDS12	16TSD12	21	49	15.75
16	¾-¾	¾	16TSD7	16TSDS7	16TSD7	40	68	30.0
18	12-10	12	18TSD12	18TSDS12	18TSD12	32	69	24.0
18	¾-¾	¾	18TSD7	18TSDS7	18TSD7	60	97	45.0
20	10	12	20TSD12	20TSDS12	20TSD12	40	91	30.0
20	¾-¾	¾	20TSD7	20TSDS7	20TSD7	67	118	50.25
24	10	12	24TSD12	24TSDS12	24TSD12	52	116	39.0
24	¾-¾	¾	24TSD7	24TSDS7	24TSD7	87	151	65.25

Calibres Estándar.

Fuente: Catálogo de Martin

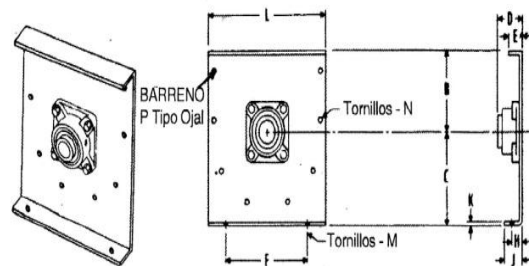
4.2.13.4 Selección de tapas de artesa o tapas laterales.

Las tapas de artesas exteriores con pie se usan comúnmente cuando se necesita base o soporte y porque en ellas se pueden apoyar chumaceras. En la tabla N° 4.24 se obtiene las características de las tapas laterales para artesa en “U” de acuerdo al diámetro del transportador, y en la tabla N° 4.25 se obtiene las características para tapas laterales para artesas tubulares.

Tabla N° 4.24

Características de las tapas laterales exteriores con pie de brida para artesa en “U”

Exterior con Pie



Diámetro del Transportador	Diám. de Eje	▲ Número de Parte	B	C	D			E	F	H	J	K	L	M	N	Peso (lb)	P Ojal
					Rodamiento de Fricción	Rodamiento de Bolas	Rodamiento de Rodillos										
4	1	4TEF2-*	3 3/8	4 1/2	2 1/8	1 1/2	—	1 1/8	5 1/4	1	1 1/8	1/4	8 3/8	3/8	3/8	4	7/16 x 3/16
6	1 1/2	6TEF3-*	4 1/2	5 5/8	3 3/16	2 3/8	3 11/16	1 1/2	8 3/8	1	1 3/4	1/4	10 3/8	3/8	3/8	7	7/16 x 3/16
9	1 1/2 2	9TEF3-*	6 1/8	7 7/8	3 3/16	2 3/8	3 11/16	1 1/8	9 3/8	1 1/2	2 3/8	1/4	13 3/4	1/2	3/8	12	7/16 x 3/16
		9TEF4-*	6 1/8	7 7/8	4 3/16	2 3/8	3 3/8	1 1/8	9 3/8	1 1/2	2 3/8	1/4	13 3/4	1/2	3/8	12	7/16 x 3/16
10	1 1/2 2	10TEF3-*	6 3/8	8 1/8	3 3/16	2 3/8	3 11/16	1 1/4	9 1/2	1 3/4	2 3/8	1/4	14 3/4	1/2	3/8	14	7/16 x 3/16
		10TEF4-*	6 3/8	8 1/8	4 3/16	2 3/8	3 3/8	1 1/4	9 1/2	1 3/4	2 3/8	1/4	14 3/4	1/2	3/8	14	7/16 x 3/16
12	2 2 1/16 3	12TEF4-*	7 1/4	9 3/8	5	2 3/8	3 3/8	2	12 1/4	1 3/4	2 3/4	1/4	17 1/4	5/8	1/2	23	3/16 x 1 1/16
		12TEF5-*	7 1/4	9 3/8	5 1/2	2 3/8	4 1/2	2	12 1/4	1 3/4	2 3/4	1/4	17 1/4	5/8	1/2	23	3/16 x 1 1/16
		12TEF6-*	7 1/4	9 3/8	5 3/4	3 3/8	4 3/8	2	12 1/4	1 3/4	2 3/4	1/4	17 1/4	5/8	1/2	23	3/16 x 1 1/16
14	2 1/16 3	14TEF5-*	9 1/4	10 3/8	5 1/2	2 3/8	4 3/8	2	13 1/2	1 3/4	2 3/4	1/4	19 1/4	5/8	1/2	38	3/16 x 1 1/16
		14TEF6-*	9 1/4	10 3/8	5 3/4	3 3/8	4 3/8	2	13 1/2	1 3/4	2 3/4	1/4	19 1/4	5/8	1/2	38	3/16 x 1 1/16
16	3	16TEF6-*	10 3/4	12 1/2	5 1/2	3 3/8	5	2 1/2	14 3/4	2	3 3/4	3/8	21 1/4	5/8	3/8	45	1 1/16 x 1 3/16
18	3 3 1/16	18TEF6-*	12 1/2	13 3/8	5 1/2	3 3/8	5	2 1/2	16	2	3 3/4	3/8	24 1/4	5/8	3/8	67	1 1/16 x 1 3/16
		18TEF7-*	12 1/2	13 3/8	6 3/16	4 3/8	5 3/8	2 1/2	16	2	3 3/4	3/8	24 1/4	5/8	3/8	67	1 1/16 x 1 3/16
20	3 3 1/16	20TEF6-*	13 1/2	15	5 3/4	3 3/8	5 3/8	2 1/2	19 1/4	2 1/4	3 3/4	3/8	26 1/4	3/4	3/8	120	1 1/16 x 1 3/16
		20TEF7-*	13 1/2	15	7	4 3/8	5 3/8	2 1/2	19 1/4	2 1/4	3 3/4	3/8	26 1/4	3/4	3/8	120	1 1/16 x 1 3/16
24	3 1/16	24TEF7-*	16 1/2	18 1/2	7	4 3/8	5 3/8	2 1/2	20	2 1/2	4 3/8	3/8	30 1/4	3/4	3/8	162	1 1/16 x 1 3/16

▲ Puede ser suministrada con sellos CSP, CSW o CSFP

-*BB Rodamiento de Bolas.
-*BR Rodamiento de Bronce.

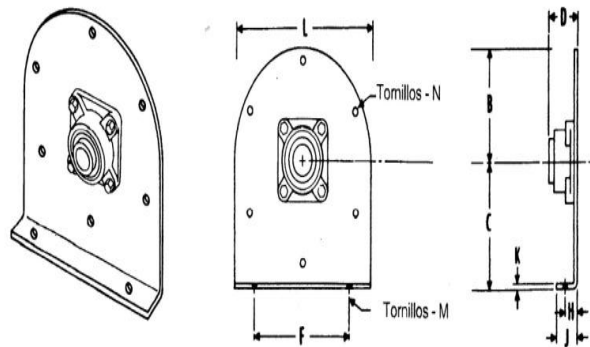
-*RB Rodamiento de Rodillos.
-*P Sin Rodamiento.

Fuente: Catálogo de Martin

Tabla N° 4.25

Características de las tapas laterales exteriores con pie de brida para artesa tubular

Exterior con Pie



Diámetro del Transportador	Diámetro del Eje	Número de Parte	B	C	D			F	H	J	K	L	M	N	Peso lb
					Rodamiento de Fricción	Rodamiento de Bolas	Rodamiento de Rodillos								
4	1	4CHTEF2-*	4	4½	2½ _{BB}	1½		5¼	1	1½	¼	8	¾	¾	3
6	1½	6CHTEF3-*	5½	5½	3½ _{BB}	2½	3¼ _{BB}	8½	1	1½	¼	10½	¾	¾	5
9	1½ 2	9CHTEF3-*	6½	7½	3¼	2½	3¼ _{BB}	9½	1½	2½	¼	13¼	½	¾	10
		9CHTEF4-*	6½	7½	4¼	2½	3¼ _{BB}	9½	1½	2½	¼	13¼	½	¾	10
10	1½ 2	10CHTEF3-*	7½	8½	3¼	2½	3¼ _{BB}	9½	1½	2½	¼	14¼	½	¾	12
		10CHTEF4-*	7½	8½	4¼	2½	3¼ _{BB}	9½	1½	2½	¼	14¼	½	¾	12
12	2 2½ _{BB} 3	12CHTEF4-*	8½	9½	4¼	2½ _{BB}	3½	12¼	1½	2½	¼	16¼	¾	½	22
		12CHTEF5-*	8½	9½	5¼	2½ _{BB}	4½	12¼	1½	2½	¼	16¼	¾	½	22
		12CHTEF6-*	8½	9½	6¼	3¼	4½ _{BB}	12¼	1½	2½	¼	16¼	¾	½	22
14	2½ _{BB} 3	14CHTEF5-*	9½	10½	5½ _{BB}	2½ _{BB}	4½ _{BB}	13½	1½	2½	¼	18¼	¾	½	24
		14CHTEF6-*	9½	10½	6½ _{BB}	3¼	4½ _{BB}	13½	1½	2½	¼	18¼	¾	½	24
16	3	16CHTEF6-*	10½	12	6½ _{BB}	3¼ _{BB}	5	14½	2	3¼	½	21¼	¾	¾	44
18	3 3½ _{BB}	18CHTEF6-*	12½	13½	6½	3¼ _{BB}	5	16	2	3¼	¾	24¼	¾	¾	56
		18CHTEF7-*	12½	13½	7½	4½ _{BB}	5½ _{BB}	16	2	3¼	¾	24¼	¾	¾	56
20	3 3½ _{BB}	20CHTEF6-*	13½	15	6½	3¼	5½ _{BB}	19¼	2¼	3¼	¾	26¼	¾	¾	92
		20CHTEF7-*	13½	15	7½	4¼	5½ _{BB}	19¼	2¼	3¼	¾	26¼	¾	¾	92
24	3½ _{BB}	24CHTEF7-*	15½	18½	7½	4¼	5½	20	2½	4¼	¾	30¼	¾	¾	134

-BB Rodamientos de Bola.

-BR Rodamiento de Bronce.

Para el Patron de Tornillo ver Pagina H-43.

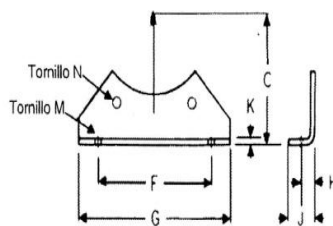
-RB Sin Rodamiento.

Fuente: Catálogo de Martin

4.2.13.5 Selección de pie de brida

Son soportes que se usan para apoyar el transportador en las uniones de las artesas. En la tabla N° 4.26 se obtiene las características de pies de bridas para transportadores de acuerdo a su diámetro.

Tabla N° 4.26
Características de pies de bridas para transportadores



Pie de Brida

Estos soportes se usan para apoyar el transportador en las uniones de las artesas.

Diámetro del Transportador	Número de Parte		Peso lb	
	Silleta	Pie de Brida	Silleta	Pie de Brida
4	4TS	4TFF	1.5	1.5
6	6TS	6TFF	2.0	2.0
9	9TS	9TFF	4.5	4.5
10	10TS	10TFF	5.0	5.0
12	12TS	12TFF	6.0	6.0
14	14TS	14TFF	7.0	7.0
16	16TS	16TFF	8.0	7.5
18	18TS	18TFF	10 9.5	
20	20TS	20TFF	13 12.5	
24	24TS	24TFF	15 14.5	

Diámetro del Transportador	C	E	F	G	H	J	K	M*	N
4	4 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{8}$	5 $\frac{1}{4}$	7 $\frac{1}{2}$	1	1 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$
6	5 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{4}$	8 $\frac{1}{2}$	10	1 $\frac{1}{4}$	2	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$
9	7 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	12	1 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$
10	8 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$
12	9 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{4}$	15	1 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{2}$
14	10 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{3}{4}$	13 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{3}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{2}$
16	12	1 $\frac{3}{4}$	14 $\frac{1}{2}$	18	2	3 $\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$
18	13 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{3}{4}$	16	19 $\frac{1}{2}$	2	3 $\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$
20	15	2 $\frac{1}{4}$	19 $\frac{1}{4}$	22 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$
24	18 $\frac{1}{8}$	2 $\frac{1}{4}$	20	24	2 $\frac{1}{4}$	4	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$

Fuente: Catálogo de Martin

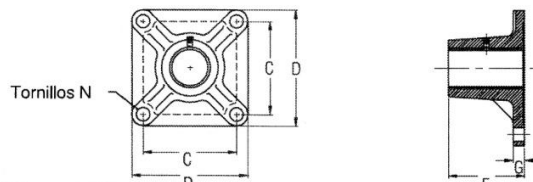
4.2.13.6 Selección de rodamientos montados sobre la tapa de artesa

En la tabla N° 4.27 determine el tipo de rodamiento a utilizar. Estos rodamientos soportan las cargas radiales que se generan en los extremos del tornillo.

