



UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA  
DEL PERÚ

Facultad de Ingeniería

Trabajo de Investigación

**“Diseño de un colector de muestras para  
camiones de transporte de granos”**

Autores: Avila Anticona, Alex Erickson - 1510257

Rojas Huayanay, David Juan - 0820890

Para obtener el Grado de Bachiller en:

**Ingeniería Mecánica**

Lima, Diciembre 2019

## ANEXO 6

**Declaración de Autenticidad y No Plagio  
(Grado Académico de Bachiller)**


Por el presente documento, yo Alex Erickson Avila Anticona,  
identificado/a con DNI N° 73466347, egresado de la carrera de  
Ingeniería Mecánica,  
informo que he elaborado el Trabajo de Investigación denominado  
"Diseño de un colector de muestras para camiones de  
transporte de granos"

para optar por el Grado Académico de Bachiller en la carrera de  
Ingeniería Mecánica,

declaro que este trabajo ha sido desarrollado íntegramente por el/los autor/es que lo suscribe/n y afirmo que no existe plagio de ninguna naturaleza. Así mismo, dejo constancia de que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo, por lo que no se ha asumido como propias las ideas vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos como en Internet.

Así mismo, afirmo que soy responsable solidario de todo su contenido y asumo, como autor, las consecuencias ante cualquier falta, error u omisión de referencias en el documento. Sé que este compromiso de autenticidad y no plagio puede tener connotaciones éticas y legales. Por ello, en caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a lo dispuesto en las normas académicas que dictamine la Universidad Tecnológica del Perú y a lo estipulado en el Reglamento de SUNEDU.

Lima, 04 de Diciembre del 2019.

  
.....  
(firma)

## ANEXO 6

**Declaración de Autenticidad y No Plagio  
(Grado Académico de Bachiller)**

Por el presente documento, yo David Juan Rojas Huayanay,  
identificado/a con DNI N° 46789220, egresado de la carrera de  
Ingeniería Mecánica,

informo que he elaborado el Trabajo de Investigación denominado  
" Diseño de un colector de muestras para camiones de  
transporte de granos

para optar por el Grado Académico de Bachiller en la carrera de  
Ingeniería Mecánica

declaro que este trabajo ha sido desarrollado íntegramente por el/los autor/es que lo suscribe/n y afirmo que no existe plagio de ninguna naturaleza. Así mismo, dejo constancia de que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo, por lo que no se ha asumido como propias las ideas vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos como en Internet.

Así mismo, afirmo que soy responsable solidario de todo su contenido y asumo, como autor, las consecuencias ante cualquier falta, error u omisión de referencias en el documento. Sé que este compromiso de autenticidad y no plagio puede tener connotaciones éticas y legales. Por ello, en caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a lo dispuesto en las normas académicas que dictamine la Universidad Tecnológica del Perú y a lo estipulado en el Reglamento de SUNEDU.

Lima, 04 de Diciembre del 2019.

  
.....  
(firma)

## **RESUMEN**

La presente investigación tiene como objetivo principal diseñar un colector de muestras para los camiones que transportan granos, que tiene como finalidad la toma de muestras representativas que debe acercarse más a las exigencias de las normas de muestreo, la cual es una etapa fundamental para evaluar la calidad de los granos. El trabajo está dividido en cuatro capítulos:

En el capítulo 1, se presenta los antecedentes de la investigación, en el cual se describen diferentes metodologías de trabajos que tiene el enfoque del desarrollo de máquinas. Las tesis presentadas sirvieron de gran apoyo para la investigación.

En el capítulo 2, se desarrolla el marco teórico, que describe las definiciones y conceptos en los cuales se basa la investigación.

En el capítulo 3, se presenta la metodología basada en las recomendaciones de la Asociación Alemana de Ingenieros (VDI) 2225, con el título de Metodología de Diseño en Ingeniería, que se rigen pautas que dan la estructura para el diseño del proyecto a realizar. Para luego determinar una alternativa de solución óptima y por último realizar los cálculos de ingeniería necesarios para asegurar el correcto funcionamiento de la máquina.

En el capítulo 4, se precisa el análisis de resultados y las discusiones del trabajo de investigación, asimismo la parte estructural se comprobó con el software Ansys-Workbench.

En conclusión, el diseño del colector de muestras reduce el tiempo de muestreo y sustituye tareas repetitivas sin interferencia de un operador, esto beneficiaría para un buen control de calidad de los granos (arroz, cebada, soya, etc.)

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres, por el esfuerzo que nos han dedicado día a día para salir adelante.

### **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a los formadores que han sido parte de este trabajo de investigación y a la universidad por la enseñanza aplicada.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
INTRODUCCIÓN.....	vii
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Muestreo en granos .....	5
2.2. Muestreo manual .....	5
2.2.1. Tipos de caladores manuales .....	5
2.2.1.1. Calador cilíndrico o calador sonda .....	5
2.2.1.2. Calador de bolsas .....	6
2.2.1.3. Sacamuestras cucharin.....	7
2.2.2. Muestreo en camiones .....	7
2.3. Cinemática y mecanismos .....	8
2.4. Diseño .....	9
2.4.1. Fases del proceso del diseño.....	10
2.4.2. Método del procedimiento en el proceso de diseño .....	10
2.5. Transmisión por piñón-cremallera.....	11
2.5.1. Factor de seguridad .....	11
2.5.2. Factor tangencial real.....	11
2.5.3. Factor tangencial corregida.....	11
2.5.4. Diagrama de selección del módulo de dentado.....	12
2.5.5. Dimensionamiento del piñón .....	12
2.5.5.1 Número de dientes.....	12
2.5.5.2. Diámetro primitivo .....	13
2.5.6. Revolución sobre el piñón .....	13

2.5.7. Par de giro sobre el piñón .....	13
2.6. Análisis estructural.....	14
2.6.1. Resistencia de materiales .....	14
2.6.2. Diagrama de cuerpo libre.....	14
2.6.3. Cálculo de esfuerzo .....	14
2.6.4. Módulo de sección.....	15
2.6.5. Módulo de la sección requerida .....	15
2.7. Teoría de columnas .....	15
2.7.1. Sección transversal de una columna.....	15
2.7.2. Fijación de un extremo y longitud efectiva.....	16
2.7.3. Relación de esbeltez.....	16
2.7.4. Constante de columna .....	16
2.7.5. Análisis de columna largas mediante la fórmula de Euler .....	17
2.7.6. Esfuerzo crítico .....	17
2.7.7. Cargas permisibles .....	18
2.7.8. Momento máximo .....	18
2.8. Norma A.W.S.....	18
2.8.1. Tipos de uniones para estructura .....	19
2.8.1.1 Empalme de pilares .....	19
2.8.1.2. Bases de pilar .....	20
2.8.1.3. Uniones simples viga - pilar .....	20
2.8.1.4. Uniones simples viga - viga.....	20
2.9. Método de elementos finitos (MEF).....	21
2.9.1. Aplicación del método de elementos finitos.....	21
2.9.2. Mallado .....	22
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA SOLUCIÓN.....	23
3.1. Elaboración del Concepto.....	23



3.1.1. Lista de Exigencias .....	23
3.1.2. Estructura de Funciones .....	28
3.1.2.1. Determinación de Estructura de Funciones.....	28
3.1.2.2. Abstracción: Caja Negra (Black-Box) .....	29
3.1.2.3. Determinación los Principios Tecnológicos – Secuencia de Operaciones .....	30
3.1.2.4. Fijar los Procesos Técnicos .....	30
3.1.2.5. Determinar la Aplicación de los Sistemas Técnicos y Limitaciones .....	31
3.1.2.6. Determinar la Agrupación de las Funciones .....	32
3.1.2.7. Determinar y Representar la Estructura de Funciones .....	34
3.1.2.8. Determinar la Estructura de Funciones Óptima.....	34
3.1.3. Matriz Morfológica.....	35
3.1.4. Concepto de Solución .....	37
3.1.5. Determinación del concepto de solución óptimo .....	40
3.1.6. Descripción del funcionamiento de la solución óptima: prototipo 3.....	42
3.2. Cálculo y selección de componentes .....	42
3.2.1. Cálculo del sistema piñón-cremallera.....	43
3.2.2. Cálculo de la viga principal.....	48
3.2.3. Cálculo de la viga carrilera .....	52
3.2.4. Cálculo de la columna.....	56
3.2.5. Dimensionamiento del dispositivo muestreador .....	62
3.3. Selección de tipo de unión empleado en la soldadura de la estructura .....	63
3.3.1. Unión con empalme de pilares.....	63
3.3.2 Unión con bases de pilar.....	63
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	64
4.1. Modelado de la estructura general del muestreador .....	64
4.2. Mallado de la estructura.....	66
4.2.1. Condiciones de frontera .....	67

4.1. Modelado de la estructura general del muestreador .....	64
4.2. Mallado de la estructura.....	66
4.2.1. Condiciones de frontera.....	67
4.3. Análisis de simulación.....	68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	70
BIBLIOGRAFÍA.....	72
ANEXOS.....	75

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Calador cilíndrico o calador sonda .....	5
Figura 2: Calador de bolsas .....	5
Figura 3: Sacamuestras cucharín .....	6
Figura 4: Camiones con 5 puntos de muestreo.....	7
Figura 5: Camiones con 8 puntos de muestreo.....	7
Figura 6: Camiones con 11 puntos de muestreo.....	7
Figura 7: Configuraciones típicas.....	8
Figura 8: Proceso de desarrollo y diseño VDI 2225 .....	9
Figura 9: Diagrama de selección de módulo de dentado .....	11
Figura 10: Diagrama de cuerpo libre.....	13
Figura 11: Empalme de pilares .....	20
Figura 12: Bases de pilar .....	20
Figura 13: Uniones simples de viga - pilar .....	21
Figura 14: Uniones simples de viga a viga.....	21
Figura 15: Desplazamiento y esfuerzo nodales.....	22
Figura 16: Estructura de funciones .....	34
Figura 17: Prototipo de solución 1.....	37
Figura 18: Prototipo de solución 2.....	38
Figura 19: Prototipo de solución 3.....	39
Figura 20: Diagrama de evaluación Económico-Técnico .....	42
Figura 21: Dimensión del piñón .....	46
Figura 22: Dimensiones de la cremallera .....	47
Figura 23: Gráfico del esfuerzo vs deformación .....	50
Figura 24: Características del perfil IPE-100.....	52
Figura 25: Diagrama de Euler .....	61

