

Metodología para el diseño de una banda transportadora

Autor: Osvaldo Antonio Jiménez Luna. Coautor 1: Ing. Julio Cesar Rodríguez López, Coautor 2: MIA Celia Fernández Vázquez, Coautor 3: Ing. María Isabel Arias prieto.

Departamento de Ingeniería en Mantenimiento Industrial
Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz
Cuitláhuac, Veracruz. México

20183g101348@utc.edu.mx, julio.rodriguez@utc.edu.mx, celia.fernandez@utc.edu.mx

Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Cuerpo Académico: Gestión de calidad y Eficiencia Industrial

LIIADT: LÍNEA DE INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN APLICADA Y DESARROLLO

TÉCNOLOGICO

Metodología para el diseño de una banda transportadora

Autor: Osvaldo Antonio Jiménez Luna, Coautor 1: Ing. Julio Cesar Rodríguez López, Coautor 2: MIA Celia Fernández Vázquez, Coautor 3: Ing. María Isabel Arias prieto

Departamento de Ingeniería en Mantenimiento Industrial
Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz
Cuitláhuac, Veracruz.

20183g101348@utcv.edu.mx, julio.rodriguez@utcv.edu.mx, celia.fernandez@utcv.edu.mx,
maría.arias@utcv.edu.mx

Resumen

El presente trabajo muestra de manera general el compendio de artículos que se analizaron y que fueron objeto de estudio, del cual se sentaron las bases para poder llevar a cabo los objetivos establecidos para el diseño de una banda transportadora. Estos sistemas de transporte de material conocidos como bandas transportadoras son parte importante de los procesos de producción en los que se ven envueltos las actividades en la transformación de productos, bienes y servicios; una vez llegado a ello fue posible determinar un sistema metodológico que fue capaz de guiar el proceso del desarrollo, con lo cual se obtuvieron los resultados, conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros que forman parte de este.

Palabras clave: Capacidad de transporte, Potencia, Cinta

Introducción

El presente trabajo tiene como propósito presentar una metodología que sea capaz de establecer una serie de pasos a seguir para establecer el diseño de bandas transportadoras, con el objetivo de aportar un estudio que puede llegar a mejorar las decisiones que las industrias tomen al respecto.

En el desarrollo del documento se describe de manera concisa y clara los procedimientos a seguir en el diseño de bandas transportadoras, en este se establecen los cálculos que forman parte del principio de funcionamiento, que estos dispositivos requieren; además de que se logra establecer una metodología para su boceto, todo esto con la convicción de poder afirmar lo ya plenamente mencionado en la estructura que antecede al desarrollo y que forma parte de la investigación.

Finalmente, se describen los resultados que se obtienen en la ejecución del desarrollo, cuáles pueden ser los trabajos futuros o mejoras, así como las recomendaciones necesarias sobre el proyecto, cabe hacer mención que dentro de este proyecto fue posible adquirir experiencia que servirá como elemento apelativo para futuras áreas de oportunidad laboral.

Discusión (Temas)

La determinación de una banda transportadora, según su uso o aplicación o propiedades, se designa mediante una nomenclatura que es normalizada, en la tabla 1 se puede observar dicha definición.

Tabla 1 Clasificación tipo de banda transportadora

Designación	Características
E	Propiedades antiestáticas
K	Propiedades antiestáticas y resistentes a las llamas
S	Resistente a la llama con o sin propiedades antiestáticas
T	Resistentes al calor
R	Resistentes al frío
G	Resistente a la presencia de aceites y grasas
A	Apta para el transporte de alimentos
C	Destinada al transporte de productos químicos

La necesidad de un sistema de transporte debe estar basada en virtud de su aplicación por lo que a cada aplicación corresponde un diseño especial.

La normatividad para seguir en cuestiones de seguridad, en la cual se establecen los procedimientos y los cálculos del diseño basadas en parámetros físicos tales como: fricción, tensión, resistencia, tipo de cinta, tipo de material y abrasión definidas, estas normas a considerar son la normatividad DIN 22102 y DIN 22131.

Para el cálculo que involucran los parámetros de diseño en una banda transportadora, son aquellos datos de inicio que deben ser considerados para poder determinar el diseño del sistema de transporte, con lo cual se debe tener como punto de partida el establecimiento de esta información para posterior análisis y cálculo, estos se pueden observar en la tabla 4.