Tabla N° 4.27

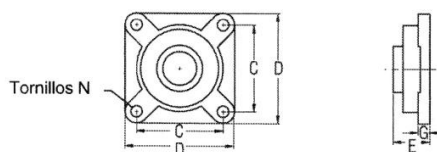
Selección de rodamientos de pared

• Rodamiento de Bronce con Brida o de Pared



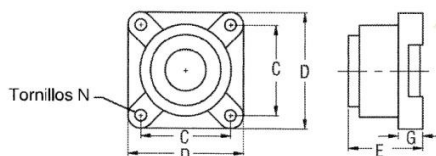
Barreno	Número de Parte	C	D	E	G	N
1	TEB2BR	2 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{3}{4}$	2	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{8}$
1 $\frac{1}{2}$	TEB3BR	4	5 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
2	TEB4BR	5 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{3}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{5}{8}$
2 $\frac{1}{2}$	TEB5BR	5 $\frac{5}{8}$	7 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{3}{16}$	1	$\frac{5}{8}$
3	TEB6BR	6	7 $\frac{3}{4}$	5 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$
3 $\frac{1}{2}$	TEB7BR	6 $\frac{3}{4}$	9 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$

• Rodamiento de Bolas con Brida o de Pared



Barreno	Número de Parte	C	D	E	G	N
1	TEB2BB	2 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$
1 $\frac{1}{2}$	TEB3BB	4	5 $\frac{1}{2}$	2	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{2}$
2	TEB4BB	5 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{8}$
2 $\frac{1}{2}$	TEB5BB	5 $\frac{5}{8}$	7	2 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{8}$
3	TEB6BB	6	7 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$
3 $\frac{1}{2}$	TEB7BB	6 $\frac{3}{4}$	8 $\frac{1}{8}$	4	1	$\frac{3}{4}$

• Rodamiento de Rodillos con Brida o de Pared



Barreno	Número de Parte	C	D	E	G	N
1 $\frac{1}{2}$	TEB3R	4 $\frac{1}{8}$	5 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{16}$	$\frac{1}{2}$
2	TEB4R	4 $\frac{3}{8}$	5 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{1}{16}$	$\frac{1}{2}$
2 $\frac{1}{2}$	TEB5R	5 $\frac{1}{8}$	6 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$
3	TEB6R	6	7 $\frac{3}{4}$	4 $\frac{1}{16}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$
3 $\frac{1}{2}$	TEB7R	7	9 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$

Fuente: Catálogo de Martin

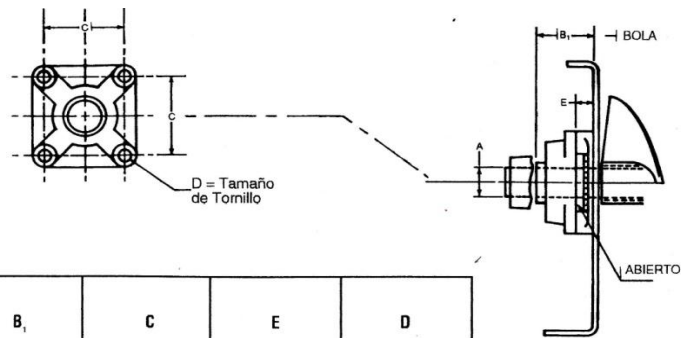
4.2.13.7 Selección de sello para eje

Los sellos previenen la contaminación del material transportado o evita que el material se fugue del sistema.

Seleccione uno de los sellos más utilizados que se indican en la tabla 4.28

Tabla N° 4.28
Selección de sello para eje

Sello para Salida de Producto



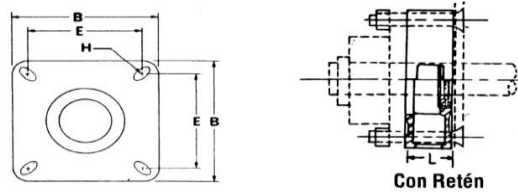
Dimensiones en pulgadas y peso promedio en libras.

A	Número de Parte	Peso (lb)	B ₁	C	E	D
1	CSFP2	1.75	2 ¹ / ₈	2 ³ / ₄	1 ¹ / ₁₆	3 ¹ / ₈
1 ¹ / ₂	CSFP3	3.4	2 ⁵ / ₁₆	4	7 ¹ / ₁₆	1 ¹ / ₂
2	CSFP4	5.3	3 ³ / ₁₆	5 ¹ / ₁₆	7 ¹ / ₁₆	5 ¹ / ₈
2 ¹ / ₁₆	CSFP5	5.8	3 ¹ / ₁₆	5 ¹ / ₁₆	7 ¹ / ₁₆	5 ¹ / ₈
3	CSFP6	7.2	4 ³ / ₁₆	6	7 ¹ / ₁₆	3 ¹ / ₄
3 ¹ / ₁₆	CSFP7	—	4 ³ / ₃₂	6 ³ / ₄	1	3 ¹ / ₄

Fuente: Catálogo de Martin

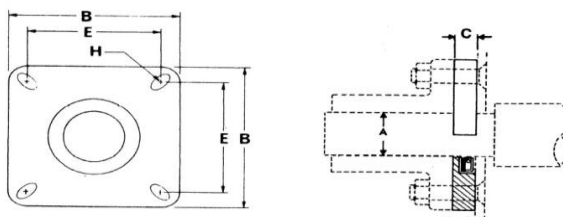
Tabla N° 4.28 (Continuación)
Selección de sello para eje

Sello de Caja con Estopa



A	Número de Parte	B	L	E		Tornillos H		Peso (lb)
				(-B)	(-R)	(-B)	(-R)	
1 ¹ / ₂	CSW3	5 ¹ / ₁₆	1 ¹ / ₂	4	4 ¹ / ₄	1/2	1/2	6
2	CSW4	6 ¹ / ₁₆	1 ³ / ₄	5 ¹ / ₁₆	4 ³ / ₄	3/4	3/4	8
2 ¹ / ₁₆	CSW5	7 ¹ / ₁₆	1 ¹ / ₂	5 ¹ / ₁₆	5 ¹ / ₁₆	3/4	3/4	10
3	CSW6	7 ¹ / ₁₆	1 ¹ / ₂	6	6	3/4	3/4	13
3 ¹ / ₁₆	CSW7	9 ¹ / ₁₆	2 ¹ / ₄	6 ³ / ₁₆	7	3/4	3/4	16

Sello de Placa



A	Número de Parte	B	C	E		Tornillos H		Peso (lb)
				(-B)	(-R)	(-B)	(-R)	
1 ¹ / ₂	CSP3	5 ¹ / ₁₆	1/2	4	4 ¹ / ₄	1/2	1/2	2
2	CSP4	6 ¹ / ₁₆	1/2	5 ¹ / ₁₆	4 ³ / ₄	3/4	3/4	3
2 ¹ / ₁₆	CSP5	7 ¹ / ₁₆	1/2	5 ¹ / ₁₆	5 ¹ / ₁₆	3/4	3/4	4
3	CSP6	7 ¹ / ₁₆	1/2	6	6	3/4	3/4	5
3 ¹ / ₁₆	CSP7	9 ¹ / ₁₆	3/4	6 ³ / ₁₆	7	3/4	3/4	8

Fuente: Catálogo de Martin

El sello para salida de producto es un sello para polvo y está diseñado para insertarse entre la tapa de la artesa y el rodamiento de bolas de pared. La caja de hierro colado está abierta

por los cuatro lados para permitir la caída del producto que pudiera salirse del sello y/o el lubricante que pudiera provenir del sello.

Los sellos de caja con estopa pueden ser instalados con rodamientos de bolas o de rodillos de pared.

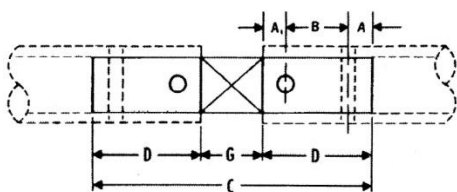
Los sellos de placa son los más comunes y los más económicos y pueden ser instalados con rodamientos de bolas o de rodillos de pared.

4.2.13.8 Selección de ejes de acoplamiento de helicoidales.

Los ejes de acoplamiento se utilizan para unir tramos de helicoidales dentro del transportador y para permitir la rotación dentro del buje del colgante. Estos ejes normalmente son de acero C-1045, sin embargo, cuando se transportan materiales muy abrasivos también pueden ser ejes con superficies endurecidas en la zona donde trabaja el buje del colgante. En la tabla 4.29 seleccione el eje de acoplamiento para el transportador

Tabla N° 4.29
Ejes de acoplamiento

Acoplamiento



Diámetro de Eje	Número de Parte*	A ₁	A	B	C	D	G	Peso lb
1	CC2	½	½	2	7½	3	1½	1.5
1½	CC3	¾	¾	3	11½	4¾	2	5.6
2	CC4	¾	¾	3	11½	4¾	2	9.8
2¾	CC5	1½	1½	3	12¾	4¾	3	15.4
3	CC6	1	1	3	13	5	3	23.8
3¾	CC7	1½	1½	4	17½	6¾	4	44.5

*Agregue - H para ejes endurecidos.

El eje se endurece por inducción únicamente en la zona de operación del buje del colgante a 40-50 RC.

Fuente: Catálogo de Martin

4.2.13.9 Selección de ejes terminales

Los ejes terminales solo sirven para apoyar la última sección del helicoidal por lo que regularmente se utilizan en acero rolado en frío. En la tabla 4.30 determinar el eje terminal adecuado para el transpostador.

Tabla N° 4.30
Ejes terminales

Eje Terminal Usado Sin Sello**									
Rodamiento Bronce					Rodamiento de Bolas				
Diámetro del Eje	Número de Parte*	C	G	Peso (lb)	Diámetro del Eje	Número de Parte*	C	G	Peso lb
1	CE2B	6½	3½	1.4	1	CE2BB	6	3	1.2
1½	CE3B	9¼	4½	4.5	1½	CE3BB	8½	3½	3.8
2	CE4B	10¼	5½	9.0	2	CE4BB	8½	3¼	7.5
2¾	CE5B	11¼	7	15.4	2¾	CE5BB	9½	4½	12.4
3	CE6B	13¼	8½	25.6	3	CE6BB	10½	5½	20.8
3¾	CE7B	16¼	9½	42.4	3¾	CE7BB	13¼	6½	34.4

Eje Terminal Usado con Sellos de Placa o de Salida de Producto**									
Rodamiento Bronce					Rodamiento de Bolas				
Diámetro del Eje	Número de Parte*	C	G	Peso (lb)	Diámetro del Eje	Número de Parte*	C	G	Peso (lb)
1	CE2B-P	7	4	1.5	1	CE2BB-P	6½	3½	1.4
1½	CE3B-P	10¼	5½	5.1	1½	CE3BB-P	9	4¼	4.5
2	CE4B-P	11¼	6½	10.0	2	CE4BB-P	9½	4½	8.3
2¾	CE5B-P	12¼	8	17.0	2¾	CE5BB-P	10½	5½	13.1
3	CE6B-P	13¼	8½	29.8	3	CE6BB-P	11½	6½	23.0
3¾	CE7B-P	16¼	10½	44.0	3¾	CE7BB-P	14¼	7½	37.1

Eje Terminal Usado con Sello de Caja con Estopa**									
Rodamiento Bronce					Rodamiento de Bolas				
Diámetro del Eje	Número de Parte*	C	G	Peso (lb)	Diámetro del Eje	Número de Parte*	C	G	Peso lb
1	CE2B-W	8	4¼	1.6	1	CE2BB-W	7½	3½	1.4
1½	CE3B-W	11	6¼	5.2	1½	CE3BB-W	10	5¼	4.8
2	CE4B-W	12	7¼	10.4	2	CE4BB-W	10½	5½	9.0
2¾	CE5B-W	13¼	8½	17.6	2¾	CE5BB-W	11½	6½	14.8
3	CE6B-W	14¼	9½	28.2	3	CE6BB-W	12½	7½	24.0
3¾	CE7B-W	18¼	11¼	48.0	3¾	CE7BB-W	15½	8½	40.2

*Agregue -H para ejes endurecidos.