Figura 26: Ventana básica de static structural.....	64
Figura 27: Data de ingeniería.....	65
Figura 28: Ventana geometry.....	65
Figura 29: Mallado de la estructura.....	66
Figura 30: Soporte rígidos .....	67
Figura 31: Fuerza aplicada en los tres muestreadores.....	67
Figura 32: Deformación total de la estructura .....	68
Figura 33: Esfuerzo equivalente (von misses) de la estructura .....	69

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Fases del proceso del diseño.....	9
Tabla 2: Factor de seguridad .....	10
Tabla 3: Clasificación de electrodos.....	19
Tabla 4: Lista de exigencias.....	24
Tabla 5: Caja negra .....	29
Tabla 6: Cuantificación .....	29
Tabla 7: Opciones de las funciones .....	33
Tabla 8: Matriz Morfológica.....	35
Tabla 9: Evaluación de la solución óptima-valor técnico .....	40
Tabla 10: Evaluación de la solución óptima-valor económico .....	41
Tabla 11: Masas de los componentes de la viga principal .....	48
Tabla 12: Masas de los componentes que soportan la viga carrilera .....	53
Tabla 13: Tipos de fijación .....	57
Tabla 14: Relación entre $R_e$ y $C_c$ .....	60
Tabla 15: Características del mallado.....	66
Tabla 16: Deformación máxima y mínima.....	68
Tabla 17: Valores máximos y mínimos de von misses.....	69

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, el sector agroindustrial en el país se encuentra en una constante búsqueda de un mejor servicio en el control de calidad. Por lo que se necesita soluciones que garanticen procesos confiables. Es imprescindible conocer el valor y la calidad de lotes de importación, compra o venta de los granos (arroz, cebada, soya, etc.), los cuales son transportados en camiones, para ello se debe tomar muestras representativas, sin embargo, la industria se ve limitada a disponer de equipos no muy eficientes, ya que algunos realizan la toma de muestras de manera manual.

La norma NTP ISO 243333 “Muestreo en cereales y productos derivados”, menciona que el muestreo se debe realizar de acuerdo a la capacidad de carga según el tipo de camión, así mismo se debe realizar en puntos estratégicos, además con el peso de la muestra que se extraerá en cada calada.

Frente a esta problemática se diseña un mecanismo que cumpla con todos los alcances estipulados por la norma y que optimice el tiempo de trabajo, evitando retrasos en la toma de muestras, teniendo en cuenta que el diseño brinde una máxima precisión, elimine el error de muestreo y evite la contaminación de muestras que son los puntos principales que se deben de tomar en cuenta en el diseño.

El desarrollo de la investigación se basó en tesis de pregrado, maestría, revistas científicas y catálogos, los cuales tuvieron como enfoque la solución de problemas industriales, presentando diversas metodologías que beneficiaron en el proceso de diseño del colector de muestras.

A continuación, se detalla el objetivo general, objetivos específicos, los alcances y limitaciones.

### **Objetivo general**

Diseñar un colector de muestra para los camiones que transportan granos.

### **Objetivos específicos**

- Determinar el método de solución para el diseño de un colector de muestras para camiones que transportan granos.
- Diseñar y calcular los componentes de un colector de muestras para camiones que transportan granos.
- Validar el modelado de la parte estructural mediante el software ANSYS - Workbench.

### **Alcances y limitaciones**

- El presente trabajo de investigación se centrará en el diseño mecánico: cálculos de ingeniería, selección de componentes según catálogo o norma.
- El diseño se limitará para el uso de camiones de entre 5 a 50 toneladas.
- El sistema de muestreo solamente será usado para granos de cereales.

## **CAPÍTULO 1**

### **ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

En el sector comercio del país, la importación de granos se ha ido incrementando en la última década según Agrodataperú, puesto que la producción local no cubre la demanda interna de estos productos. El control de calidad juega un rol muy importante en el comercio, ya que diariamente toneladas de granos son desembarcadas bajo la modalidad de descarga directa en los principales puertos de nuestro país, donde corporaciones realizan la entrega y comercialización en diversas ciudades, previo a esas entregas se tiene que realizar un control de calidad, por lo tanto la única manera de conocer sus características es mediante el muestreo que permite evaluar las características como la humedad, impurezas, tamaño de grano, etc.

El muestreo se hace de manera manual mediante un calador sonda, el cual se introduce de forma perpendicular hasta alcanzar el fondo del camión, es un método lento puesto que los camiones llegan a tener una capacidad hasta 50 toneladas, esto genera una demora para el control de calidad ya que hay colas de camiones esperando para que se realice el mismo procedimiento. El diseño de este mecanismo tiene como finalidad tomar muestras de una manera más rápida y eficiente sin alteraciones ni fallos, lo que permite eliminar errores humanos cometidos durante el muestreo manual, además permite producir un muestreo con mayor rapidez.

El objetivo de la investigación es diseñar un mecanismo que tome muestras en camiones que transporten granos (arroz, soya, etc.). El diseño de este mecanismo optimizará



procesos para realizar las actividades de control en el menor tiempo posible, garantizando aspectos como calidad, seguridad y disminuir la probabilidad que se presenta en los errores en los resultados.

Después de identificar la problemática y conocer algunos parámetros básicos, se necesita manejar conceptos para las posibles soluciones de desarrollo de la máquina. Para el diseño estructural, se tiene que tomar dimensiones de áreas identificadas en los parámetros, alturas máximas y mínimas, así como en la elección del material, analizando los factores de carga que interactúan en diseño [1]. Por ello es necesario tomar como punto de referencia las longitudes máximas del producto a trabajar.

Es importante identificar los tipos de movimientos y sus incompatibilidades, como el rango de velocidades para afianzar la fiabilidad de los cálculos, por eso se analiza si es posible reducir la cantidad de movimientos ya que mientras la máquina tenga menos mecanismos, sin dejar de lado la eficiencia y el requerimiento de la exigencia para el trabajo específico, se reducirá los costos de fabricación del equipo [2]. Por esta razón se tiene que reducir los mecanismos, pero sin dejar de lado las funciones principales del equipo.

Para los movimientos y operaciones del mecanismo es necesario determinar de qué manera extraerá las muestras. Se tiene que analizar los grados de libertad para evaluar los parámetros mínimos que necesitamos especificar como la posición o movimiento del sistema, así como en las velocidades, los desplazamientos de rotación y traslación [3]. Es importante determinar los grados de libertad del sistema para poder muestrear en los puntos específicos de una manera rápida y sencilla.

Asimismo, para determinar los movimientos de la máquina se analizará los esfuerzos y torques que son evaluados para sostener los elementos del mecanismo que generarán el movimiento, con el objetivo de dimensionar y escoger los materiales para el sistema [4].

Como en este caso se analizó las estructuras y guías, así como el componente que estará sobre la estructura, el cual realizará el trabajo específico.

Una de las posibles soluciones para el diseño de un colector de muestras, sería el de un brazo hidráulico, referenciado por las longitudes de los eslabones y la capacidad de los actuadores, en el cual articulaciones permitan que el extremo del brazo pueda lograr alcanzar la mayor cantidad de posiciones posibles [5]. El sistema hidráulico ofrecerá un movimiento preciso para la toma de muestra de granos, teniendo en cuenta que lo que se va a muestrear son alimentos.

Para lograr los movimientos precisos se requiere de actuadores mecánicos o hidráulicos, los cuales son automatizados, con el fin de determinar su comportamiento y las posibles soluciones de trabajo [6]. Por ello es recomendable, analizar los tiempos de trabajo y cargas a levantar, para verificar si uno de estos sistemas es óptimo para la implementación el proyecto.

Por ejemplo, en este caso las operaciones de trabajo se realizan manualmente, se identificaron las dificultades, los índices de riesgo de accidente para el operario, por ende, se analizaron que se diseñe un mecanismo que reemplacen las actividades y que se podía automatizar este proceso y así poder acelerar la tasa de trabajo en comparación con la ejecución manual [7]. Por esta razón se realizará el diseño con la finalidad de reducir los tiempos de trabajo y reducir costos.

Otro factor muy importante para el diseño de la máquina es la transmisión de potencia, que tiene como opciones los sistemas: mecánico, hidráulico y neumático [8]. Se analiza la necesidad específica del trabajo que realizará y así la elección del sistema adecuado con la finalidad de convertir a una máquina más eficiente y optimizar las actividades de un trabajador.

El uso de la energía hidráulica y neumática en los diseños han sido muy útiles para realizar trabajos que la capacidad humana no pueda realizar, así como por ejemplo la de levantar demasiado peso, realizar diversas tareas de manera rápida [7]. Los diseños mecánicos se completan con la automatización industrial que es un campo multidisciplinario en el cual intervienen diversas especialidades, ya que tiene como finalidad reducir costes, acelerando

el tiempo de tareas de trabajo y eliminando errores que pueden suceder cuando se realiza de manera manual.

El análisis del diseño se centrará en las cargas máximas del soporte, en los puntos críticos de la estructura, así también como los mecanismos de los movimientos [9]. La metodología que se debe realizar es evaluar el tiempo del personal de la realización de tomas de muestras, haciendo una comparación con el diseño planteado y evaluando los mismos factores.

El análisis estructural se realiza mediante el análisis de elementos finitos (FEM), para verificar las deformaciones y esfuerzos en los puntos críticos de la estructura [10]. Es importante el estudio de los análisis de elementos finitos, ya que nos ayuda ver la tensión que puede haber en cada columnas y vigas debido a un peso específico.

De todo ello se llega a la conclusión que se realizará el diseño de acuerdo a la lista de requerimientos, así como también en las normas establecidas, por lo que en las tesis revisadas se verificó los tipos de mecanismos con diversos sistemas de accionamientos que ayudarán para el desarrollo del diseño del colector de muestras para los camiones de transporte de granos.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Muestreo en granos**

Según la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 24333: 2013 menciona que el muestreo, se debe realizar de manera manual o mecánico. Se extrae una muestra de un lote el cual debe ser evaluado por el departamento de calidad. [11]

#### **2.2 Muestreo manual**

Para realizar una identificación de los granos como arroz, cebada, etc, es necesario tomar muestras representativas, la cuales se deben de realizar de manera segura. La toma de muestras manual no es una operación confiable, ya que no permitirá de tener buenos resultados y el diagnóstico será erróneo, por lo que no se muestreará desde del fondo de la tolva del camión. [12]

##### **2.2.1Tipos de caladores manuales**

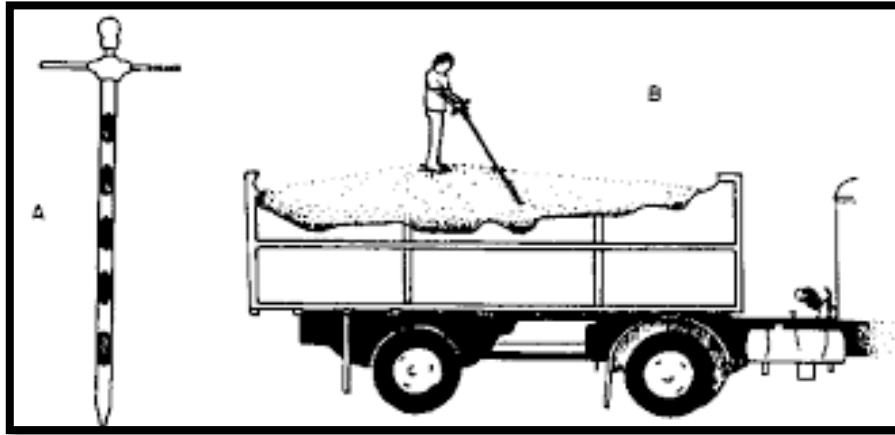
Existen tres tipos de instrumentos manuales, para realizar muestras representativas a los cereales.