Tabla 1 Datos de inicio para el diseño de bandas transportadoras

Datos	Descripción
Tipo de material de transporte	Este determina la abrasión mínima con que la cinta debe contar.
Longitud de la cinta	Determina la distancia entre en el tambor motriz y terminal, su símbolo es la letra “L” y su unidad es en m.
Ángulo	Se determina la inclinación máxima de la cinta para que el transporte sea realizado con seguridad, su símbolo es “ θ ” y su unidad $^{\circ}$.
Ancho de banda disponible	Este debe ser superior, de manera mínima a cinco o seis veces el tamaño del material a transportar, su símbolo es la letra “B” y su unidad es en mm.
Velocidad de avance en la banda transportadora	Esta depende del tipo de materia prima a transportar, se determina para poder establecer una descarga óptima de material sobre la cinta, su símbolo es la letra “v” y su unidad m/s

En la tabla 5 se pueden observar parámetros para los materiales más comunes que sirven como parte inicial del diseño.

Tabla 2 Características de los materiales

Material	Peso específico (t/m^3)	Ángulo de reposo ($^{\circ}$)	Abrasión
Arcilla fina	1.0-1.6	—	Muy abrasiva
Arena seca	1.5-1.8	35	Muy abrasiva
Asfalto	0.75	30-45	Abrasivo
Basalto	1.4-1.7	27-35	Abrasivo
Caliza	1.3-1.5	38	Abrasivo
Cemento	1.3-1.5	30-40	Muy abrasivo
Cenizas de carbón	0.7-0.8	45	Poco abrasivo
Cobre	1.9-2.2	20	Muy abrasivo
Coque	0.5-1	30-45	Muy abrasivo
Cuarzo	1.3-1.45	35	Muy abrasivo
Granito	1.4-1.5	35	Muy abrasivo
Grava	1.5-1.7	32	Muy abrasiva
Harina	0.6-0.9	0-10	No abrasiva
Fosfatos	1	26	Abrasivo
Tierra	1.2-1.3	35	—
Trigo	0.75	25	No abrasivo

Cebada	0.65	25	No abrasivo
Avena	0.45	30	No abrasivo

El cálculo de la longitud de una banda transportadora debe estar hecho en virtud de la distancia a recorrer, según sea el diseño del sistema; en caso de que sea horizontal bastará con determinar la distancia a recorrer, pero en caso de que el diseño inicial requiera ascenso o descenso, la longitud deberá estar hecha en virtud de la longitud horizontal, así como la inclinación de esta, determinada bajo el teorema de Pitágoras:

$$a = \sqrt{b^2 + c^2}$$

Donde:

a = Longitud total en metros.

b = Longitud horizontal en metros.

c = Longitud de inclinación — ascenso o descenso — en metros.

La tabla 6 muestra los valores máximos de inclinación de los materiales más comunes en bandas transportadoras.

Tabla 3 Ángulo máximo de inclinación

Material	Inclinación máxima
Arcilla fina	15°
Arena seca	16°-18°
Asfalto	16°-18°
Basalto	18°
Caliza	18°
Cemento	18°-20°
Cenizas de carbón	20°
Cobre	20°
Coque	18°
Cuarzo	18°

La determinación en el ancho de una banda transportadora no es posible determinarla mediante alguna fórmula, ya que no existen normas disponibles al respecto por lo que es indispensable que en base al tipo de material a trasladar sea establecida la anchura de la cinta, mediante:

$$\text{Anchura de la banda} > 5.5 * \text{dimensión del material}$$

La velocidad de avance es determinada por el tipo de material y la velocidad con que este debe ser trasladado, ISO 9001:2008 normaliza esta relación que se muestra en la tabla 7.

Tabla 4 Velocidad Avance

Aplicación	Rangos de velocidad comunes m/s	Factores limitantes
Materiales no abrasivos	2.0 a 6.0	Degradación del material y generación de polvo
Arcilla, minerales suaves, sobrecarga y tierra, piedra molida fina	3.0 a 7.0	Degradación del material, generación de polvo y desgaste de los componentes
Minerales pesados, duros y filosos, piedra triturada áspera, desperdicios	2.0 a 6.0	Desgaste de la banda y del chute, ruidos
Carbón, lignito, coque	2.5 a 7.0	Degradación del material, generación de polvo, derrames y ruidos
Virutas, biomasa y bagazo	1.0 a 2.5	Generación de polvo y obstrucción del chute
Cal, 6linker y cemento	2.0 a 4.0	Generación de polvo y desgaste de los componentes
Descarga mediante los arados de la banda	1.0 a 2.0	Derrames en la descarga, desgaste del arado y de la banda
Alimentadores de la banda	0.25 a 0.5	Desgaste del revestimiento y de la banda
Trippers	1.25 a 2.5	Generación de polvo y derrames
Transportadores terreno	todo 5.0 a 10.0	Recorrido del transportador, degradación del material, generación de polvo, derrames y ruidos

Valores establecidos que evitan esparcimiento, derrames, polvo en suspensión, logrando que este sistema de transporte cumpla con los niveles de seguridad requeridos.