**La longitud de los ejes permite que el claro entre la tapá y el helicoidal sea de la mitad del ancho del buje para colgante.

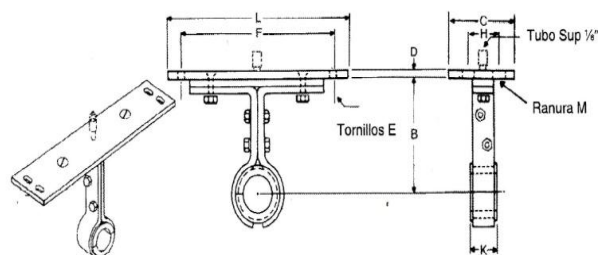
Fuente: Catálogo de Martin

4.2.13.10 Selección de colgantes

Los tipos de colgantes más utilizados son los de estilo 220, estilo 226 y estilo 216. Los colgantes estilo 220 se instalan sobre los ángulos superiores de la artesa en aplicaciones donde no se requiera una operación a prueba de polvo o de la intemperie. Este colgante presenta una obstrucción mínima al flujo del material en transportadores de alta capacidad. En la tabla 4.31 se indican las características de los colgantes estilo 220.

Tabla N° 4.31
Colgantes estilo 220

Estilo 220



Diámetro del Transportador	Tamaño del Eje	Número de Parte*	B	C	D	E	F	H	K	L	M Ojal	Peso c/u lb
4	1	4CH2202	3 ³ / ₁₆	3 ¹ / ₂	³ / ₁₆	¹ / ₄	6 ¹ / ₂	2	1 ¹ / ₂	7 ¹ / ₄	⁵ / ₁₆ x ³ / ₄	5
6	1 ¹ / ₂	6CH2203	4 ¹ / ₂	4 ¹ / ₂	³ / ₁₆	³ / ₈	8 ³ / ₄	2 ¹ / ₂	2	9 ³ / ₄	⁷ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	7
9	1 ¹ / ₂	9CH2203	6 ¹ / ₂	4 ¹ / ₂	¹ / ₂	³ / ₈	12 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂	2	13 ¹ / ₂	⁷ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	9
	2	9CH2204	6 ¹ / ₂	4 ¹ / ₂	¹ / ₂	³ / ₈	12 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂	2	13 ¹ / ₂		11
10	1 ¹ / ₂	10CH2203	6 ³ / ₄	4 ¹ / ₂	¹ / ₂	³ / ₈	13 ¹ / ₄	2 ¹ / ₂	2	14 ¹ / ₂	⁷ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	10
	2	10CH2204	6 ³ / ₄	4 ¹ / ₂	¹ / ₂	³ / ₈	13 ¹ / ₄	2 ¹ / ₂	2	14 ¹ / ₂		12
12	2	12CH2204	7 ¹ / ₄	5	³ / ₄	¹ / ₂	15 ³ / ₄	2 ¹ / ₂	2	17 ¹ / ₂	³ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	16
	2 ³ / ₁₆	12CH2205	7 ¹ / ₄	5	³ / ₄	¹ / ₂	15 ³ / ₄	2 ¹ / ₂	3	17 ¹ / ₂		21
	3	12CH2206	7 ¹ / ₄	5	³ / ₄	¹ / ₂	15 ³ / ₄	2 ¹ / ₂	3	17 ¹ / ₂		28
14	2 ¹ / ₁₆	14CH2205	9 ¹ / ₄	5	¹ / ₂	¹ / ₂	17 ³ / ₄	2 ¹ / ₂	3	19 ¹ / ₂	³ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	26
	3	14CH2206	9 ¹ / ₄	5	¹ / ₂	¹ / ₂	17 ³ / ₄	2 ¹ / ₂	3	19 ¹ / ₂		33
16	3	16CH2206	10 ³ / ₄	5	¹ / ₂	¹ / ₂	19 ³ / ₄	2 ¹ / ₂	3	21 ¹ / ₂	³ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	39
18	3	18CH2206	12 ¹ / ₂	6	¹ / ₂	³ / ₈	22 ¹ / ₄	3 ¹ / ₂	3	24 ¹ / ₂	¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	41
	3 ³ / ₁₆	18CH2207	12 ¹ / ₂	6	¹ / ₂	³ / ₈	22 ¹ / ₄	3 ¹ / ₂	4	24 ¹ / ₂		49
20	3	20CH2206	13 ¹ / ₂	6	¹ / ₂	³ / ₈	24 ¹ / ₄	3 ¹ / ₂	3	26 ¹ / ₂	¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	43
	3 ³ / ₁₆	20CH2207	13 ¹ / ₂	6	¹ / ₂	³ / ₈	24 ¹ / ₄	3 ¹ / ₂	4	26 ¹ / ₂		51
24	3 ⁷ / ₁₆	24CH2207	16 ¹ / ₂	6	¹ / ₂	³ / ₈	28 ¹ / ₄	3 ¹ / ₂	4	30 ¹ / ₂	¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	57

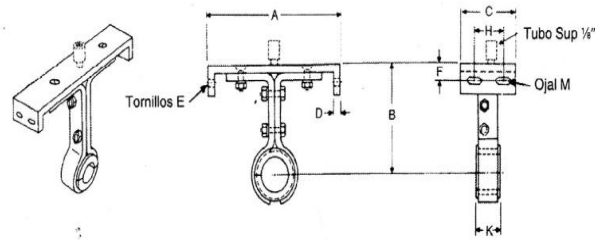
Para los bujes vea el anexo 1

Fuente: Catálogo de Martin

Los colgantes estilo 226 son adecuados para instalarse a nivel dentro de la artesa en aplicaciones a prueba de polvo o de la intemperie. Este colgante presenta una obstrucción mínima al flujo del material en transportadores de alta capacidad. En la tabla 4.32 se indican las características de los colgantes estilo 226.

Tabla N° 4.32
Colgantes estilo 226

Estilo 226



Diámetro del Transportador	Tamaño del Eje	Número de Parte*	A	B	C	D	E	F	H	K	M Ojal	Peso c/u lb
4	1	4CH2262	5	3 $\frac{3}{8}$	3 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{16}$	2	1 $\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16} \times \frac{3}{4}$	5
6	1 $\frac{1}{2}$	6CH2263	7	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	2	$\frac{7}{16} \times 1\frac{1}{8}$	7
9	1 $\frac{1}{2}$	9CH2263	10	6 $\frac{1}{8}$	4 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	1	2 $\frac{1}{2}$	2	$\frac{7}{16} \times 1\frac{1}{8}$	9
		9CH2264	10	6 $\frac{1}{8}$	4 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	1	2 $\frac{1}{2}$	2	$\frac{7}{16} \times 1\frac{1}{8}$	11
10	1 $\frac{1}{2}$	10CH2263	11	6 $\frac{1}{8}$	4 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	1	2 $\frac{1}{2}$	2	$\frac{7}{16} \times 1\frac{1}{8}$	10
		10CH2264	11	6 $\frac{1}{8}$	4 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	1	2 $\frac{1}{2}$	2	$\frac{7}{16} \times 1\frac{1}{8}$	12
12	2 $\frac{7}{16}$	12CH2264	13	7 $\frac{1}{4}$	5	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	2	$\frac{9}{16} \times 1\frac{1}{8}$	16
		12CH2265	13	7 $\frac{1}{4}$	5	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	3		21
		12CH2266	13	7 $\frac{1}{4}$	5	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	3		28
14	2 $\frac{7}{16}$	14CH2265	15	9 $\frac{1}{4}$	5	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	2 $\frac{1}{2}$	3	$\frac{9}{16} \times 1\frac{1}{8}$	26
		14CH2266	15	9 $\frac{1}{4}$	5	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	2 $\frac{1}{2}$	3	$\frac{9}{16} \times 1\frac{1}{8}$	33
16	3	16CH2266	17	10 $\frac{1}{8}$	5	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	2 $\frac{1}{2}$	3	$\frac{9}{16} \times 1\frac{1}{8}$	39
18	3 $\frac{3}{8}$	18CH2266	19	12 $\frac{1}{4}$	6	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	1 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	3	$\frac{1}{16} \times 1\frac{1}{16}$	41
		18CH2267	19	12 $\frac{1}{4}$	6	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	1 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	4	$\frac{1}{16} \times 1\frac{1}{16}$	49
20	3 $\frac{3}{8}$	20CH2266	21	13 $\frac{1}{8}$	6	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	1 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{2}$	3	$\frac{1}{16} \times 1\frac{1}{16}$	43
		20CH2267	21	13 $\frac{1}{8}$	6	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	1 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{2}$	4	$\frac{1}{16} \times 1\frac{1}{16}$	51
24	3 $\frac{3}{8}$	24CH2267	25	16 $\frac{1}{8}$	6	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	1 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{2}$	4	$\frac{1}{16} \times 1\frac{1}{16}$	57

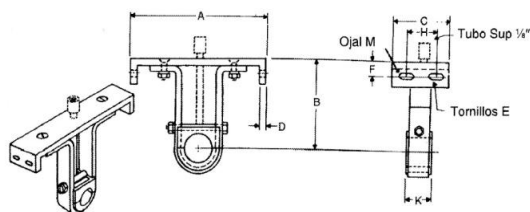
Para los bujes vea el anexo 1

Fuente: Catálogo de Martin

Los colgantes estilo 216 son adecuados para utilizarse en aplicaciones de trabajo pesado. Este colgante se instala a nivel dentro de la artesa en aplicaciones a prueba de fuga de polvo o de la intemperie. Este colgante presenta una obstrucción mínima al flujo del material en transportadores de alta capacidad. En la tabla 4.33 se indican las características de los colgantes estilo 216.

Tabla N° 4.33
Colgantes estilo 216

Estilo 216



Diámetro del Transportador	Tamaño del Eje	Número de Parte*	A	B	C	D	E	F	H	K	M Ojal	Peso c/u lb
6	1½	6CH2163	7	4½	4½	¾	¾	¾	2½	2	7/16 x 1¼	5
9	2	9CH2163	10	6½	4½	¼	¾	1	2½	2	7/16 x 1¼	7
		9CH2164	10	6½	4½	¼	¾	1	2½	2		9
10	2	10CH2163	11	6½	4½	¼	¾	1	2½	2	7/16 x 1¼	8
		10CH2164	11	6½	4½	¼	¾	1	2½	2		10
12	2	12CH2164	13	7½	5	¾	½	1¼	2½	2	7/16 x 1¼	14
	2½	12CH2165	13	7½	5	¾	½	1¼	2½	3		18
	3	12CH2166	13	7½	5	¾	½	1¼	2½	3		21
14	3	14CH2165	15	9½	5	½	½	1½	2½	3	7/16 x 1¼	23
		14CH2166	15	9½	5	½	½	1½	2½	3		25
16	3	16CH2166	17	10½	5	½	½	1½	2½	3	7/16 x 1¼	28
18	3	18CH2166	19	12½	6	½	¾	1½	3½	3	7/16 x 1¼	34
		18CH2167	19	12½	6	½	¾	1½	3½	4		44
20	3	20CH2166	21	13½	6	½	¾	1½	3½	3	7/16 x 1¼	36
		20CH2167	21	13½	6	½	¾	1½	3½	4		47
24	3½	24CH2167	25	16½	6	¾	¾	1½	3½	4	7/16 x 1¼	53

Para los bujes vea el anexo 1

Fuente: Catálogo de Martin

4.2.13.11 Selección de cubierta de artesa

Todos los transportadores helicoidales deben tener algún tipo de cubierta, no solo para mantener el material dentro de la artesa y protegerlo de elementos externos, sino que definitivamente deben tener una cubierta como medida de seguridad, para evitar lesiones y mantener a los operadores fuera de las partes en movimiento del transportador. Vea anexo 2.