###### **2.2.1.1 Calador cilíndrico o calador sonda**

###### **a) Descripción**

Está constituido por dos tubos metálicos entre sí, donde tienen un espacio mínimo entre ambos. Tienen perforaciones equidistantes en cada uno de los tubos. [13]

Figura 1: Calador Cilíndrico o Calador Sonda [13]



**b) Usos**

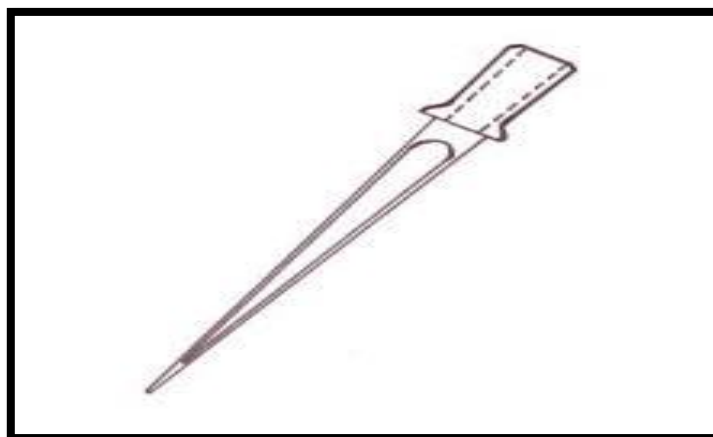
Especialmente para mercadería en granel, tiene compartimientos cerrados, al llegar al fondo de la tolva del camión se procede a abrir y con un pequeño movimiento se logra el llenado de granos. Los compartimientos se cierran y luego el calador extrae la muestra, luego volcándolo a un contenedor para su inspección. [13]

**2.2.1.2 Calador de bolsas**

**a) Descripción**

Es un material de acero cónico y acanalado, está provisto de un mango de polietileno, que generalmente es de buena durabilidad, es muy compacta en el extremo correspondiente del vértice, tiene una perforación donde se desliza la mercadería. [13]

Figura 2: Calador de Bolsas [13]



**b) Usos**

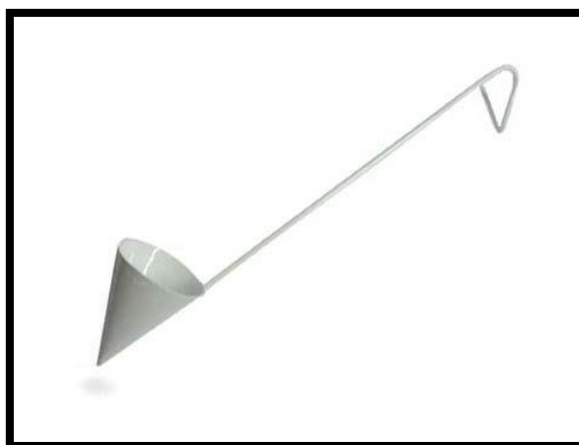
Su uso es especialmente para mercadería, la cual se introduce en la bolsa, en dirección hacia abajo con la parte acanalada y se retira inclinando hacia arriba para no dejar los granos. [13]

**2.2.1.3 Sacamuestras cucharín**

**a) Descripción**

Consta de un bastón de hierro, con una parte cónica en el extremo donde se obtiene la muestra y luego se coge el mango por medio de una abrazadera. [13]

Figura N°3: Sacamuestras Cucharín [13]



**b) Usos**

Su uso es generalmente para muestras a granel, donde se recoge la muestra introduciendo a la masa y llenando la parte cónica, por tanto, se retira y pasa por un control de muestreo. [13]

**2.2.2 Muestreo en camiones**

La norma NTP ISO 243333 “Muestreo en cereales y productos derivados”, recalca que la toma de muestra se debe realizar de acuerdo a la capacidad de carga del camión, presentando puntos estratégicos, los cuales se deben de cumplir de una manera correcta para que el lote sea analizado de manera eficaz. A continuación, se detallará los puntos de muestreo de acuerdo a norma.

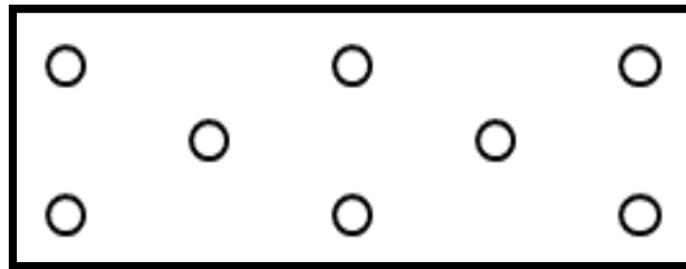
- Camiones hasta 15 toneladas: Consta de 5 puntos de muestreo.

Figura 4: Camiones con 5 puntos de muestreo [14]



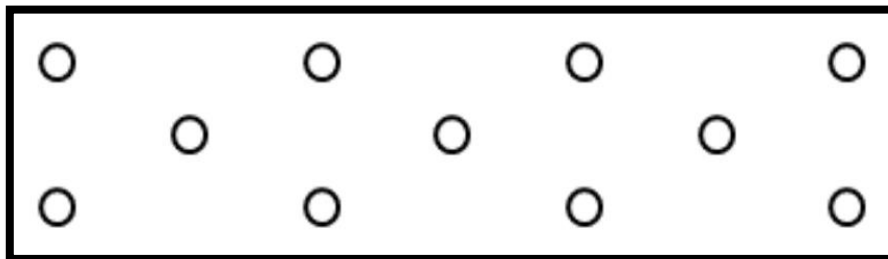
- Camiones de 15 a 30 toneladas Consta de 8 puntos de muestreo.

Figura 5: Camiones con 8 puntos de muestreo [14]



- Camiones de 30 a 50 toneladas: Consta de 11 puntos de muestreo.

Figura 6: Camiones con 11 puntos de muestreo [14]




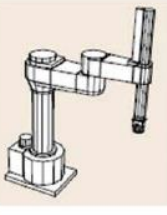

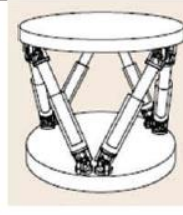
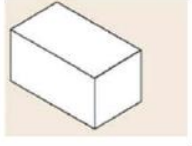
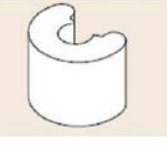






### 2.3 Cinemática y mecanismos

Las configuraciones más comunes son:

- **Configuración cartesiana:** Generan tres grados de libertad por medio de tres articulaciones prismáticas.
- **Configuración angular:** Generan articulaciones de rotación.
- **Configuración SCARA:** Generan desplazamiento y dos articulaciones de rotación por medio de un eje horizontal.
- **Configuración paralela:** Plataforma móvil, en la cual se genera movimiento por medio de varias cadenas independientes.

La selección del mecanismo y la cinemática, depende del espacio de trabajo, carga útil y la rigidez. Se presenta las configuraciones típicas, así como el volumen y ejemplos para cada configuración.

Figura 7: Configuraciones típicas [15]

Cartesiano	SCARA	Angular-antropomórfico	Paralelo
			
Volumen o espacio de trabajo			
			
Ejemplos			
			

## **2.4 Diseño**

Es una actividad creadora, en la cual se desarrolla un producto en procesos [16]. La cual consta de varios factores:

- Diseño de piezas
- Lista de piezas y materiales
- Memoria de cálculo
- Otras condiciones especiales

### **2.4.1 Fases del proceso del diseño**

Para poder diseñar una máquina se requiere conocer las siguientes fases, presentadas en la Tabla 1.



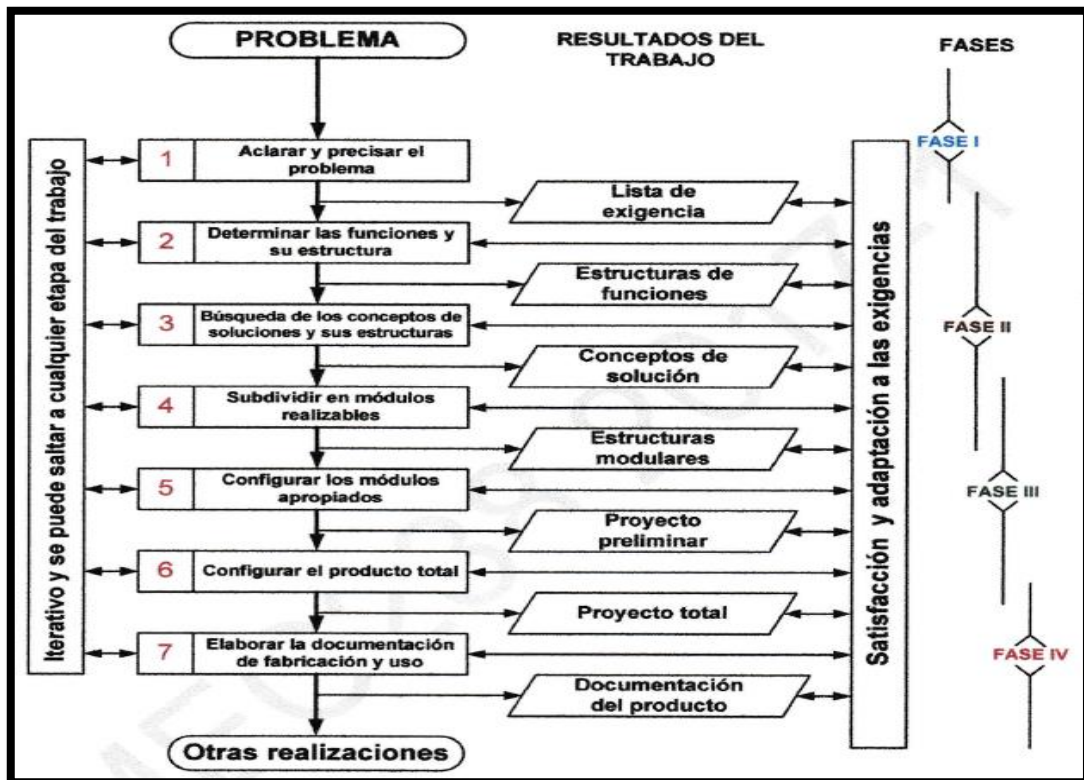
Tabla 1: Fases del proceso del diseño [16]

Fases	Descripción
<b>Comprensión de solicitud</b>	Se define las características del producto a diseñar, comprendiendo el problema (tecnología y mano de obra).
<b>Concepto de solución</b>	Se genera un diseño cualitativo del producto, conociendo los posibles materiales a utilizar.
<b>Elaboración del proyecto</b>	Se realiza los cálculos de piezas definidas, también con un listado de piezas en un plano de ensamble
<b>Elaboración (Ingeniería) de detalles</b>	Se obtiene todos los planos para la fabricación, también los cálculos requeridos (ingeniería de detalle).