Con el establecimiento de los datos de inicio es posible establecer una serie de pasos que pueda determinar el procedimiento para el cálculo de los parámetros de diseño de este dispositivo.

Determinar el área de la sección transversal del material a transportar.

Para poder establecer esta, es necesario determinar la aproximación de la sección real a una hipotética, compuestas por la superficie trapezoidal y triangular como se muestra en la figura 11.

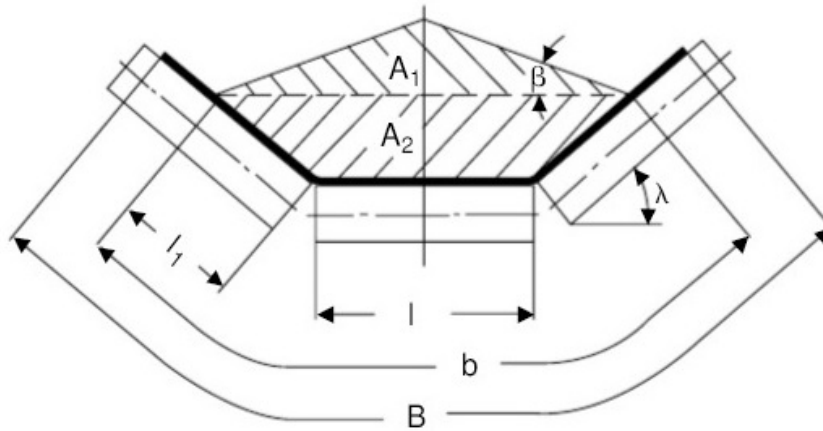


Figura 1. Sección transversal

La sección (A) representa a la transversal del material simulando la real; determinada por un conjunto de expresiones, y en base a esto se puede determinar la superficie con la adición de las secciones trapezoidal y triangular:

$$A = A_1 + A_2$$

Donde:

$$A_1 = 0.25 * \tan(\beta) * [l + (b - 1) * \cos(\lambda)]^2$$

$$A_2 = l_1 * \sin(\lambda) * [l + l_1 * \cos(\lambda)]$$

Siendo:

$$b = 0.9 * B - 0.05$$

$$l_1 = 0.5 * (b - 1)$$

Capacidad de transporte

La capacidad de la banda transportadora dependerá de el volumen de carga máximo que pueda soportar, cabe hacer mención que está deberá ser calculada de manera volumétrica m^3/h y es determinada por la expresión:

$$Q_v = 3600 * v * A * k$$

En este caso la variable (k) determina el valor por el cual se evita que la capacidad de transporte disminuye, esto sucede debido al declive de la cinta; ya sea que tenga que inclinarse de manera ascendente o descendente; en otras palabras, la variable k representa el coeficiente de reducción de capacidad de transporte por inclinación de la cinta, este debe ser determinado por la expresión:

$$k = 1 - 1.64 * \left(\frac{\varphi * \pi}{180}\right)^2$$

También existe la posibilidad de que alguna aplicación por necesidad tenga que ser expresada en toneladas por hora t/h y esta podrá ser determinada por la expresión:

$$Q_m = Q_v * \gamma$$

Potencia del sistema de transporte banda transportadora

La determinación de la potencia con la que una banda transportadora deberá ser diseñada, se da en virtud de la adición de tres potencias que interactúan con este sistema. Por lo que será dilucidar cada una de ellas por separado y así comprender mejor su implementación