Las cubiertas más utilizadas son la cubierta formada y la cubierta plana. La cubierta formada es la más común ya que se puede sujetar firmemente a la artesa. La cubierta plana se utiliza normalmente solo para cubrir el transportador por seguridad.

En la tabla N° 4.34 se encuentra las características principales de las cubiertas para artesa más utilizadas.

Tabla N° 4.34
Cubiertas para artesa

Diámetro del Transportador	Cubierta Plana				Cubierta Semiformada				Cubierta Formada				Cubierta a Dos Aguas			
	Número de Parte	Grosor Cal.	Peso Por Pie lb	D	Número de Parte	Grosor Cal.	Peso Por Pie lb	D	Número de Parte	Grosor Cal.	Peso Por Pie lb	D	Número de Parte	Grosor Cal.	Peso Por Pie lb	D
4 *	4TCP16	16	1.5	8	4TCS16 4TCS14	16 14	2.1 2.6	7%	4TCF16 4TCF14	16 14	1.9 2.4	8%	4TCH16 4TCH14	16 14	2.0 2.5	8%
6 *	6TCP16	16	2.0	9%	6TCS16 6TCS14	16 14	2.3 3.8	9%	6TCF16 6TCF14	16 14	2.1 2.6	10%	6TCH16 6TCH14	16 14	2.3 2.8	10%
9 *	9TCP14	14	3.5	13%	9TCS14 9TCS12 9TCS10	14 12 10	4.1 5.7 7.3	13%	9TCF16 9TCF14 9TCF12 9TCF10	16 14 12 10	3.2 3.9 5.5 7.1	14	9TCH16 9TCH14	16 14	3.3 4.1	14
10 *	10TCP14	14	3.8	14%	10TCS14 10TCS12 10TCS10	14 12 10	4.4 6.1 7.8	14%	10TCF16 10TCF14 10TCF12 10TCF10	16 14 12 10	3.4 4.2 5.9 7.6	15	10TCH16 10TCH14	16 14	3.5 4.3	15
12 **	12TCP14	14	4.6	17%	12TCS14 12TCS12 12TCS10	14 12 10	5.1 7.1 9.0	17%	12TCF14 12TCF12 12TCF10	14 12 10	4.9 6.9 8.8	18	12TCH14 12TCH12	14 12	5.0 7.1	18
14 **	14TCP14	14	5.1	19%	14TCS14 14TCS12 14TCS10	14 12 10	5.6 7.8 9.9	19%	14TCF14 14TCF12 14TCF10	14 12 10	5.4 7.6 9.7	19%	14TCH14 14TCH12	14 12	5.5 7.7	19%
16 **	16TCP14	14	5.6	21%	16TCS14 16TCS12 16TCS10	14 12 10	6.1 8.5 10.8	21%	16TCF14 16TCF12 16TCF10	14 12 10	5.9 8.3 10.6	21%	16TCH14 16TCH12	14 12	6.1 8.5	21%
18 **	18TCP12	12	8.9	24%	18TCS12 18TCS10	12 10	9.6 12.3	24%	18TCF14 18TCF12 18TCF10	14 12 10	6.7 9.4 12.1	25	18TCH14 18TCH12	14 12	6.8 9.5	25
20 **	20TCP12	12	9.7	26%	20TCS12 20TCS10	12 10	10.3 13.3	26%	20TCF14 20TCF12 20TCF10	14 12 10	7.2 10.1 13.1	27	20TCH14 20TCH12	14 12	7.4 10.4	27
24 **	24TCP12	12	11.1	30%	24TCS12 24TCS10	12 10	11.8 15.1	30%	24TCF14 24TCF12 24TCF10	14 12 10	8.3 11.6 14.9	31	24TCH14 24TCH12	14 12	8.4 11.8	31

Para aplicaciones en donde el confinamiento del polvo no sea un problema, colocar 10 sujetadores o ponerlos a 2' -0" entre centros en un tramo de 10' por lo general es adecuado. Para aplicaciones en donde se deba confinar el polvo, se recomienda colocar 20 sujetadores o ponerlos a 1' -0" entre centros en un tramo de 10'.

*L – Las longitudes estándar son de 5' -0" y 10' -0".

**L – Longitudes estándar son de 5', 6', 10' y 12' -0".

□ – Calibre estándar.

Fuente: Catálogo de Martin

CAPÍTULO V

FUNCIONALIDAD DEL SOFTWARE

CAD/WSC

Computer Aided Design / Worm Screw Conveyor

DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORAS DE TRANSPORTADORES HELICOIDALES

MANUAL OPERACIONAL

5.1 Introducción

El diseño de transportadores helicoidales, para el traslado de productos industriales, con el empleo del sistema CAD/WSC permite combinar el poder del diseño basado en formas afines con la flexibilidad de operaciones de dibujo y representaciones 2D/3D, ofreciendo una herramienta que contribuye al logro de una alta productividad, fiabilidad y la creación de un entorno de diseño asistido y al mismo tiempo accesible para la práctica de un diseño colaborativo y paramétrico.

Para el logro de un buen desempeño del sistema CAD/WSC es necesario considerar las condiciones y particularidades del proyecto a realizar así como, la lógica funcional del mismo y las bondades y restricciones del sistema de mayor envergadura (AutoCAD) lo cual garantizará una correcta operatividad e integración de todos los módulos y funciones que lo conforman.

5.2 Requisitos funcionales

5.2.1 Hardware recomendado

- PC- Pentium Dual-Core 2,0 GHz o superior.
- Memoria RAM 1 Gb mínimo
- Tarjeta gráfica dedicada 512 Mb mínimo
- Mouse
- Teclado

5.2.2 Dependencias de Software

- Versiones de AutoCAD compatibles con la versión CAD/WSC : AutoCAD 2010, AutoCAD 2011, AutoCAD 2012 y AutoCAD 2013.
- Microsoft Word 97 o superior.

- Sistema operativo Windows (XP, 7, 8) 32 bit o 64 bit.

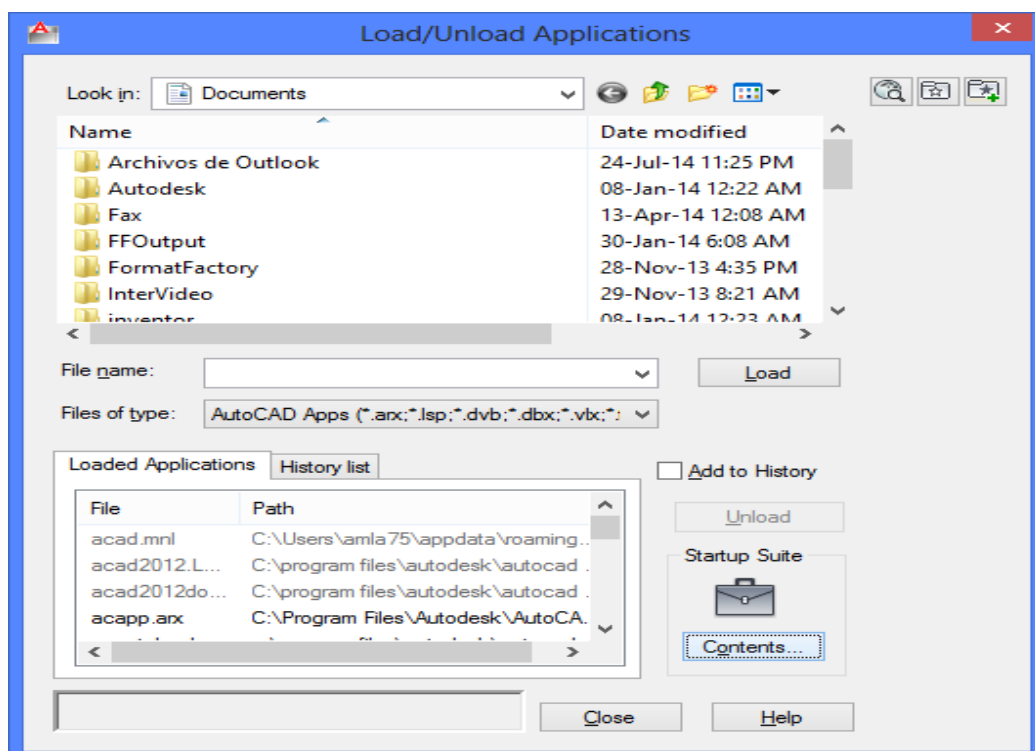
5.3 Instalación del sistema

Para una correcta instalación e integración del sistema con la plataforma de AutoCAD, se deben ejecutar los pasos siguientes:

1. Copiar la carpeta con la estructura del sistema al disco duro de nuestra PC. No olvidar esta dirección (URL), ya que será utilizada varias veces en el proceso.
2. Una vez copiada nuestra aplicación, se procede a la configuración de AUTOCAD.
 - Se ejecuta el comando “*APpload*” el cual mostrará un dialogo (ver figura 5.1) que permitirá adicionar los ficheros “VLX y ARX de la aplicación.”

Figura N° 5.1

Ventana que permite cargar los ficheros ARX Y VLX del sistema.

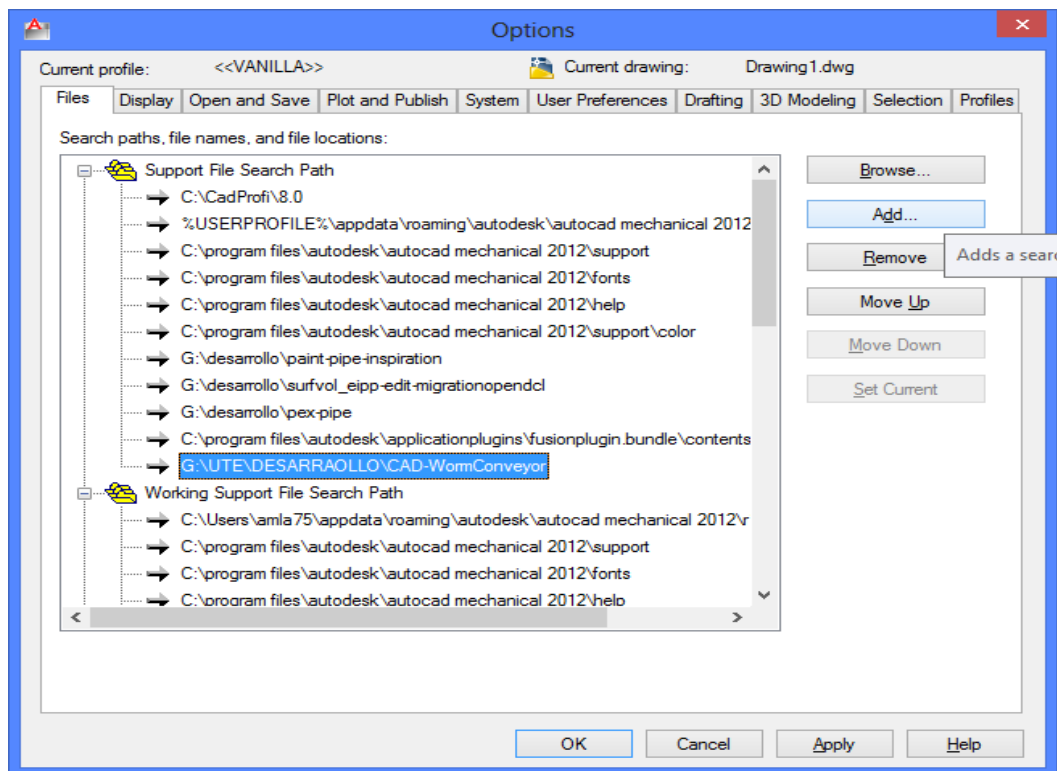


Fuente: Héctor Tipanluisa

- Luego se ejecuta el comando “*OPTIONS*” el cual mostrará un dialogo (ver figura 5.2) que permitirá establecer la URL de nuestro sistema como ruta o carpeta de trabajo dentro de la plataforma de AUTOCAD.
3. Una vez realizados los pasos anteriores, podemos ejecutar el comando *DIBHELI* desde la barra de comandos, el cual llamará directamente a la interface de sistema. (Ver figura 5.3)

Figura N° 5.2.