### 2.4.2 Método del procedimiento en el proceso de diseño

De acuerdo a la norma VDI 2225, se determina un conjunto de procesos, los cuales determinarán un concepto de solución óptimo para el desarrollo del proyecto a realizar.

Figura 8: Proceso de desarrollo y diseño VDI 2225 [16]



## **2.5 Transmisión por piñón-cremallera**

Su aplicación más común del piñón-cremallera es el movimiento que genera ya sea de la forma lineal o viceversa. Asimismo, el piñón está sujeto de la columna del volante y gira cuando lo requiere. [17]

### **2.5.1 Factor de seguridad**

Se selecciona el coeficiente de seguridad según la aplicación adecuado en la tabla 2.

Tabla 2: Factor de seguridad [17]

Tiempo de trabajo(horas)	Tipo de carga		
	C. Uniforme	C. Moderada	C. Pesada
Ocasional (1/2 h.)	1.5	1.8	2.3
Intermitente (3 h.)	1.8	2	2.5
8-10 h.	2	2.25	2.8
24 h.	2	2.5	3

### **2.5.2 Fuerza tangencial real**

Es la fuerza que interactúa de manera longitudinal, ya que en la parte superior hay compresión y en la parte inferior hay tracción. La cual está definido con la siguiente ecuación con una fuerza vertical. [17]

$$F_{vt} = P \cdot (9.81 + a) \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

Fvt = fuerza tangencial teórica (N)

a = aceleración lineal (m/s<sup>2</sup>)

P = masa a elevar o trasladar (kg)

### **2.5.3 Fuerza tangencial corregida**

La fuerza tangencial corregida se determina mediante el producto de la fuerza vertical y el factor de seguridad. [17]

$$F_{vc} = F_{vt} \cdot F_s \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

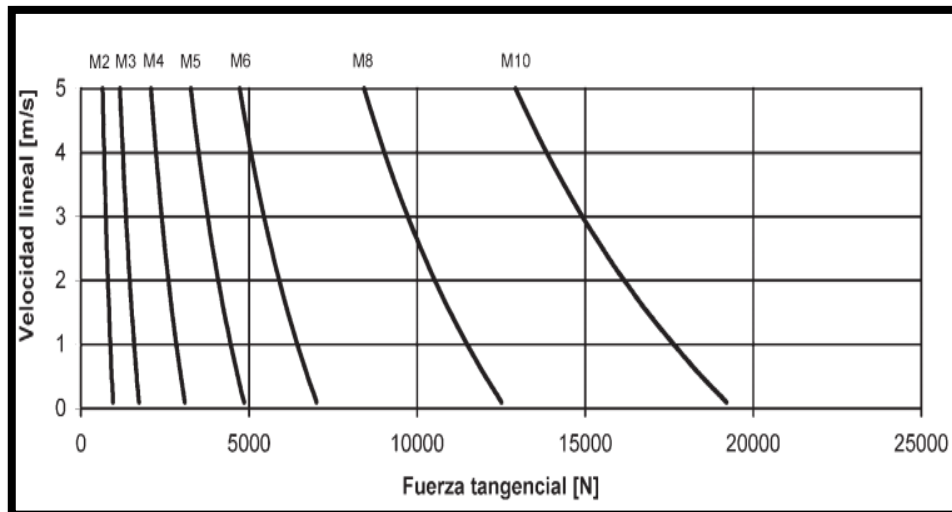
Fvc = fuerza tangencial corregida (N)

Fs = factor de seguridad

### 2.5.4 Diagrama de selección de módulo de dentado

Después de calcular la fuerza tangencial y la velocidad lineal, se puede hallar el módulo de dentado.

Figura 9: Diagrama de selección de módulo de dentado [17]



### 2.5.5 Dimensionamiento del piñón

Después de calcular el módulo del piñón, así como las longitudes de diseño, se realizan los siguientes cálculos. [18]

#### 2.5.5.1 Número de dientes

La manera más simple para hallar el número de dientes, es teniendo el diámetro exterior y el módulo. [18]

$$z = \frac{d_{max}}{m} \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

z = dientes del piñón

d máx. = distancia máxima del diámetro exterior (mm)

m = módulo

### **2.5.5.2 Diámetro primitivo**

Corresponde a una circunferencia primitiva, se halla teniendo el número de dientes y el módulo. [18]

$$D_p = m \cdot z \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

$D_p$  = diámetro primitivo (mm)

$m$  = módulo

$z$  = dientes del piñón

### **2.5.6 Revoluciones sobre el piñón**

Los números de revoluciones se originan mediante el diámetro primitivo y la velocidad lineal del piñón. [17]

$$n = \frac{V \cdot 6000}{d_p \cdot \pi} \dots\dots\dots(5)$$

Donde:

$n$  = número de revoluciones del piñón (rpm)

$d_p$  = diámetro primitivo (mm)

$V$  = velocidad lineal (m/s)

### **2.5.7 Par de giro sobre el piñón**

El par de giro del piñón se relaciona mediante el diámetro primitivo, la fuerza tangencial, y el rendimiento. [17]

$$M = \frac{d_p \cdot F_{vr}}{2000 \cdot \eta} \dots\dots\dots(6)$$

Donde:

$M$  = momento (N.m)

$d_p$  = diámetro primitivo (mm)

$F_v$  = fuerza tangencial teórica (N)

$\eta$  = rendimiento

## 2.6 Análisis estructural

Para esta etapa de diseño se usan las ecuaciones de resistencia de materiales con la finalidad de encontrar las deformaciones, esfuerzos internos y momentos. [19]

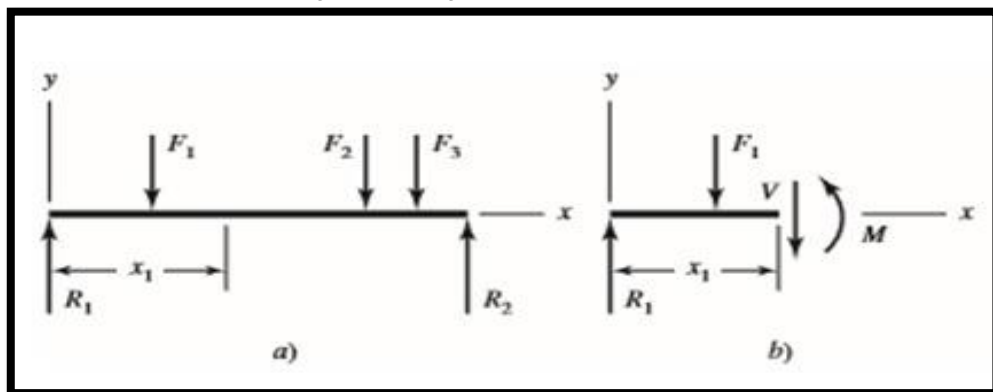
### 2.6.1 Resistencia de materiales

Es la rama de la mecánica que incluye la estabilidad de los cuerpos, donde estudia la deformación que está sometido a una carga extrema. [19]

### 2.6.2 Diagrama de cuerpo libre

Para el análisis de una estructura, se realiza mediante un diagrama de cuerpo libre, el cual nos permite descomponer en segmentos con el objeto de realizar análisis de magnitudes de la estructura.

Figura 10: Diagrama de cuerpo libre [20]



### 2.6.3 Cálculo de Esfuerzo

El esfuerzo máximo determina el punto máximo de deformación o alteración del material, es decir la máxima cantidad de esfuerzo que la viga puede soportar. [21]

$$\sigma = \frac{M \cdot C}{I} \dots\dots\dots(7)$$

Donde:

$\sigma$  = esfuerzo (Kgf/cm<sup>2</sup>)

C = distancia de centroide hacia el extremo (m)

I = Inercia (m<sup>4</sup>)

M = Momento (N.m)

### **2.6.4 Modulo de sección**

Para el cálculo del módulo de la sección se analiza la resistencia del área de la sección transversal con respecto a un eje. Se calcula como la relación del momento de inercia y la distancia del centroide hacia un extremo. [21]

$$S = \frac{I}{c} \dots\dots\dots(8)$$

S = módulo de sección (m<sup>3</sup>)

C = distancia de centroide hacia el extremo (m)

I = Inercia (cm<sup>4</sup>)

### **2.6.5 Módulo de la sección requerida**

Para determinar el módulo de la sección requerido se toma como punto de inicio la fórmula de flexión, se calcula con la relación del momento de inercia y la fuerza permisible. [19]

$$S = \frac{M}{F_b} \dots\dots\dots(9)$$

Donde:

S = módulo de sección (cm<sup>3</sup>)

M = momento (N/m)

F<sub>b</sub> = esfuerzo permisible (Pa)

### **2.7 Teoría de columnas**

Es una parte estructural, la cual tiende a dos fallas por (inestabilidad o pandeo), ya que soporta una carga axial de compresión.