Fuerza necesaria para trasladar la cinta al vacío y cargada

Esta es señalada como la potencia uno — P_1 — cabe hacer mención que es importante tomar en cuenta para el cálculo de esta que su desplazamiento debe ser horizontal, ya que la fuerza empleada por el sistema debe soportar el peso de la carga, en el cual deben ser considerados el material, rozamiento de los tambores y rodillos, se determina con la expresión:

$$P_1 = \frac{C_b * V + Q_m}{c_1 * k_f}$$

Fuerza indispensable para alzar la carga hasta cierta altura

Esta es señalada como la potencia dos — P_2 — esta ayuda a determinada para conocer la fuerza necesaria de elevación de la carga hasta cierto punto, además, puede darse el caso de que por necesidades del lugar la aplicación sea de manera descendente, en este caso será necesario calcular la fuerza para frenar el sistema, podemos decir que esta fuerza proviene de la inclinación de la cinta, es determinada por la expresión:

$$P_2 = \frac{H * Q_m}{367}$$

Para este punto en especial, la variable H determina la altura que alcanza el extremo de la cinta, pudiendo determinarse a través de su longitud y ángulo de inclinación, por lo que será necesario utilizar la expresión:

$$H = L * \sin(\varphi)$$

Fuerza necesaria para vencer elementos de ayuda, así como sistemas de limpieza y guías

Esta es señalada como la potencia tres — P_3 — existen dispositivos como los *tripper* que son carros instalados en las bandas transportadoras y que son usados para la descarga a través de la longitud de la misma, esta fuerza debe ser la necesaria para poder soportar el trabajo de elementos auxiliares como el ya mencionado, se determina con la expresión:

$$P_3 = P_A + P_B + P_C$$

Una vez alcanzada la determinación de estas potencias es posible establecer una potencia total — P_T — necesaria para que el sistema de transporte pueda funcionar, esta es determinada por la expresión:

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3$$

Es importante mencionar que la P_T es la necesaria para la ejecución del tambor motriz de la cinta, pero este es accionado por la conexión de un motorreductor que va conectado al mismo, por medio del engranaje del eje del motor; este dispositivo eléctrico es accionado por la acción de un reductor de velocidades que como ya se mencionó está unido al motriz por medio del eje, por lo

que la fuerza final necesaria que será exigida en el motor eléctrico y el reductor de velocidades es señalada como la fuerza requerida del motor — P_M — y se determina con la expresión:

$$P_M = \frac{P_T}{\eta}$$

En este caso la variable (η) es expresada por a partir del rendimiento del motor eléctrico y la caja reductora, se determina con la expresión:

$$\eta = \eta_m * \eta_r$$

Resistencia mínima a tracción de la banda

Este punto es necesario saber cómo determinarlo, ya que al haber establecido la P_T será muy importante que esta fuerza no ocasione fracturas en la cinta, por lo que esto se logra con una resistencia que oponga el sistema y que como valor mínimo a la tracción máxima del motriz sobre el sistema.

La expresión más común para poderlo llevar a cabo es la que el fabricante *Forbo Siegling* ha establecido en bases a sus estudios experimentales, por lo que al conocer la velocidad de avance y la fuerza del motriz:

$$F_b = \frac{P_T * C_1 * 1000}{v}$$

Ya que se conoce el valor de tracción máxima de la banda, se determina el valor de la resistencia nominal mínima a la que estará sometido el sistema de transporte, esto se logra con la expresión:

$$R = \frac{F_b * C_S}{B}$$

Con el valor establecido de la resistencia mínima, el valor de resistencia nominal a elegir en la banda deberá ser superior, de entre los valores existentes por el fabricante; con lo que será posible ejecutar el sistema de una manera segura gracias a la relación fuerza-resistencia ajustada.

Determinación de tensiones de la banda

La fuerza que ejerce el motriz va a desarrollar rigidez debido al arrastre que ejerce este sobre en el contacto de la cara interior del sistema, más aún importante es entender que debido a esto solo una parte será sometida a más rigidez, que será la del extremo contrario al motriz; esta es la rigidez que se debe establecer lo cual se logra con el cálculo de la ecuación de Euler-Eytelwein:

$$\frac{T1}{T2} = e^{\mu*\alpha}$$

Entonces como se ha podido dilucidar en una banda transportadora existe un lado con mayor rigidez que el otro, pero si el extremo con menor rigidez no ejerce la necesaria el sistema no avanzará a pesar de la acción del motriz, por lo tanto, se tienen que establecer las condiciones para que esto suceda, siendo necesario un sistema que ejecute mediante una fuerza tangencial — Ft — la diferencia entre la rigidez del motriz y secundario, mencionar que cada una de estas dependen del coeficiente de rozamiento entre la banda y los tambores. Todo esto se determina con una simple expresión:

$$T1 = Ft + T2$$

El cálculo de la Ft es necesario para que la banda funcione de manera constante, su determinación se establece en virtud de la expresión que usa para determinar la potencia transmitida por el motriz:

$$P_T = \frac{Ft * v}{1000}$$

Despejando esta expresión la Ft se determina:

$$Ft = \frac{P_T * 1000}{v}$$

Si llegados a este punto el sistema de transporte no avanza y se nota que la banda resbala sobre el motriz, se determina que el límite de transmisión de potencia no es el adecuado, por lo que será necesario hacer el ajuste correspondiente con la expresión:

$$\frac{T1}{T2} < e^{\mu * \alpha}$$

Determinación del diámetro y velocidad de giro del motriz

Antes de poder saber cuál es la carga que el motriz podrá ejercer, se deben determinar estos valores ya que de ellos dependerá la eficiencia de carga en el motriz, recordemos que este será encargado de realizar el movimiento que dé inicio al estar estático necesita una fuerza para establecer su velocidad y conforme vaya avanzando deberá ser constante por lo que ejercerá una fuerza diferente para mantenerse constante.

Diámetro del motriz (D_T)

La norma DIN-22101 especifica que la expresión para determinar el valor mínimo para el diámetro del motriz es:

$$D_{Tmin} = \frac{36 * Ft}{\rho * \pi * \alpha^\circ * B}$$

Existe un porcentaje de utilización en el motriz, el cual debe darse en virtud del 60-100%, si dicho valor es menor este debe ser ajustado, por lo que es necesario establecer el porcentaje de utilización — K_T — mediante la expresión:

$$K_T = \frac{T * C_S}{B * R_N * 100}$$

Velocidad de giro del motriz (n_T)

Este es posible determinarlo con la expresión:

$$n_T = \frac{v * 60}{\pi * D_T}$$

Cargas sobre el motriz

Carga del motriz en el arranque

El arranque del motor en estado estático hasta mantener una velocidad constante o estacional es la fuerza que produce la máxima exigencia del dispositivo, por lo que es necesario establecer una fuerza de arranque para que la carga del sistema sea trasladada sin problemas, esta se puede determinar sobre las tensiones de la banda durante el arranque, con la expresión:

$$Ft_A = T1_A + T2_A$$

Par motor en el arranque

Como ya es del ámbito conocido en la materia los motores deben producir un par de arranque para su correcto funcionamiento, hablando de motores en bandas transportadoras, este concepto debe ser aplicado para el correcto funcionamiento del sistema, es decir que la fuerza del motor otorgada el dispositivo accione la cinta, para su correcta determinación es necesario usar la expresión:

$$M_A = \frac{Ft_A * D_T}{2}$$

Determinación final de la resistencia nominal de la banda

La tensión máxima del sistema de transporte ya ha podido ser determinada; dentro de los procedimientos iniciales; ahora será necesario elegir una banda que cumpla con los requisitos de seguridad por resistencia, recordar que esta misma deberá ser superior a la determinada por la expresión:

$$R = \frac{T * C_S}{B}$$

Con el resultado de esta expresión es posible establecer la seguridad del sistema de transporte, ya que la selección de la banda será superior al resultado obtenido, además los valores de las resistencias nominales se encuentran normalizados por los fabricantes, donde ellos mismos proporcionan los valores que serán los adecuados para este cálculo.

Con todos estos procedimientos es posible determinar los pasos a seguir en la metodología del diseño de una banda transportadora, mismos que han sido establecidos en base al estudio analítico que se ha propuesto dentro del sistema metodológico previamente establecido.

Resultados

Los conceptos, términos, ventajas y aplicaciones en la solución de movilidad de materiales, que una banda transportadora es necesario establecer un compendio de métodos para el diseño de bandas transportadoras, que en cumplimiento de las normas que en este infieren logre mejorar la producción de las empresas que requieran este tipo de dispositivos.

Por lo que de manera específica se estableció un sistema metodológico capaz de identificar las normas y procedimientos de cálculo, para bandas transportadoras; y que mediante un proceso analítico sea capaz de fundamentar el diseño de bandas transportadoras.

Para este tipo de aplicaciones las normas que más intervienen en el diseño de estos dispositivos son las que regulan sus propiedades de ángulos, resistencia, fricción, elasticidad, tenacidad, potencia, volumen y densidad de materiales, tipo de materiales, tipo de uso, así como equipos auxiliares mismas se encuentran fundamentadas por las nomenclaturas DIN-22102, DIN-22131 e ISO 9001:2008. Siendo estas tras las que intervienen en el diseño del sistema de transporte.