Ventana que permite establecer la URL de nuestro sistema como fichero o carpeta de trabajo en la plataforma de AutoCAD.



Fuente: Héctor Tipanluisa

Figura N° 5.3.
Ventana principal del sistema CAD/WSC

Elaborado: Héctor Tipanluisa

5.4 Diálogo del sistema

El sistema CAD/WSC posee (en su versión 1.0) un diálogo principal, que orienta a través de 5 pasos la entrada de datos y selección de los componentes del transportador helicoidal.

Paso 1. Definición de los datos generales y los correspondientes a las especificaciones del material. (Ver figura N° 5.4)

Figura N° 5.4
Ventana para la definición de datos en el PASO 1.

The screenshot shows the 'PASO 1' configuration screen. At the top, there are tabs for PASO 1, PASO 2, PASO 3, PASO 4, PASO 5, and INFO. Below the tabs, there are input fields for 'Datos Iniciales': L [Distancia de alimentación] = 25.0000 pie, Q [Flujo de alimentación] = 120.0000 pie³/h, and Tw [Temperatura de trabajo] = 120 °F. The 'Selección del Material' section shows 'Ácido Adáptico' selected. Below this is a table with columns: P Mín (lb/p3) = 45.00, P Máx (lb/p3) = 45.00, Código de Material = A 100-35, Rodamiento Intermedio (S S S), Series de Componentes = 2.00, Factor Material (Fm) = 0.50, and Carga Artesa = 30A. The 'Especificaciones del Material' section is divided into three panels: 'Densidad' (with 'Densidad de Volúmen, Su...' checked), 'Fluidez' (with 'Fluido Libre' checked), and 'Abrasividad' (with 'Abrasividad moderada' checked). The 'Tamaño' section shows 'Muy fino' selected and a table of mesh sizes: Malla No. 200 (0.0029") y ... (A200), Malla No. 100 (0.0059") y me... (A100), and Malla No. 40 (0.016") y me... (A40). The 'Propiedades Misceláneas' section contains a list of material properties with checkboxes, such as 'Acumulación y endurecimi...' (checked), 'Genera estática eléctrica' (G), 'Descomposición - Se dete...' (H), 'Flamabilidad' (J), 'Se vuelve plástico o tiend...' (K), 'Muy Polvoso' (L), 'Se orea y se convierte en ...' (M), 'Explosividad' (N), 'Pegajoso - Adhesión' (O), 'Contaminable - Afecta uso' (P), and 'Degradable - Afecta uso' (Q).

Fuente: Héctor Tipanluisa

Paso 2. Definición de los datos correspondientes a: Tipo de Helicoidal, paso, bujes, selección de diámetros, cálculo de potencia y torque en el transportador. (Ver figura N° 5.5)

Figura N° 5.5.
Ventana para la definición de datos en el PASO 2.

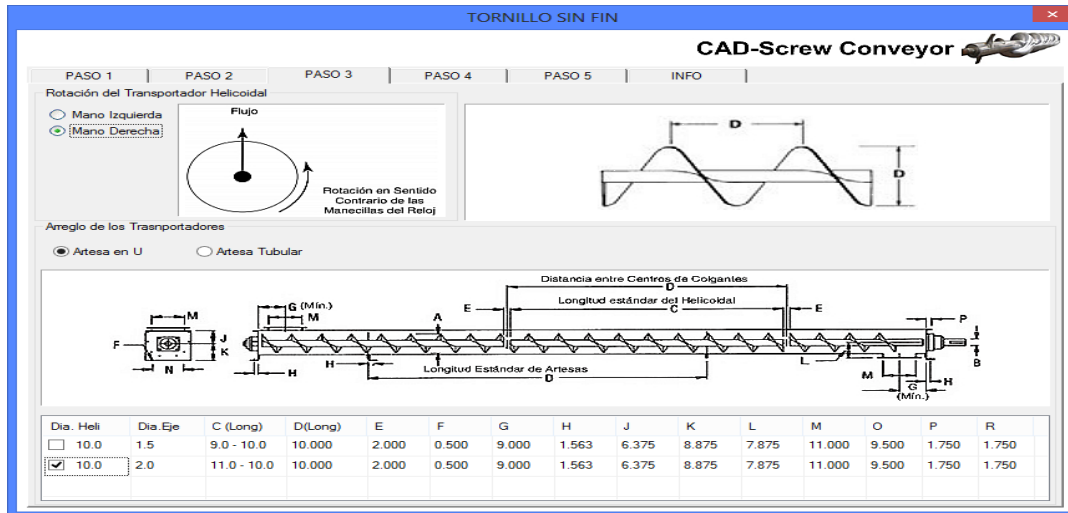
The screenshot shows the 'PASO 2' configuration screen. At the top, there are tabs for PASO 1, PASO 2, PASO 3, PASO 4, PASO 5, and INFO. The 'Tipo de Helicoidal' section has radio buttons for 'Helicoidal estandar', 'Helicoidal con corte', 'Helicoidal con corte y doblez', and 'Helicoidal de liston'. The 'Paso del Helicoidal' section has a dropdown menu set to 'Estandar' and 'CF1 = 1.00'. The 'Uso de Paletas Mezcladoras' section has a dropdown menu set to 'Sin Paletas' and 'CF3 = 1.00'. The 'Bujes para Colgantes' section has a dropdown menu set to 'S' and 'Temperatura de Trabajo es de = 120 °F'. The 'Diámetro para Transportadores Helicoidales Horizontales' section shows a table with columns: Día Helicoidal (pulg), Q a 1 RPM, Q a MÁX RPM, and MÁX RPM. The table has rows for diameters 4, 6, 9, 10, and 12. The '30A %' label is visible. The 'RPM del Helicoidal' section shows 'N = 15.9' and 'Torque (lb Pulg) T = 1.512'. The 'Potencia del Transportador (HP)' section shows 'Mover el transportador vacío HPV = 0.03' and 'Mover el material HPm = 0.07'. The 'HP Total = 0.38' is displayed. The 'Factor de eficiencia (e)' section shows a table with columns: e, Transmisión. The table has rows for '0.88 Transmisión para Transportador Helicoidal', '0.87 Reductor de Engranajes Helicoidales con', '0.95 Motorreductor con Cople', and '0.87 Motorreductor con Transmisión de Cadena'.

Fuente: Héctor Tipanluisa

Paso 3. Definición de los datos correspondientes a: rotación del helicoidal y arreglo del transportador. (Ver figura 5.6)

Figura N° 5.6

Ventana para la definición de datos en el PASO 3.

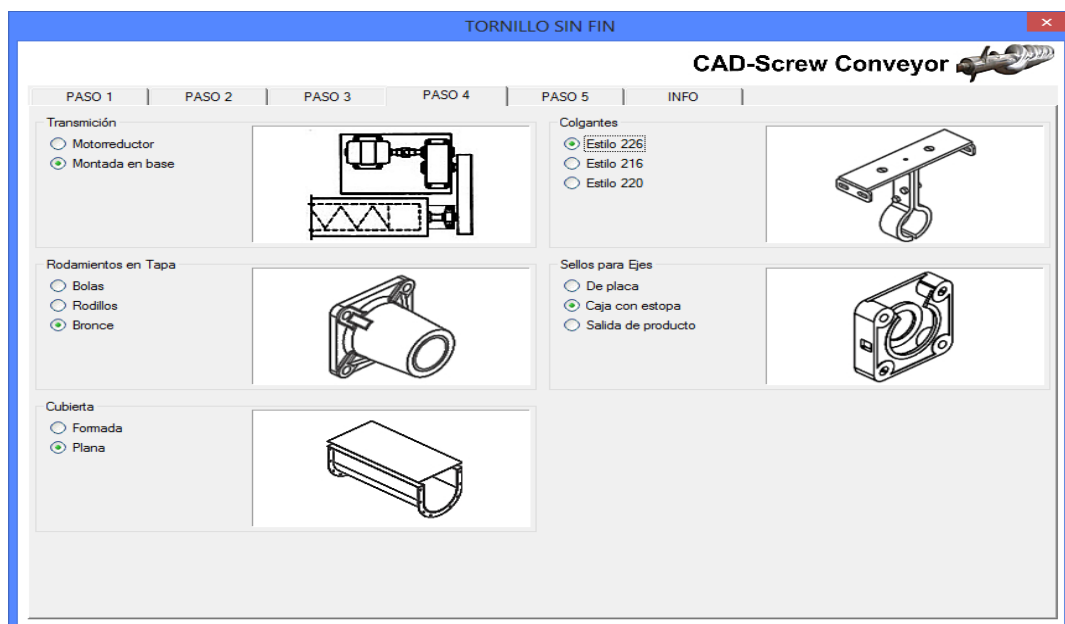


Fuente: Héctor Tipanluisa

Paso 4. Definición de los datos correspondientes a: transmisión, rodamientos, colgantes, cubierta y sellos necesarios en el transportador. (Ver figura 5.7)

Figura N° 5.7

Ventana para la definición de datos en el PASO 4.



Fuente: Héctor Tipanluisa

Paso 5. En este último paso, se recopila y verifica toda la información de los pasos anteriores. Una vez garantizada la disponibilidad y la integridad de los datos, se habilitan las opciones de generación de reporte y la del dibujo 3D. (Ver figura 5.8)

Figura N° 5.8

Ventana para la definición de datos en el PASO 5.



Fuente: Héctor Tipanluisa

La generación del reporte de materiales se realiza de forma automática y detallada, proporcionando toda la información necesaria de cada parte del transportador. El reporte se exporta en formato WORD, garantizando así, total compatibilidad y comodidad para su edición y posterior impresión. (Ver figura 5.9)

Figura N° 5.9

Plantilla de reporte de materiales generado por el sistema.