#### **2.7.1 Sección transversal de una columna**

La sección de una columna depende de sus dimensiones y de la forma de fijar los puntos adyacentes. [22]

$$r = \sqrt{\frac{L}{A}} \dots\dots\dots(10)$$

Donde:

r = radio de giro (cm)

I = inercia (cm<sup>4</sup>)

A = área de sección transversal (cm<sup>2</sup>)

### **2.7.2 Fijación de un extremo y longitud efectiva**

Fijación en un extremo nos indica la forma en que soportan una columna. Las tres formas más importantes son la empotrada, la articulada y la libre. [22]

- Un extremo empotrado hace el trabajo de sujetar contra la rotación en el soporte.
- Un extremo articulado ofrece resistencia, ya que no deja mover de un lado a otro.
- Un extremo libre no tiene restricciones en los casos de carga de columna.

$$Le = KL \dots\dots\dots(11)$$

Donde:

Le = longitud efectiva (m)

K = constante de factores por extremos

L = longitud real de la columna (m)

### **2.7.3 Relación de esbeltez**

Es un método para seleccionar los análisis de las columnas rectas y con cargas central. [22]

Se define como:

$$Re = \frac{Le}{r_{min}} \dots\dots\dots(12)$$

Donde:

Re = relación de esbeltez

Le = longitud efectiva (m)

r min = radio mínimo (m)

### **2.7.4 Constante de columna**

Esta relación define cuando una columna es larga o corta, por ello el resultado define si se utiliza la ecuación de Euler o la ecuación de Johnson. [22]

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{Sy}} \dots\dots\dots(13)$$

Donde:

Cc = constante de columna

E = módulo de elasticidad del material (Pa)

Sy = resistencia de fluencia (Pa)

### **2.7.5 Análisis de columnas largas mediante la fórmula de Euler**

Las ecuaciones de Euler, mediante su modelo matemático estudian el comportamiento de una columna o viga al soportar los diferentes tipos de cargas y de acuerdo al factor de fijación por extremos se calcula las cargas críticas. Solo se utilizan cuando se determina que las columnas son largas, eso quiere decir que fallan en el pandeo. [22]

$$Pc = \frac{\pi \cdot EI}{(KL)^2} \dots\dots\dots(14)$$

Donde:

Pc = carga crítica (N)

E = módulo de elasticidad (Pa)

L= longitud real de la columna (m)

K = constante de factores por extremos

I= inercia (m<sup>4</sup>)

### **2.7.6 Esfuerzo crítico**

El esfuerzo determina el límite de la ecuación de Euler, para determinar los esfuerzos permisibles en las columnas o vigas. [22]

$$\sigma_c = \frac{\pi^2 E}{(L/r)^2} \dots\dots\dots(15)$$



Donde:

$\sigma_c$  = esfuerzo crítico (Pa)

E = módulo de elasticidad (Pa)

L = longitud real de la columna (m)

r = radio de giro (m)

### **2.7.7 Cargas permisibles**

Se determinan las cargas permisibles mediante la relación de las cargas críticas con el factor de seguridad establecido mediante normas de diseño. [22]

$$P_a = \frac{P_c}{F_s} \dots\dots\dots(16)$$

Donde:

$P_c$  = carga crítica (N)

$P_a$  = carga admisible (N)

$F_s$  = factor de seguridad

### **2.7.8 Momento máximo**

Es el límite que la viga o columna tiende a pandearse o alterar su geometría, los cuales relaciona con la longitud y la carga. [22]

$$M_{\max} = \frac{q L^2}{8} \dots\dots\dots(17)$$

Donde:

$M_{\max}$  = momento máximo

q = carga

L = longitud

### **2.8 Norma A.W.S**

La sociedad americana regula los procesos de soldadura, así como pruebas y la calidad de materiales. La designación para especificaciones de metales es la AWS A5-1, la cual es aplicable para estructuras donde se emplea la soldadura de electrodo revestido, que

tienen propiedades mecánicas y químicas, similares al material del diseño de la estructura.

[23]

Tabla 3: Clasificación de electrodos [23]

<b>Clasificación AWS</b>	<b>Tipo de Revestimiento</b>	<b>Corriente Eléctrica</b>
E 6010 E 6011	Alta celulosa, sodio Alta celulosa, potasio	CC (+) CA O CC (+)
E 6012 E 6013	Alto titanio, sodio Alto titanio, potasio	CA, CC (-) CA, CC (+) O CC (-)
E 6020	Alto óxido de hierro	CA, CC (-) CA, CC (+) O CC (-)
E7014 E 7015	Hierro en polvo, titanio Bajo hidrógeno, sodio	CA, CC (+) O CC (-) CC (+)
E 7016 E 7018	Bajo hidrógeno, potasio Bajo hidrógeno, potasio, hierro en polvo	CA O CC (+) CA O CC (+)
E 7018M E 7024	Bajo hidrógeno, hierro en polvo Hierro en polvo, titanio	CC (+) CA, CC (+) o CC (-)
E 7027	Alto óxido de hierro, hierro en polvo	CA, CC (-) CA, CC (+) o CC (-)
E 7028	Bajo hidrógeno, potasio, Hierro en polvo	CA o CC (+)
E 7048	Bajo hidrógeno, potasio, Hierro en polvo	CA O CC (+)

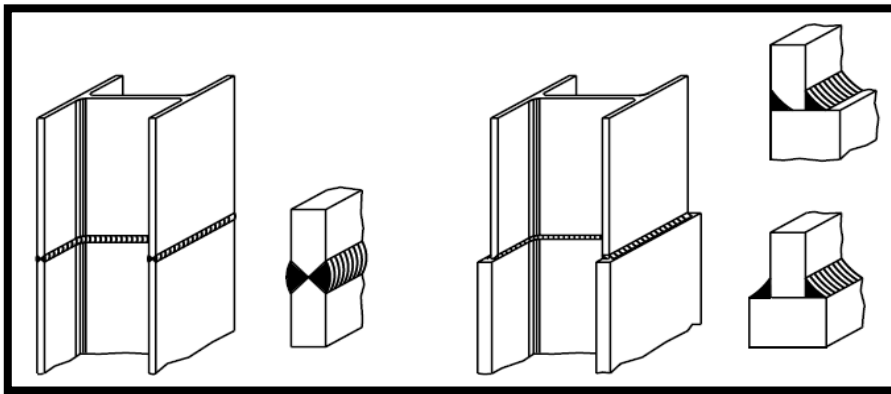
## **2.8.1 Tipos de uniones para estructura**

Los tipos de uniones deben ser lo suficientemente resistente, donde se pueda transmitir cargas previstas. El proceso de soldadura para la estructura debe ser diseñado, para todos los cordones, ya sea horizontales, verticales y paralelos. [24]

### **2.8.1.1 Empalme de pilares**

Son uniones soldadas, donde se logra soldadura doble con junta vertical, además se obtiene en el interior y exterior la misma calidad de metal depositado. [24]

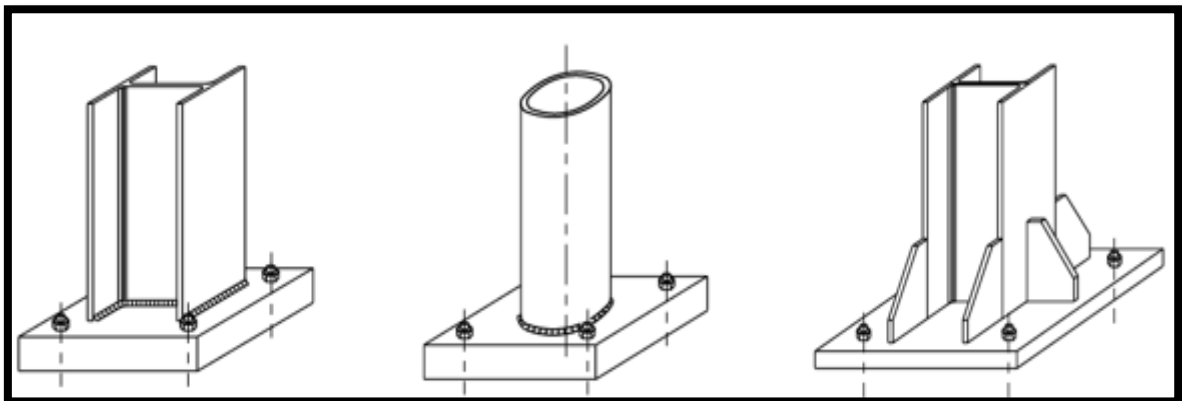
Figura 11: Empalme de pilares [24]



### **2.8.1.2 Bases de pilar**

Las bases de pilar deben ser de fusión y penetración completa, ya que sostiene toda la estructura con un peso específico. [24]

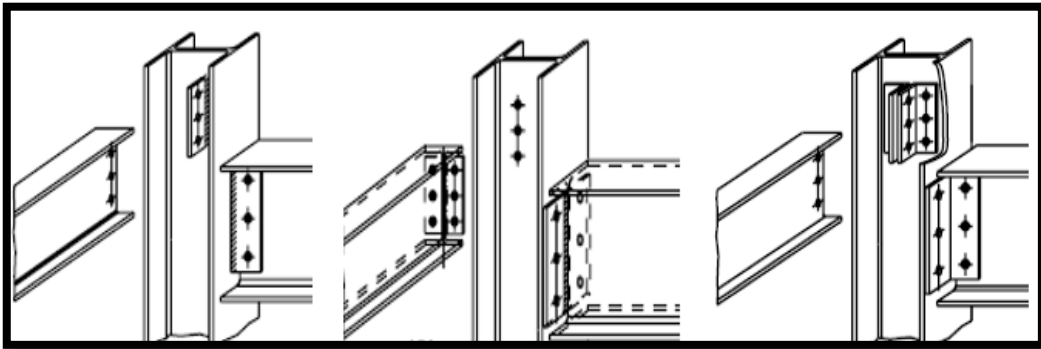
Figura 12: Bases de pilar [24]



### **2.8.1.3 Uniones simples viga – pilar**

Estas uniones solo lo hacen, por un lado, la cual no pretende una fusión ni penetración completa de la soldadura. [24]