Dado el avance que actualmente se vive tecnológicamente hablando de la movilidad de materiales, el presente trabajo sólo deberá ser utilizado para necesidades de traslado de materiales a granel, dentro de las especificaciones que el procedimiento ofrece. Por lo que es posible afirmar que los objetivos previamente planteados han sido alcanzados, ya que el procedimiento es válido para realizar el diseño de una banda transportadora.

Conclusión y Trabajos Futuros

Teniendo en cuenta los procedimientos de cálculo en los cuales este diseño se ve envuelto, además de los resultados obtenidos en base al análisis propuesto, y que ya fueron expuestos en el presente documento; es posible poder establecer los parámetros con los que este dispositivo debe contar.

Por lo que se propone como seguimiento el realizar el diseño del mismo bajo la edición de un software que sea capaz de dar una vista clara del dispositivo, además de que pueda ser susceptible de fabricación de acuerdo a las necesidades de aplicación para las que fue creado.

Recomendaciones

Es posible encontrar mejoras en el diseño de los sistemas de transporte conocidos como bandas transportadoras, basados en los resultados obtenidos en la investigación es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- Facilitar a los usuarios la opción de añadir aplicaciones especiales.
- Facilitar a los usuarios la opción de añadir diferentes tipos de bandas de otros fabricantes.
- Realizar el estudio de diseño con otras normativas existentes, comparando sus diferencias.
- Identificar ventanas de oportunidad que permitan poder establecer este dispositivo en los diferentes sectores de producción establecidos en la zona y que no cuenten con ellos.

Referencias

López, Roa, Agustín; (2002) Cintas transportadoras. Madrid, España. Dossat S.A.

Miravete, Antonio; Larrodé, Emilio; Castejón, Luis; Cuartero, Jesús, (2012) Los transportes en la ingeniería industrial (teoría). Barcelona, España. Reverté S.A.

Miravete, Antonio; Larrodé, Emilio; (2004) Transportadores y elevadores. Barcelona, España. Reverté S.A.

Meyers, Fred, E; (199) Estudios de tiempos y movimientos. New Jersey, USA. Prentice Hall, Inc.

Oviedo, Antonio; (2018) Compendio de Normas de seguridad. Ciudad de México. Mc Graw Hill.

Amela, E. (2016). Diseño de una cinta transportadora en una instalación de carga automática de coque. Ingeniería Mecánica, Universidad Jaime I, Castellón, España.

Auris Aguilar, H. A., & Cardenas Cuya, F. R. (2019). Diseño y automatización de un sistema de bandas transportadoras modulares para la distribución de jabas en la empresa Supermercados Peruanos SA.

Diario Oficial de la Federación. (1992). Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=4674405&fecha=01/07/1992&cod_diario=201409

Diario Oficial de la Federación (1998). Industria Hulera-Bandas Transportadoras de Hule con Refuerzo Textil para Minas Subterráneas de Carbón Especificaciones. Recuperado de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4792292&fecha=29/11/1988

David, L. (2019). Who sets the standards. Recuperado de https://www.dunlopccb.com/app/uploads/2019/05/ES_Who-sets-the-standards-Article.pdf

Gonzales, M., & Lobos, G. (2018). Estudio y diseño de cinta transportadora automatizada. Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile.

Google (s.f.) [Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz-UTCV] Recuperado el 07 de julio de 2021 de [https://www.google.com.mx/maps/place/Universidad+Tecnol%C3%B3gica+del+Centro+de+Veracruz+\(UTCV\)/@18.7943731,-96.7085791,15z/data=!4m6!3m5!1s0x85c4e510dcba984b:0x786682af2917773!4b1](https://www.google.com.mx/maps/place/Universidad+Tecnol%C3%B3gica+del+Centro+de+Veracruz+(UTCV)/@18.7943731,-96.7085791,15z/data=!4m6!3m5!1s0x85c4e510dcba984b:0x786682af2917773!4b1)

ISO. (2015). Requisitos para la producción de cintas transportadoras y productos para bandas transportadoras. Recuperado de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-4:v2:es>

Melchor, C. (2017). Diseño de una banda transportadora para el movimiento de piletas de muestreo de concreto para la empresa Grupo Inset. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Puig, R. A., & Melián J. C., (2016). Movimiento de tierras (segunda parte). Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de la Habana, Cuba.

Secretaria de Gobernación. (2015). Normas Oficiales Mexicanas. Recuperado de <https://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705>