DATOS GENERALES		
Longitud (L)	Flujo (Q)	Temperatura (Tw)
5.00 pie	120 pie ³ /h	120 °C

MATERIAL					
P mín.(lb/p ³)	P máx.(lb/p ³)	Código	Rot. Inter	Componentes	Carga
29.00	29.00	86-57U	(H H H)	3.00	0.60 15

TIPO DE HELICOIDAL		Helicoidal estandar	
PASO DEL HELICOIDAL		Estandar	
Día. Helicoidal (pul)	Q a 1 RPM	Q Máx RPM	Máx RPM
9	2.72	150	55.0
45 %			

CÁLCULOS DE PARÁMETROS						
BEM	HPI	HPI _m	HPI	HP (MOTOR)	TORQUE (lb in)	EFICIENCIA
44.1	0.03	0.01	0.18	2	0.262	0.88

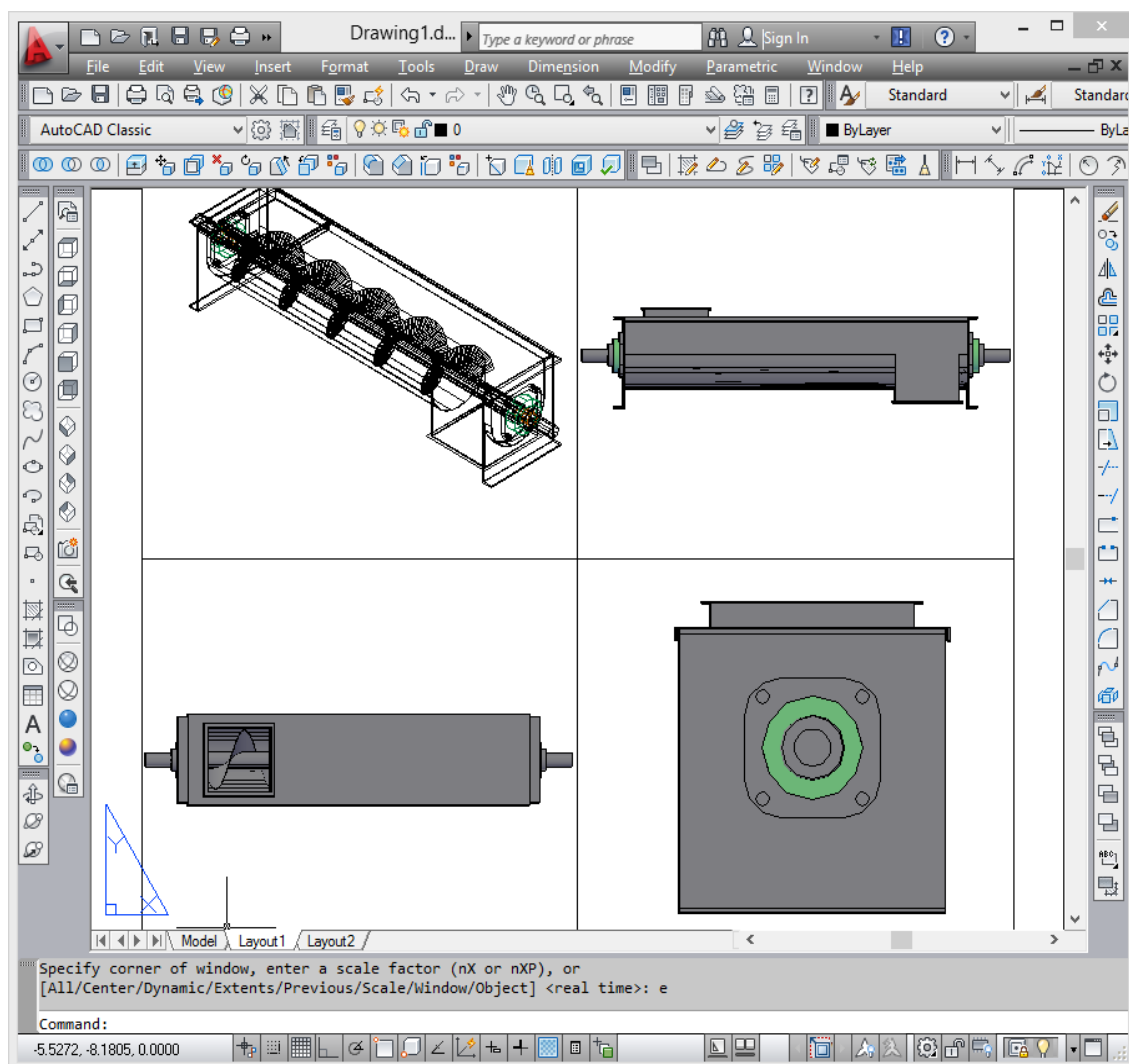
BUES PARA COLGANTES				
GRUPO	TIPO	MAT.ÉS	TEM.TRABAJO (°F)	FB
H	Hierro Endurecido	Endurecido	500.0	3.4

Fuente: Héctor Tipanluisa

La opción de generar el Dibujo 3D, permite interactuar con la plataforma gráfica de AutoCAD, y realizar el dibujo paramétrico del transportador. Obteniendo una representación del objeto tridimensional y disponible para la generación personalizada de los planos de detalle, según necesidad y criterio del diseñador.

El sistema genera los componentes representativos del transportador, de forma independiente, facilitando así, su posible descripción o detalle de forma individual. No obstante, cada una de las piezas se encuentra perfectamente ensamblada y acoplada dentro del equipo. (Ver figura N° 5.10)

Figura N° 5.10
Vistas de un transportador dibujado por el sistema.



Fuente: Héctor Tipanluisa

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.

- El software desarrollado en esta tesis proporciona al ingeniero una herramienta complementaria para automatizar el diseño de un mecanismo tan importante dentro de las industrias como lo es el transportador helicoidal estándar horizontal, no obstante, este mismo tipo de trabajo se lo puede aplicar para optimizar y mejorar muchas de las condiciones adversas que se presentan en los diferentes ámbitos laborales.
- Con la implementación del software en el diseño de transportadores helicoidales se logra reducir significativamente los tiempos de respuesta ante la necesidad de obtener un diseño confiable, los respectivos planos y el informe detallado del mecanismo, lo que representa una ventaja de ofrecer inmediatamente una propuesta efectiva ante el requerimiento de un jefe o de un cliente dentro de la industria.
- Todos los cálculos, tablas de datos técnicos, recomendaciones, sugerencias y demás informaciones técnicas presentadas por el software han sido basadas en las normas CEMA (Conveyor Equipment Manufacturers Association) (Asociación de Fabricantes de Equipos de Transporte), la experiencia de esta entidad garantiza los resultados del diseño de transportadores helicoidales.
- Para el desarrollo del software se eligió el lenguaje de programación AutoLisp, el mismo que viene adaptado en la plataforma de trabajo Autocad que es uno de los programas más usados a nivel mundial para el diseño y posee todas las facilidades gráficas para este proceso.

- Es importante el criterio del usuario del software, puesto que se deben ingresar datos técnicos coherentes para que el programa genere un diseño que cumpla con los requerimientos que exige el proceso. De la misma manera, el usuario del software debe analizar e interpretar los resultados arrojados por el programa para cerciorarse de que no hayan posibles errores que puedan afectar el funcionamiento del proceso.

6.2 Recomendaciones

- Deben observarse las limitaciones en cuanto al tamaño del helicoidal debido al tamaño de grano máximo del material que se transporta.
- El momento de construir se deben tomar en cuenta que el helicoidal gire a la velocidad establecida previamente para que no se presenten variaciones en la cantidad de material transportado.
- Si es necesario, se debe colocar a la entrada del transportador un alimentador volumétrico con el fin de proporcionar la cantidad de material suficiente pero no exagerado para que el transportador pueda trabajar continuamente.
- Este proyecto de tesis brinda una perspectiva nueva acerca de la automatización en el campo de la ingeniería, por lo tanto se debe continuar en la indagación y promoción de este tipo de investigaciones para ampliar los horizontes en el conocimiento de los profesionales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Garske, W. (1996). *Máquinas de Transporte y Elevación (MTE)* (1ra ed.). Ecuador: ESPOL. FIMCP
2. Shigley, J. Mischke, C. (2012). *Diseño en Ingeniería Mecánica*. (5ta ed.). McGraw Hill
3. KWS MANUFACTURING CO., INC. *Catálogo de Sinfines*
4. Marks, 1992 *Manual del Ingeniero Mecánico, Tomo II*. (8va ed.), México
5. Martin, [n.d.] *Catálogo de construcción ingenieril*
6. SKF. (1997). *Catálogo General de selección de rodamientos*.
7. Shigley; Edición McGraw-Hill (2008). *Diseño de Ingeniería Mecánica*
8. Targhetta, L. (1995). *Transporte y Almacenamiento de materias primas en la industria básica. Tomo I*. Madrid-España: Blume.
9. Targhetta, L. (1995). *Transporte y Almacenamiento de materias primas en la industria básica. Tomo II*. Madrid-España: Blume.
10. <http://www.dynaflux.com.pe/productos/aplicaciones/dosificacion-de-solidos/transportador-helicoidal>
11. <http://www.nutecomes.com/recambios-equipo/transportadores-helicoidales-sin-eje/no-fabricados-por-nuteco/>
12. <http://carlosbecker.com.br/site/transportadores-helicoidais/>
13. <http://es.scribd.com/doc/99128557/disen-y-calculo-de-un-filtro-de-magas-y-su-transportador-helicoidal>
14. <http://www.martinsprocket.com/docs/default-source/catalog-screw-conveyor/manejo-de-materiales-a-granel-%28bulk-material-handling%29.pdf?sfvrsn=6>
15. Tajadura, J. A. (1999). *Programación con Autocad*. (1era ed.). Madrid-España: McGraw-Hill Interamericana de España
16. AUTODESK: *Autolisp: Manual de personalización*. (Varias versiones)
17. Otero, C. *Guiones para las clases de C.A.D. Tercera y Cuarta parte: Lisp avanzado*
18. Togores, R; Otero, C. (2003). *Programación en Autocad con Visual Lisp*. Mc Graw Hill.
19. Gere, J. (2002). *Resistencia de Materiales*. (1era ed.) España:

20. Shigley, J. (1989). *Manual de Diseño Mecánico*. (4ta ed.) México: McGraw-Hill
21. Meriam, J. (1976). *Estática*. (2da ed.) España: Reverté
22. Larburu, N. (2008). *Máquinas prontuario técnicas máquinas herramientas*. (13^a ed.) España: Parafino
23. FAG. (2000). *Catalogo de rodamientos WL 41 520/3 SB*. España: FAG
24. Mangonon, L. (2001) *Ciencia de Materiales: Selección Diseño*. (4ta ed). México: Prentice Hall
25. Tajadura, J; López, J. (1991). *Autolisp Versión 11*. (1ra ed). España: McGraw-Hill
26. Tajadura, J. (2013). *Autocad Avanzado 2013 - 2014*. (1ra ed). España: McGraw-Hill
27. FARRENY, H. (1986). *Introducción al LISP (El lenguaje básico para la Inteligencia Artificial)*. Barcelona: Mason
28. QUEINNEC, C. (1991). *Programación en LISP*. Madrid: Paraninfo
29. BERK, A. (1985). *A LISP: The Language of Artificial Intelligence*. Londres: Collins.
30. HOLTZ, F. (1985). *LISP, the Language of Artificial Intelligence TAB Books*.
31. Collins, H; Dhagat, M. (1996) *The Lisp Primer*. Texas A&M University

ANEXOS

ANEXO 1

Selección de bujes para colgantes de transportadores helicoidales según su aplicación

MATERIAL	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN (°F)	ESTILOS DISPONIBLES	MATERIAL APROBADO POR FDA	AUTO LUBRICADO	ALGUNOS USOS SUGERIDOS	COMENTARIOS
TEFLÓN (PTFE) GRADO ALIMENTICIO	300°	220, 216	Sí		Alimentos	PTFE de Ingeniería
Gatke	400°	220, 216			Productos químicos	Tela de fibra de vidrio. Bueno para altas velocidades
<i>Martin</i> HIERRO ENDURECIDO	500°	220		Sí	Productos químicos, cemento, agregados	Requiere ejes endurecidos
HIERRO FUNDIDO ENDURECIDO	500°	220, 216, 19B			Cal, cemento, sal, yeso	Requiere ejes endurecidos. Puede ser ruidoso. En algunas aplicaciones requiere lubricación
MADERA	160°	220, 216, 19B		Sí	Granos forraje, fertilizante	Bueno para usos generales
BRONCE <i>Martin</i>	850°	220		Sí	Procesamiento de granos y forrajes	Bujes de alta calidad. Alta capacidad de carga
NYLON	250°	220	Sí	Sí	Alimentos y granos	Para aplicaciones secas
NYLATRON	250°	220, 19B		Sí	Manejo de productos químicos, granos y forraje	Capacidad de carga muy baja
UHMW	225°	220, 216	Sí	Sí	Alimentos	Material aprobado por la USDA . No se expande con el agua
STELLITE	1000°	220, 216			Productos químicos, cemento, agregados	Requiere un inserto de stellite en el eje
NYLON DE INGENIERÍA GRADO INDUSTRIAL	160°	220		Sí	Granos forraje, fertilizante	Substituto económico para la madera
NYLON DE INGENIERÍA GRADO ALIMENTICIO	300°	220	Sí	Sí	Granos forraje, fertilizante	Para aplicaciones secas
RODAMIENTO DE BOLAS	180°	60, 70			Aplicaciones no abrasivas	Para usos generales
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD <i>Martin</i>	200°	220	Sí	Sí	Manejo de productos químicos, granos y forraje	Recomendado para aplicaciones no abrasivas
CERÁMICA ¹	1,000°	220, 216	Sí		Productos químicos, cemento, alimentos	Requiere ejes endurecidos
URETANO <i>Martin</i>	200°	220		Sí	Granos, productos químicos y fertilizantes	Bueno para usos generales

¹ Tenemos disponibles bujes en materiales cerámicos para mayores temperaturas.