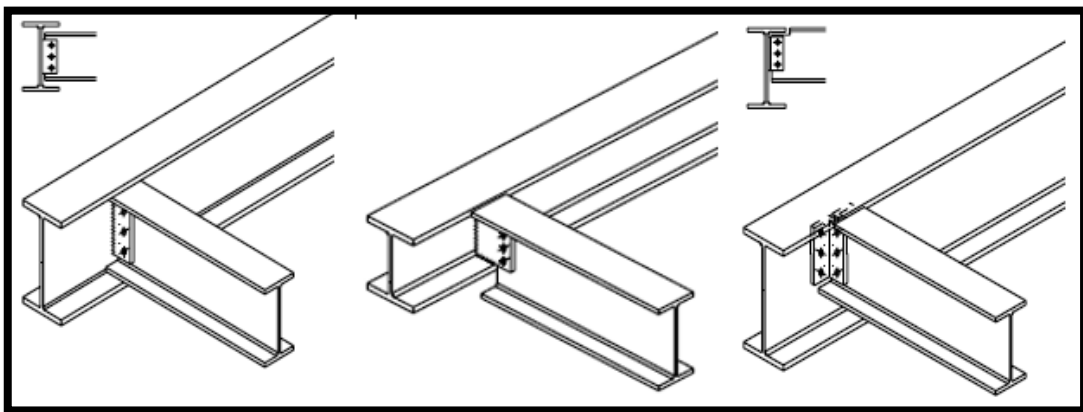
Figura 13: Uniones simples viga - pilar [24]



**2.8.1.4 Uniones simples de viga – viga**

Son uniones donde la geometría y la fuerza aplicada, presentan inconvenientes de que la altura tiende hacer superior a los de diseño propio. [24]

Figura 14: Uniones simples de viga - viga [24]



**2.9 Método de elementos finitos (MEF)**

Este método transforma un cuerpo aproximándolo a un modelo discreto. Esto se obtiene mediante la interpolación que hay entre nodos, donde se genera un número determinado y finito puntos. [25]

**2.9.1 Aplicación del método de elementos finitos**

La estructura está formada por nodos, donde se generan líneas que enlazan y son representados por la siguiente fórmula. [25]

$$\vec{u} = \sum N_i a^e = [N_i \ N_j \ \dots] \begin{pmatrix} \vec{a}_i \\ \vec{a}_j \\ \vdots \end{pmatrix}^e = N a^e \dots\dots\dots(18)$$

Donde:

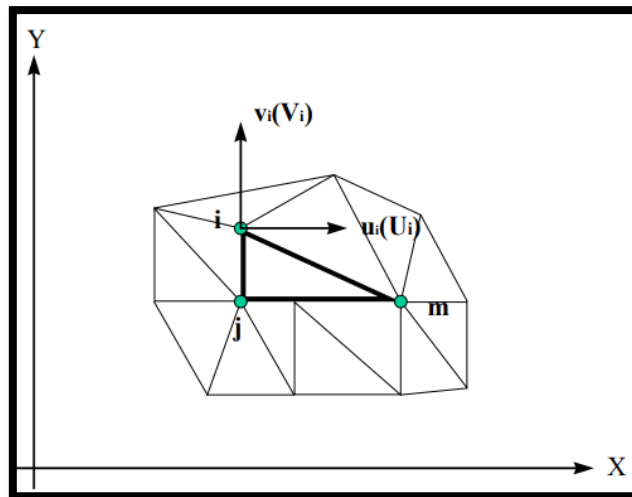
$\vec{u}$ : Desplazamiento horizontal y vertical

N: Coordenadas nodales

a: Desplazamiento

De tal forma se representa con la siguiente figura 16.

Figura 15: Desplazamiento y esfuerzos nodales [25]



### **2.9.2. Mallado**

El mallado es un paso importante, donde evalúa el error permitiendo el refinamiento de los mismos [25]. Lo cual consiste en la división de celdas y nodos en volúmenes finitos. Existen diferentes tipos de mallado según su forma:

- mallado triangular
- mallado cuadrilátero
- mallado hexaédrico
- mallado tetraédrico

Los mallados triangular y cuadrilátero son para geometrías planas y los mallados hexaédrica y tetraédrico en geometrías volumétricas.

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGÍA DE LA SOLUCIÓN**

Se utiliza la metodología de diseño (VDI 2225), con el fin de determinar una solución óptima de acuerdo a los procesos establecidos.

#### **3.1 Elaboración del Concepto**

El desarrollo del diseño, se dividirá en cuatro etapas con el fin de elaborar un diseño óptimo, las cuales son:

- Lista de exigencias
- Estructura de funciones
- Matriz morfológica
- Determinación de concepto de solución.

##### **3.1.1 Lista de Exigencias**

En esta etapa se determina algunas características y requerimientos que debe de tener el diseño. En esta lista se detalla los parámetros principales (deseos o exigencias que se tomarán en cuenta en el proceso de diseño. Asimismo, se establece una descripción técnica de cada función.

A continuación, se detalla las de exigencias con las características requeridas para el desarrollo del proyecto en la tabla 3.

Tabla 4: Lista de exigencias

<b>LISTA DE EXIGENCIAS</b>		<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ</b>	<b>Pág.1 de 5</b>
<b>PROYECTO</b> DISEÑO DE UN COLECTOR DE MUESTRAS PARA CAMIONES DE TRANSPORTE DE GRANOS.		<b>FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y MECÁNICA</b>	<b>AUTORES:</b> A. AVILA-AA D. ROJAS-DR
		<b>INGENIERIA MECÁNICA</b>	
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>DESEO (D) O EXIGENCIA(E)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Responsable</b>
<b>FUNCIÓN PRINCIPAL</b>	<b>E</b>	-Extracción de muestras representativas de cereales. -La máquina será usada para el departamento de control de calidad.	<b>AA/DR</b>
<b>GEOMETRÍA</b>	<b>E</b>	-El diseño de la máquina tendrá una estructura y será lo más compacto posible, con la finalidad de una fácil ubicación en el centro del proceso del muestreo en cereales.	<b>AA/DR</b>
<b>CINEMÁTICA</b>	<b>E</b>	-La dirección del movimiento será horizontal y vertical. -El movimiento de los componentes del proceso no deberá afectar el muestreo del producto final.	<b>AA/DR</b>

Tabla 4: Lista de exigencias

<b>LISTA DE EXIGENCIAS</b>		<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ</b>	<b>Pág.2 de 5</b>
<b>PROYECTO</b> DISEÑO DE UN COLECTOR DE MUESTRAS PARA CAMIONES DE TRANSPORTE DE GRANOS.		<b>FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y MECÁNICA</b>	<b>AUTORES:</b> A. AVILA-AA D. ROJAS-DR
		<b>INGENIERIA MECÁNICA</b>	
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>DESEO (D) O EXIGENCIA (E)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Responsable</b>
<b>FUERZA</b>	<b>E</b>	-Generar la fuerza necesaria para la toma de muestra de los cereales. -Fuerza necesaria por calada (1 kg de cereal).	<b>AA/DR</b>
<b>ENERGÍA</b>	<b>E</b>	-La máquina utilizará básicamente la energía eléctrica, que luego se convertirá en energía mecánica, neumática e hidráulica. -Energía de entrada: 220 VCA.	<b>AA/DR</b>
<b>MATERIA</b>	<b>E</b>	-La materia prima empleada será los cereales de la muestra. -Insumos para el mantenimiento, grasas y lubricantes.	<b>AA/DR</b>
<b>SEÑALES</b>	<b>E</b>	-La máquina contará con señales que facilitarán el rápido reconocimiento para el uso del operador, así como un mecanismo que prevenga cualquier tipo de riesgo. -Placa de datos en la máquina.	<b>AA/DR</b>



Tabla 4: Lista de exigencias

<b>LISTA DE EXIGENCIAS</b>		<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ</b>	<b>Pág.3 de 5</b>
<b>PROYECTO</b> DISEÑO DE UN COLECTOR DE MUESTRAS PARA CAMIONES DE TRANSPORTE DE GRANOS.		<b>FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y MECÁNICA</b>	<b>AUTORES:</b> A. AVILA-AA D. ROJAS-DR
		<b>INGENIERIA MECÁNICA</b>	
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>DESEO (D) Ó EXIGENCIA(E)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Responsable</b>
<b>SEGURIDAD</b>	<b>E</b>	-El diseño se regirá a condiciones mínimas de seguridad, contribuyendo con el operador y basándose a la Norma de Seguridad Industrial (Ley 29783). -Un pulsador de parada de emergencia. -Láminas de seguridad que limitarán el área de trabajo de la máquina para evitar accidentes.	<b>AA/DR</b>
<b>ERGONOMÍA</b>	<b>E</b>	-La máquina será diseñada bajo la NTP 226 "Ergonomía de diseño y accesibilidad" -La máquina será ubicada en un lugar de buena iluminación.	<b>AA/DR</b>

Tabla 4: Lista de exigencias

<b>LISTA DE EXIGENCIAS</b>		<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ</b>	<b>Pág.4 de 5</b>
<b>PROYECTO</b> DISEÑO DE UN COLECTOR DE MUESTRAS PARA CAMIONES DE TRANSPORTE DE GRANOS.		<b>FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y MECÁNICA</b>	<b>AUTORES:</b>  A. AVILA-AA D. ROJAS-DR
		<b>INGENIERIA MECÁNICA</b>	
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>DESEO (D) Ó EXIGENCIA(E)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Responsable</b>
<b>FABRICACIÓN</b>	<b>E</b>	-Se fabricará en talleres de manufactura (tornos, taladros, fresadoras, equipos de soldadura, herramientas de medición y corte, CNC).  -Para el proceso de manufactura de nuestro equipo se utilizará materiales asequibles.	<b>AA/DR</b>
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>E</b>	-La fabricación y ensamblaje de la máquina será constantemente supervisado por un encargado capacitado en el control de calidad de procesos.	<b>AA/DR</b>
<b>MONTAJE</b>	<b>E</b>	-La máquina debe ser de fácil montaje y desmontaje, así como la instalación, por lo que utilizaremos mecanismos simples, el equipo debe adecuarse a diferentes espacios según la disponibilidad del usuario.	<b>AA/DR</b>

Tabla 4: Lista de exigencia

<b>LISTA DE EXIGENCIAS</b>		<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ</b>	<b>Pág.5 de 5</b>
<b>PROYECTO</b> DISEÑO DE UN COLECTOR DE MUESTRAS PARA CAMIONES DE TRANSPORTE DE GRANOS.		<b>FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y MECÁNICA</b>	<b>AUTORES:</b> A. AVILA-AA D. ROJAS-DR
		<b>INGENIERIA MECÁNICA</b>	
<b>CARACTERISTICA</b>	<b>DESEO (D) Ó EXIGENCIA(E)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Responsable</b>
<b>TRANSPORTE</b>	<b>D</b>	La máquina contará con mecanismos simples para un traslado ágil según la necesidad del cliente.	<b>AA/DR</b>
<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>E</b>	-El acceso del mantenimiento debe economizar la mayor cantidad de tiempo posible, ya que se realizará con sistemas simples y seguros.	<b>AA/DR</b>

### **3.1.2 Estructura de funciones**

Se describe la secuencia de funciones, en la cual se tendrá las funciones básicas del diseño.