Fuente: Catálogo de Martin

ANEXO 2

Advertencia y recomendaciones de seguridad

Advertencia y Recomendaciones de Seguridad

Martin



ADVERTENCIA Y RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD PARA TRANSPORTADORES HELICOIDALES, DE RASTRAS Y ELEVADORES DE CANGILONES.

APROBADO PARA SU DISTRIBUCIÓN POR LA SECCIÓN DE TRANSPORTADORES HELICOIDALES DE LA ASOCIACIÓN DE FABRICANTES DE EQUIPOS DE TRANSPORTE (CEMA)

Es responsabilidad del contratista, instalador y del usuario, instalar, mantener y operar el transportador, sus componentes y ensambles de tal forma que cumplan con la ley Williams-Steiger de Seguridad y Salud Ocupacional y con todas las leyes y ordenanzas estatales y locales y con el código de Seguridad B20.1 de la ANSI.

Para evitar condiciones inseguras o peligrosas, los ensambles y las partes deben ser instalados y operados de acuerdo con las mínimas precauciones siguientes:

1. Los transportadores no deben ser operados si las cubiertas y las guardas de la transmisión no han sido colocadas en su lugar. Si el transportador debe abrirse para inspección, limpieza, mantenimiento o cualquier otro motivo, la energía eléctrica que va al motor que mueve al transportador deberá BLOQUEARSE de tal forma que el transportador no pueda ser arrancado por nadie que no se encuentre en el área y hasta que las cubiertas del transportador y las guardas de la transmisión hayan sido colocadas nuevamente.
2. Si el transportador debe estar abierto como condición de uso y de aplicación, entonces todo el transportador debe protegerse con una cerca o barandilla de acuerdo con la norma B20.1 de ANSI (Solicite la edición actual y los apéndices).
3. Las aberturas de alimentación para palas, cargadores frontales y otros equipos manuales o mecánicos deben ser construidas de tal forma que estén cubiertas con un enrejado. Si por la naturaleza del material no pudiera utilizarse el enrejado, la sección expuesta debe protegerse con una cerca o barandilla y se colocará un letrero de advertencia.
4. No intente hacer ninguna reparación o dar mantenimiento al transportador hasta que la energía eléctrica haya sido desconectada y bloqueada.
5. Siempre opere el transportador de acuerdo con estas instrucciones y las que están indicadas en las etiquetas de precaución adheridas al equipo.
6. Nunca coloque las manos, pies o cualquier

otra parte del cuerpo en el transportador.

7. Nunca camine sobre las cubiertas, el enrejado o las guardas del transportador.
8. No utilice el transportador para ningún otro propósito que no sea aquél para el que se diseñó.
9. No empuje ni pique el material que está en el transportador con una barra o varilla insertada a través de las aberturas.
10. Mantenga el área alrededor de la transmisión y de la estación de control libre de obstáculos y de desperdicios.
11. Antes de abrir el transportador elimine todas las fuentes de energía almacenada (materiales o dispositivos que podrían hacer que los componentes del transportador se muevan sin necesidad de aplicar corriente eléctrica).
12. No intente desatascar un transportador sin antes haber desconectado y bloqueado la energía eléctrica.
13. No intente hacer modificaciones en campo del transportador o de sus componentes.
14. Normalmente los transportadores no se diseñan ni fabrican para manejar materiales que sean peligrosos para el personal. Estos materiales peligrosos incluyen aquellos que son explosivos, inflamables, tóxicos o que de algún modo sean peligrosos para el personal. Los transportadores pueden diseñarse para manejar estos materiales. Los transportadores no se fabrican ni diseñan para cumplir con los códigos locales, estatales o federales para recipientes a presión. Si se deben manejar materiales peligrosos o si el transportador va a estar sujeto a presiones internas o externas se debe consultar al fabricante antes de hacer cualquier modificación.

CEMA insiste en que la única protección real contra lesiones es la desconexión y el bloqueo de la energía eléctrica que se alimenta al motor de la transmisión. Hay dispositivos secundarios de seguridad disponibles: sin embargo la decisión de necesitarlos y usarlos y el tipo requerido debe hacerla el usuario y/o el instalador pues no disponemos de información relativa al cableado de la planta, el ambiente en la planta, la interconexión

del transportador con otros equipos, el grado de automatización de la planta, etc. No se deben utilizar otros dispositivos como sustitutos para bloquear la corriente eléctrica antes de quitar las guardas y las cubiertas. Hacemos la advertencia de que el uso de dispositivos de seguridad secundarios puede hacer que los empleados desarrollen una falsa sensación de seguridad que puede llevarlos a no bloquear la energía eléctrica antes de quitar las cubiertas y las guardas. Esto puede tener como consecuencia graves lesiones en caso de que el dispositivo secundario falle o funcione mal.

Existen muchas clases de dispositivos eléctricos para interconectar transportadores y sistemas de transporte como por ejemplo si un transportador en un sistema o proceso se detiene otro equipo que lo esté alimentando o siguiéndolo puede también detenerse automáticamente.

Los ingredientes necesarios para que un lugar de trabajo sea seguro incluyen controles eléctricos, guardas, pasillos, barandas, arreglo de la instalación, capacitación del personal, etc. Es responsabilidad del contratista, instalador, propietario y usuario suministrar los materiales y servicios adecuados para hacer que la instalación del transportador cumpla con la ley y los estándares aceptados.

Las alimentaciones y las descargas de los transportadores están diseñadas para conectarse con otro equipo o maquinaria de modo que el flujo del material que entra y sale del transportador está completamente encerrado.

Deben estar visibles una o más etiquetas de advertencia en las cubiertas y artesas de los transportadores y en las cajas de los elevadores. Si las etiquetas adheridas a los equipos se tornan ilegibles pida más etiquetas al fabricante del equipo (OEM) o a CEMA.

La Asociación de Fabricantes de Equipo de Transporte (CEMA) ha producido una presentación audiovisual titulada: "Operación Segura de Transportadores Helicoidales, Transportadores de Rastras y Elevadores de Cangilones". CEMA recomienda la adquisición y el uso de esta fuente de información de seguridad y que se use en sus programas de seguridad.



EXHIBA ESTAS ETIQUETAS DE SEGURIDAD EN LOS EQUIPOS INSTALADOS



AVISO: Este documento es proporcionado por CEMA como un servicio a la industria con el único interés de promover la seguridad. Es solo para consulta y no es sustituto de un programa de seguridad completo. Los usuarios deben consultar con ingenieros calificados y otros profesionales en seguridad. CEMA no da ninguna declaración ni garantía ya sea expresa o implícita y los usuarios de este documento asumen la responsabilidad total por el diseño y la operación segura de los equipos.

Fuente: Catálogo de Martin

ANEXO 3

Informe generado por el software

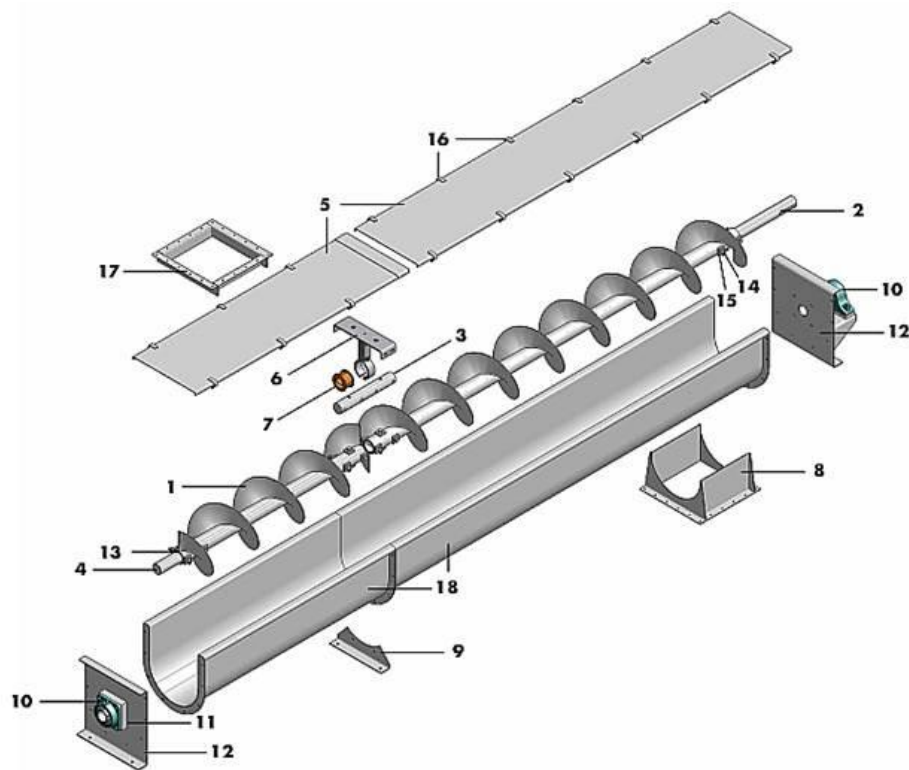
CAD/WSC

Computer Aided Design / Worm Screw Conveyor

DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA DE TRANSPORTADORES

HELICOIDALES

REPORTE




- | | |
|----------------------|------------------------------|
| 1. TORNILLO | 9. BRIDA PIE |
| 2. UNIDAD DE EJE | 10. COJINETES FINALES |
| 3. ACOPLAMIENTO EJE | 11. SELLO DEL EJE |
| 4. FINAL (COLA) EJE | 12. TAPAS FINALES |
| 5. CUBIERTAS | 13. CUELLOS INTERNOS / BUJES |
| 6. COLGANTES | 14. PERNOS DE COPLAMIENTO |
| 7. BUJE DE COLGANTES | 15. TORNILLOS |
| 8. DESCARGA | 16. ABRAZADERAS DE CUBIERTA |
| | 17. CARGA |

DATOS GENERALES

Longitud (L)	Flujo (Q)	Temperatura (Tw)
33 pie	106 pie ³ /h	120 °F

MATERIAL		Hielo Triturado				
P mín. (Lb/p ³)	P máx. (Lb/p ³)	Código	Rodamiento. Interno	Selección de Componentes	Factor	Carga
35	45	D3-35Q	(L S)	2	0.4	30A