#### **3.1.2.1 Determinación de estructura de funciones**

Se diseña una máquina con mecanismos que nos permitan extraer las muestras en los lotes de granos, los cuales son transportados por camiones y tendrá una cobertura por todo el largo del camión.

### 3.1.2.2 Abstracción: Caja negra (Black - Box)

Tabla 5: Caja negra

ENTRADA		SALIDA
<b>ENERGÍA</b> -Energía eléctrica. -Energía mecánica. -Energía humana	<b>CAJA NEGRA</b>  DISEÑO DE UN COLECTOR DE MUESTRAS PARA LOS CAMIONES QUE TRANSPORTAN GRANO	<b>ENERGÍA</b> -Energía mecánica. -Vibraciones
<b>MATERIA</b> -Cereales a muestrear. -Grasas y lubricantes.		<b>MATERIA</b> -Cereales a muestrear. -Grasas y lubricantes consumidos.
<b>SEÑALES</b> -Visual. -Placa de datos en la máquina.		<b>SEÑALES</b> -Visual -Sonora

- **Cuantificación**

Se describe de manera detallada las entradas y salidas que han sido presentadas en la caja negra.

Tabla 6: Cuantificación

ENTRADAS	SALIDAS
<b>MATERIA</b> -Muestra de cereales -La máquina requerirá de grasas y lubricantes	<b>MATERIA</b> -Muestra de cereales que serán analizados por el departamento de calidad
<b>ENERGÍA</b> -La máquina funcionará con el voltaje de 220V que proporcionará la fábrica. -Energía mecánica que nos permita tomar muestras representativas en todos los puntos del camión, pueden ser (eléctrica, neumática, hidráulica y mecánica).	<b>ENERGÍA</b> -La máquina producirá ruido y movimiento al momento de su uso, con lo que entregará energía sonora y de vibración
<b>SEÑALES</b> -Señales visuales para el inicio del proceso de operación y una placa que indicará las capacidades del movimiento de esta máquina.	<b>SEÑALES</b> -La máquina producirá un sonido al detectar la muestra tomada de los cereales.

### **3.1.2.3 Determinación de los principios tecnológicos - secuencia de operaciones**

Se establece las operaciones necesarias, para ello se realiza un listado de operaciones lo más completo posible.

- a) Verificación de la fuente de alimentación eléctrica.
- b) Verificación del mecanismo que generara el movimiento para el trabajo a realizar.
- c) Verificación del mecanismo que extraerá la muestra.
- d) Control de lubricación.
- e) Programar funciones de la máquina.
- f) Energizar la máquina
- g) Encender la máquina
- h) Posicionamiento del mecanismo de extracción de muestras en posición inicial.
- i) Activar el mecanismo que extraerá la muestra.
- j) Extracción de muestra de acuerdo al peso establecido por norma de calidad.
- k) Recolección de granos en recipiente de muestreo.
- l) Desactivar el mecanismo de extracción de muestra.
- m) Apagar equipo.
- n) Desenergizar el equipo.
- o) Limpieza de la máquina.
- p) Verificar el estado de la máquina.
- q) Control permanente del trabajo del operario.

### **3.1.2.4 Fijar los procesos técnicos**

Son los procesos técnicos que ocurrían en la caja negra, en la cual se divide en cuatro fases: preparación, ejecución, control y fase final.

#### **1) Preparación**

- Se verifica el estado de dispositivos mecánicos.

- Se verifica el estado de dispositivos eléctricos.
- Posicionamiento del camión en el lugar de trabajo.

## 2) Ejecución

- Encendido de la máquina.
- Posicionamiento del mecanismo de extracción de muestras en posición inicial.
- Activar el mecanismo que extraerá la muestra.
- Extracción de muestra de acuerdo al peso establecido por norma de calidad.
- Recolección de granos en recipiente de muestreo.
- Desactivar el mecanismo de extracción de muestra.

## 3) Control

- Direccionar el posicionamiento de cada punto estratégico, establecido por norma.
- Control de resultado de acuerdo a las normas establecidas (NTP – ISO 24333:2013 cereales y productos derivados).

## 4) Fase Final

- Desenergizar el equipo.
- Aplicación de 5s en el área de trabajo final del proceso.
- Reinicio de secuencia de operaciones según necesidad.

### **3.1.2.5 Aplicación de los sistemas técnicos y limitaciones**

Se determina los procesos manuales, mecánicos, automáticos y las limitaciones para el desarrollo del proyecto.

**a) Procesos Manuales:** El operador verifica que la máquina esté en condiciones para su manejo, así como comprobar que el calador sonda esté en posición asignada y asegurada para poder realizar el encendido.

**b) Procesos Mecánicos:** Se utilizan mecanismos, que permiten el desplazamiento longitudinal de la tolva del camión.

**c) Procesos Automáticos:** La máquina contará con un mecanismo que alerte cuando el proceso haya concluido de manera eficaz.

**d) Limitaciones:** Las limitaciones para el diseño del proyecto son:

- La máquina está limitada a pruebas de granos por lo que los mecanismos serán establecidos para dicha necesidad.
- La masa promedio que puede extraer el calador está entre 0.5 – 2 kg.
- La operación de la extracción de la muestra será manipulada por un operador.

### **3.1.2.6 Determinar la agrupación de las funciones**

Se plantea tres posibles alternativas de agrupaciones de funciones, las cuales son descritas de manera secuencial para cada opción.

A continuación, se representa en la siguiente tabla 7.

Tabla 7: Opciones de las funciones

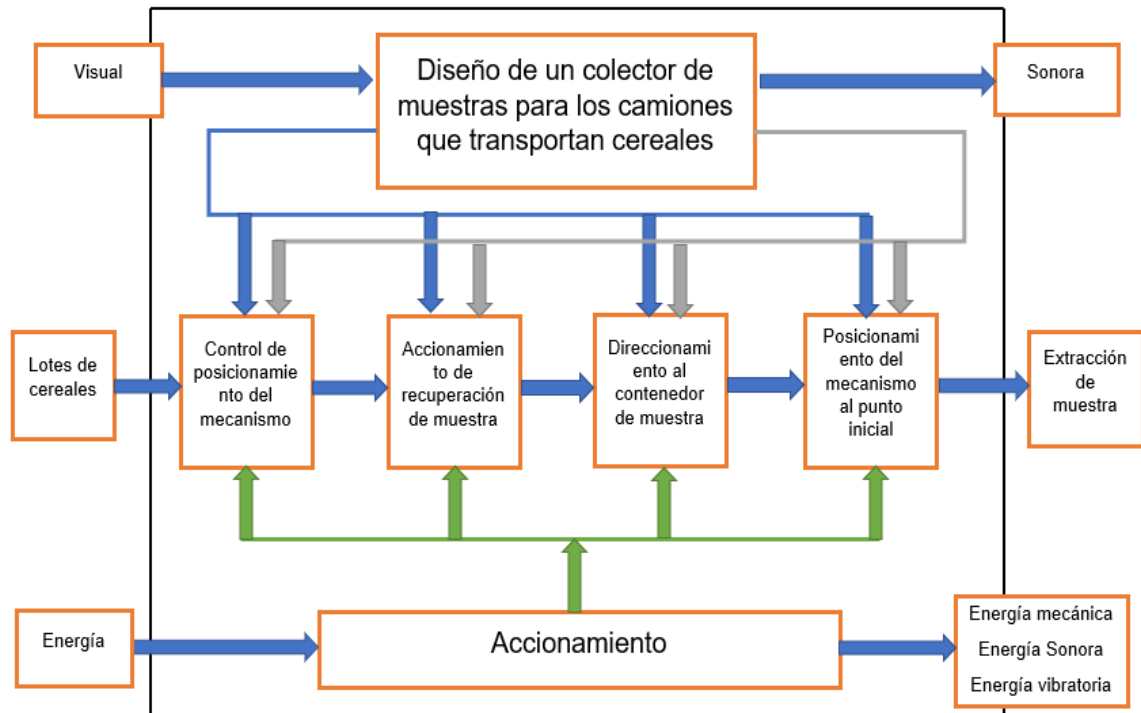
<b>OPCIÓN 1</b>	<b>OPCIÓN 2</b>	<b>OPCIÓN 3</b>
<b>ENTRADA</b>	<b>ENTRADA</b>	<b>ENTRADA</b>
<p>1) Verificar los dispositivos mecánicos</p> <p>2) Verificar los dispositivos eléctricos</p> <p>3) Verificar la longitud del lote que será muestreado</p> <p>4) Encender la máquina</p> <p>5) Posicionamiento del mecanismo que extraerá la muestra</p> <p>6) Extracción de muestra de acuerdo al peso establecido según norma</p> <p>7) Llevar la muestra al recipiente de muestreo</p> <p>8) Posicionamiento del mecanismo en posición inicial</p> <p>9) Apagar la máquina</p> <p>10) Limpieza de la máquina.</p>	<p>1) Verificar los dispositivos mecánicos</p> <p>2) Verificar los dispositivos eléctricos</p> <p>3) Control e inspección del mecanismo de toma de muestra</p> <p>4) Encendido de la máquina</p> <p>5) Posicionamiento del mecanismo que extraerá la muestra</p> <p>6) Accionamiento del mecanismo que generará el desplazamiento</p> <p>7) Retirar la muestra después de la prueba realizada</p> <p>8) Posicionamiento del mecanismo a la posición inicial</p> <p>9) Apagado de la máquina</p> <p>10) Retirar la alimentación de la máquina</p> <p>11) Limpieza de la máquina</p>	<p>1) Verificar los dispositivos mecánicos</p> <p>2) Verificar los dispositivos eléctricos</p> <p>3) Control e inspección del mecanismo de desplazamiento</p> <p>4) Encendido de la máquina</p> <p>5) Accionamiento del mecanismo que genera movimiento</p> <p>6) Posicionamiento del mecanismo en puntos estratégico.</p> <p>7) Encender el mecanismo que extraerá la muestra</p> <p>8) Accionamiento de la recuperación de la muestra</p> <p>9) Direccionar el mecanismo al contenedor de la muestra</p> <p>10) Direccionar el mecanismo al punto inicial</p> <p>11) Retirar la alimentación de la máquina</p>
<b>SALIDA</b>	<b>SALIDA</b>	<b>SALIDA</b>



### 3.1.2.7 Determinación y representación de la estructura de funciones

En la figura 16 se representa los principales sistemas de accionamiento del colector de muestras para los camiones que transportan granos.