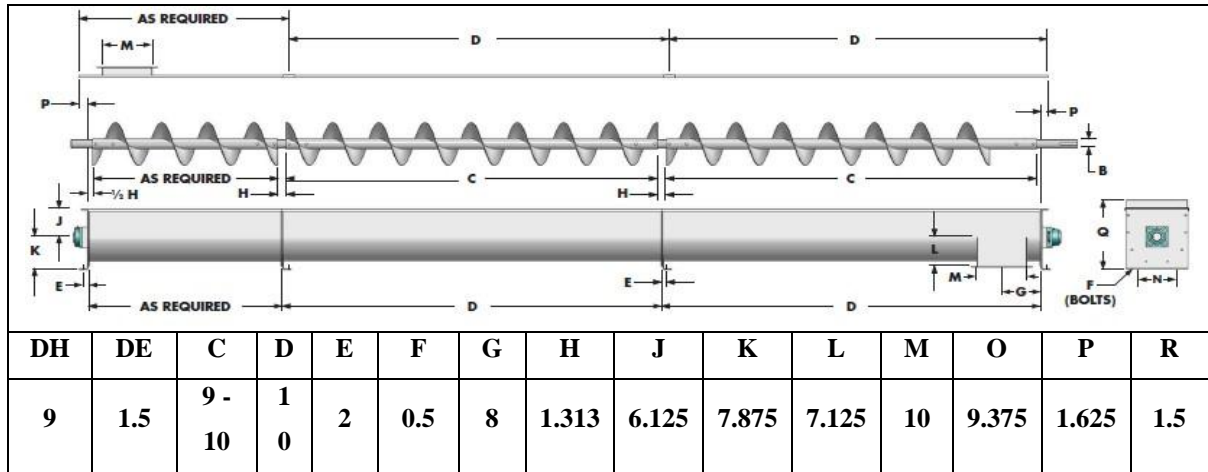
	TIPO DE HELICOIDAL		Helicoideal estandar	
	PASO DEL HELICOIDAL		Estandar	
	Dia. Helicoideal (pul)	Q a 1 RPM Pie ³ /h	Q Máx RPM Pie ³ /h	Máx RPM
	9	5.45	545	100
30A %				

CÁLCULOS DE PARÁMETROS

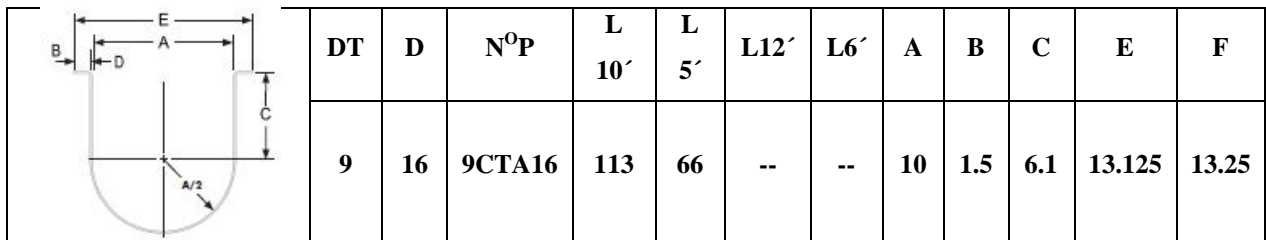
<u>RPM</u>	<u>HP_f</u>	<u>HP_m</u>	<u>HP_t</u>	<u>HP</u> <u>(MOTOR)</u>	<u>TORQUE (lb</u> <u>pul)</u>	<u>EFICIENCIA</u>
19.4	0.04	0.05	0.35	1	1.147	0.88

BUJES PARA COLGANTES				
GRUPO	TIPO	MAT.EJES	TEM.TRABAJO (F ^o)	FB
S	Bronce	Estándar	850	2

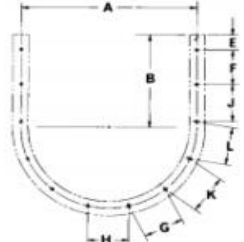
ARREGLO DEL TRANSPORTADOR



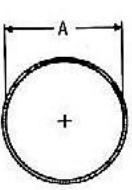
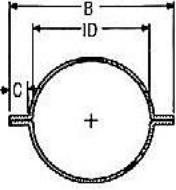
DATOS DE ARTESA U



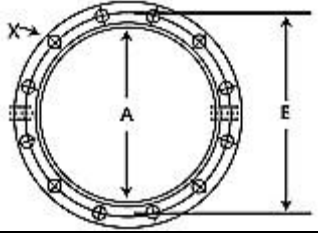
BRIDAS DE ARTESA U

	DT	NT	DT	A	B	E	F	G	H	J	K	L
	9	8	0.38	12.5	6.13	1.19	4.13	3.75	5.13	4.13	--	--

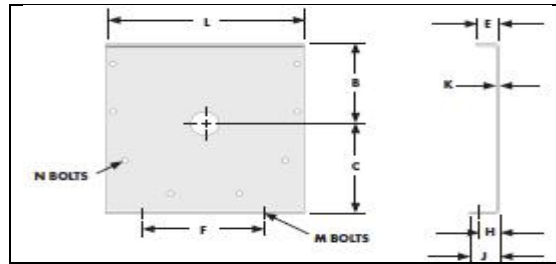
DATOS DE ARTESA TUBULAR

		T. Sólida				T. Bipartida					
		DT	D	NºP	L 10'	L 5'	NºP	L 10'	A	B	C
		9	16	9CHT16	72	39	9CHT16-F	84	10	12.625	1.25

BRIDAS DE ARTESA TUBULAR

	DT	NT(X)	DTor	A	E
	9	8	0.375	10	11.875

TAPAS LATERALES



D T	D E	N ^o P	B	C	D1	D2	D3	E	F	H	J	K	L	M	N	PES O
9	2	3TEF 3-*	6.1 25	7.8 75	3.9 38	2.1 88	3.6 88	1.6 25	9.3 75	1. 5	2.6 25	0.2 5	13. 75	0. 5	0.3 75	12

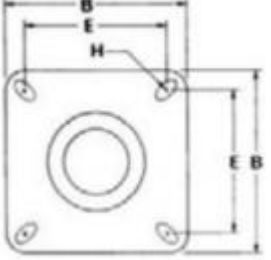
PIE DE BRIDA

	DT	C	E	F	G	H	J	K	M	N
	9	7.875	1.5	9.4	12	1.5	2.625	0.188	0.5	0.375

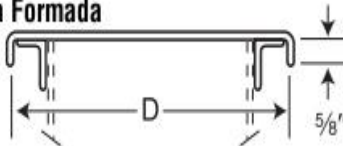
RODAMIENTO

	Barr	N ^o P	C	D	E	G	N
	2	TEB 4BB	5.12 5	6. 5	2.37 5	0.68 8	0.62 5

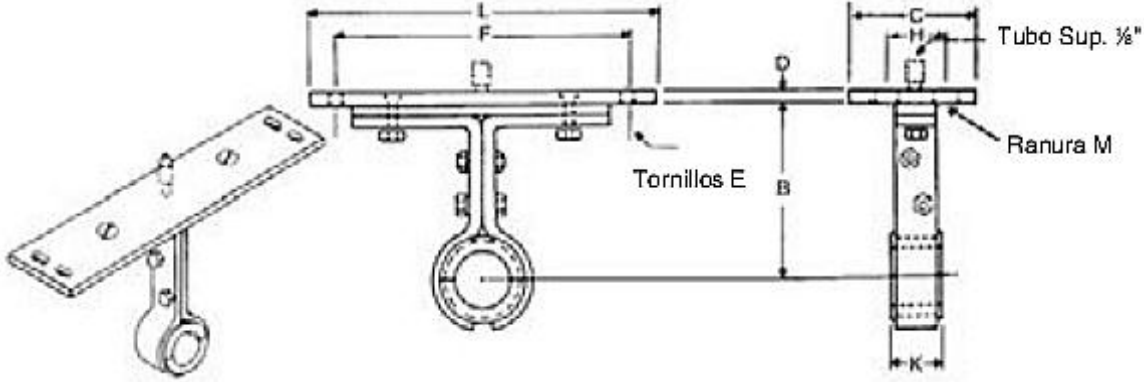
SELLO

	DEj	N ^o P	B	L	E	H	PESO
	1.5	CSP3	5.375	1.5	4	1.5	2

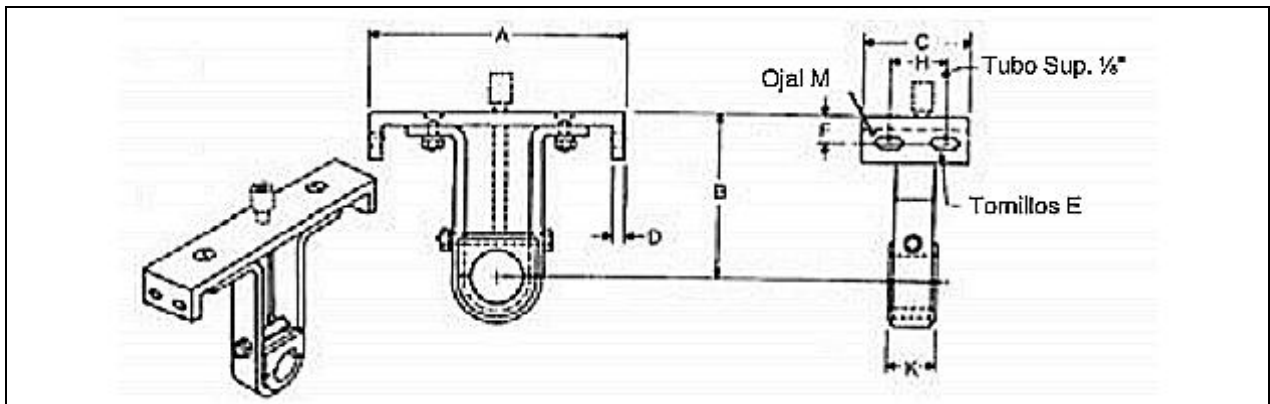
CUBIERTA

	DT	N ^o P	Cal	PESO	D
Cubierta Formada	9	9TCP14	14	3.5	13.375

COLGANTES 220

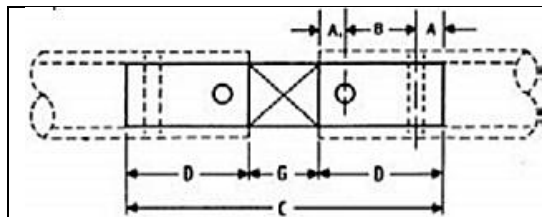
												
DT	DE	N ^o P	B	C	D	E	F	H	K	L	M	PESO
9	1.5	9CH2203	6.13	4.5	0.25	0.375	1277	27/2	2	13.5	0.4375x0.0625	9

COLGANTES: 216



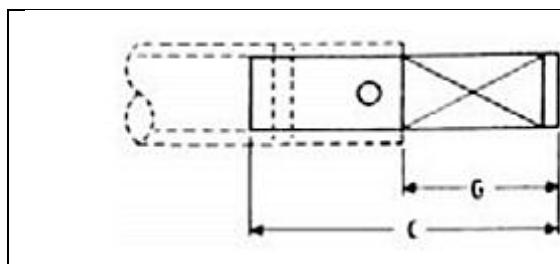
DT	DE	NºP	A	B	C	D	E	F	H	K	M	PESO
9	1.5	9CH2163	10	6.1	4.5	0.25	0.375	1	2.5	2	0.4375x0.0625	7

EJES DE ACOPLAMIENTO



DE	NºP	A ₁	A	B	C	D	G	PESO
2	CC3	1	1	3	12	5	2	5.6

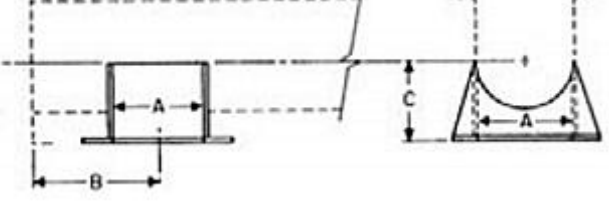
EJES TERMINALES



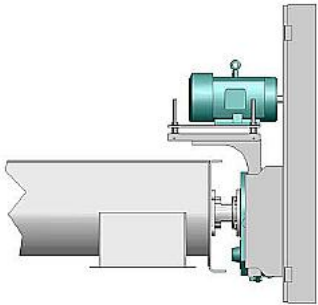
DE	NºP	C	G	PESO
1.5 (CHE3	6.88	2.13	3.5

DESCARGA STANDARD

DT	A	B	C	D	G	H	F
9	10	8	7.125	0.313	8	19	5



TRANSMISIÓN

	<p>Motorreductor montado sobre la artesa</p>
--	---