Figura 16: Estructura de funciones






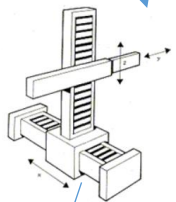
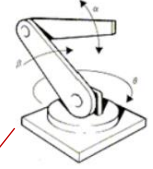


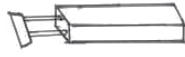

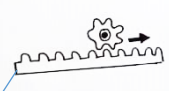

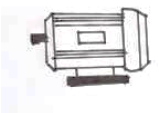
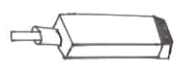
### 3.1.2.8 Determinar la estructura de funciones óptima


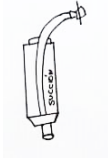




Luego de analizar las tres opciones creadas para detallar la estructura de funciones, se eligió como **óptima** la tercera opción, debido a los factores que se exponen a continuación:

- Esta opción fue desarrollada por los miembros del grupo, debatiendo sobre cada paso y eligiendo el procedimiento óptimo.
- A diferencia de otras opciones, esta cuenta con una mayor cantidad de puntos a llevar a cabo, por lo que es la más completa y preparada.
- Esta opción es la óptima porque en todo el proceso se escribe de manera sistemática el funcionamiento del colector de muestras.

### 3.1.3. Matriz morfológica

Tabla 8: Matriz morfológica

Nº	FUNCIÓN	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA3
1	INSPECCIÓN DEL CAMIÓN	VISUAL 	CHECK LIST 	CÁMARA 
2	CONFIGURACIÓN DEL MECANISMO	CARTESIANA 	ANGULAR 	CILÍNDRICO 
3	DESPLAZAMIENTO DEL MECANISMO	RIELES -GUIAS 	NEUMÁTICO 	
4	GENERACIÓN DE MOVIMIENTO	NEUMÁTICO 	MECÁNICO 	HIDRÁULICO 
5	ACCIONAMIENTO DE EL CALADOR	MECÁNICO 	NEUMÁTICO 	

6	EXTRACCIÓN DE MUESTRAS	<p>SIN-FIN</p> 	<p>AIRE</p> 	<p>CALADOR HUECO</p> 
7	ALMACENAJE DE MUESTRA	<p>RECIPIENTE</p> 	<p>RECIPIENTE ROTATIVO</p> 	
8	TRASLADO DE MUESTRA	<p>MANUAL</p> 		

SOLUCIÓN 1

SOLUCIÓN 2

SOLUCIÓN 3

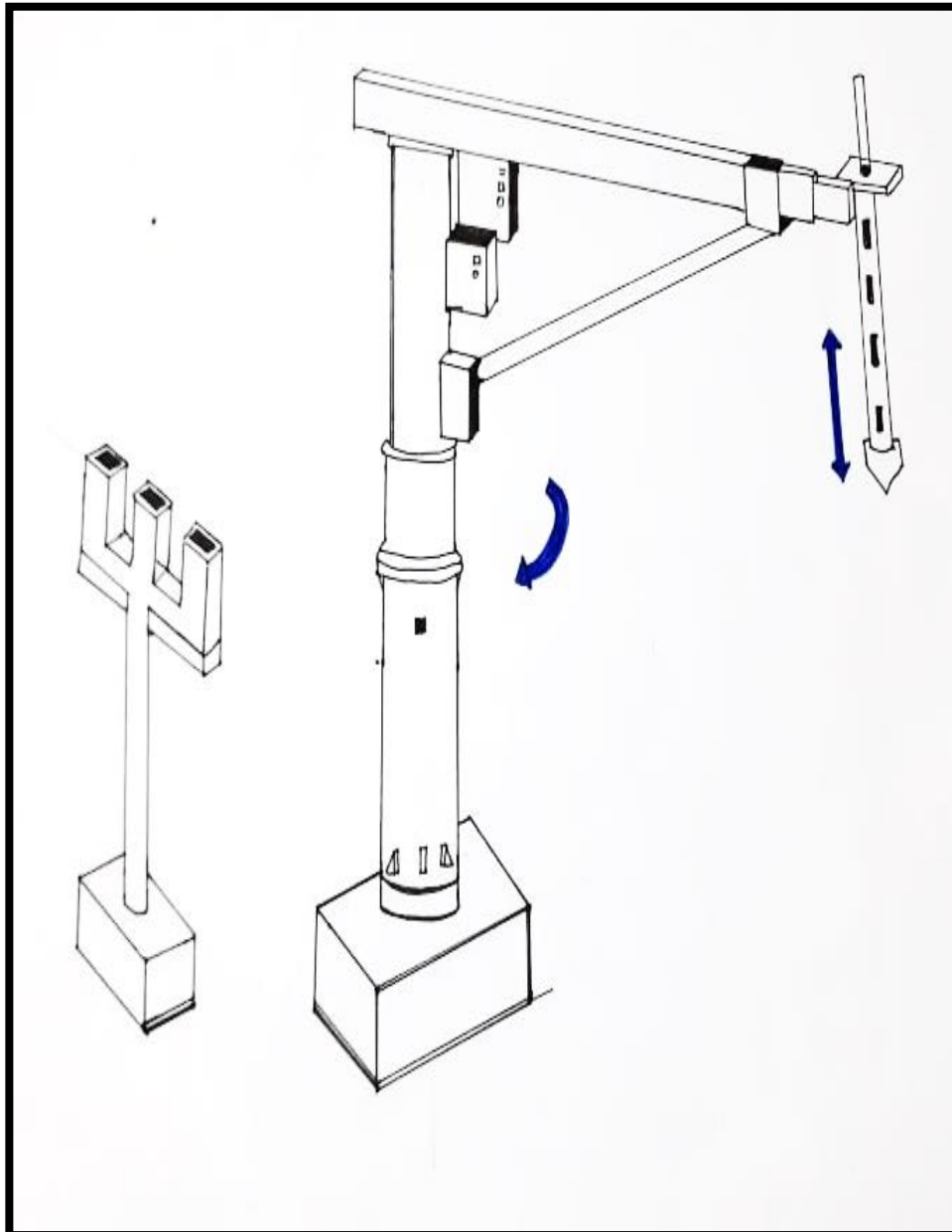
### **3.1.4. Concepto de solución**

De acuerdo a la matriz morfológica de determina tres prototipos.

#### **Prototipo 1**

El sistema de movimiento se acciona de forma neumática, cuyo mecanismo tiene una configuración cilíndrica y el calador sonda recuperará la muestra por succión (neumática).

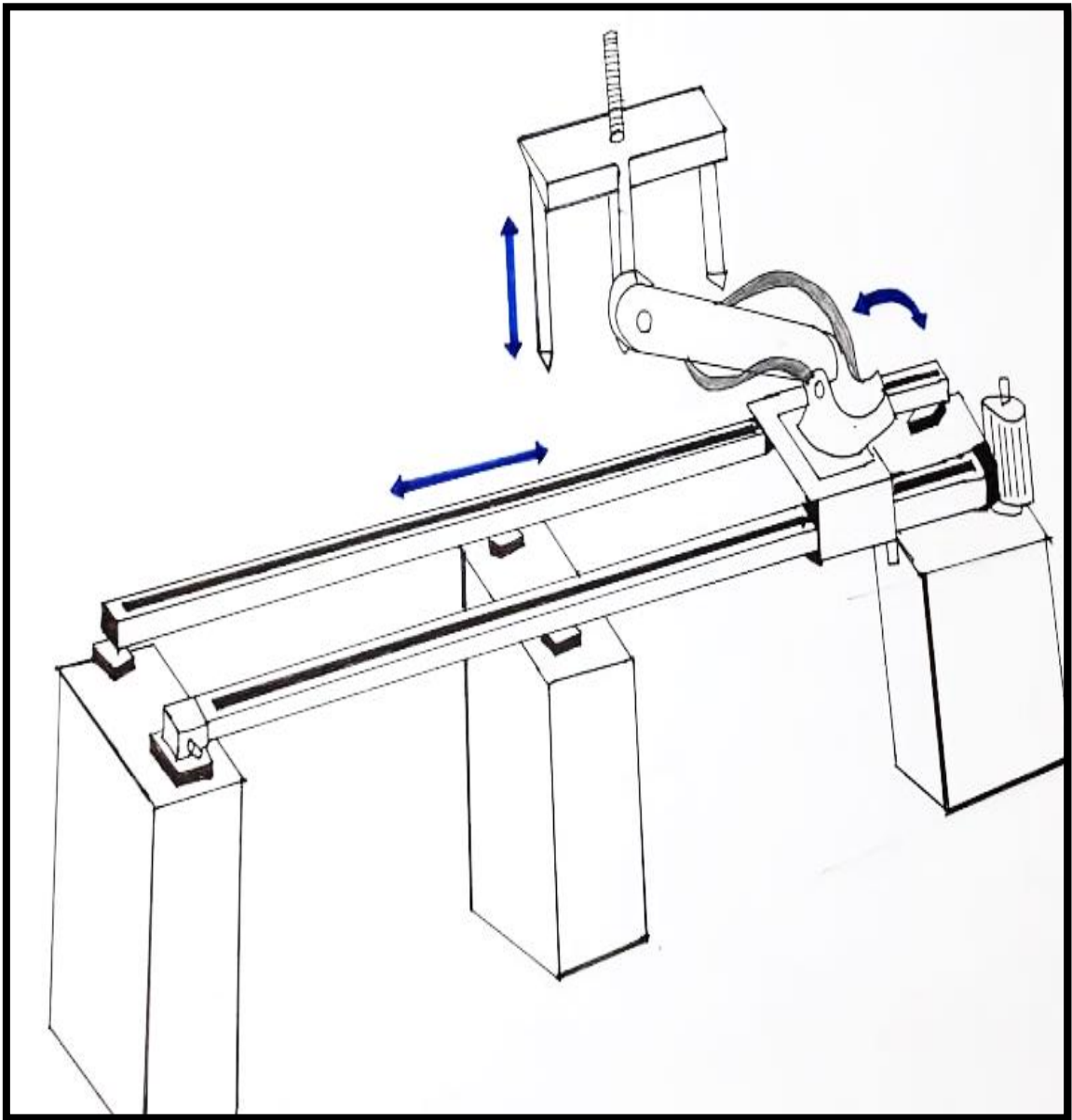
Figura 17: Prototipo de solución 1



## Prototipo 2

Este sistema consta de dos rieles guías, donde la parte estructural cuyo mecanismo es angular, recorrerá por toda la longitud por medio de un sistema neumático y los caladores sonda recuperarán la muestra por un sistema aspiración.

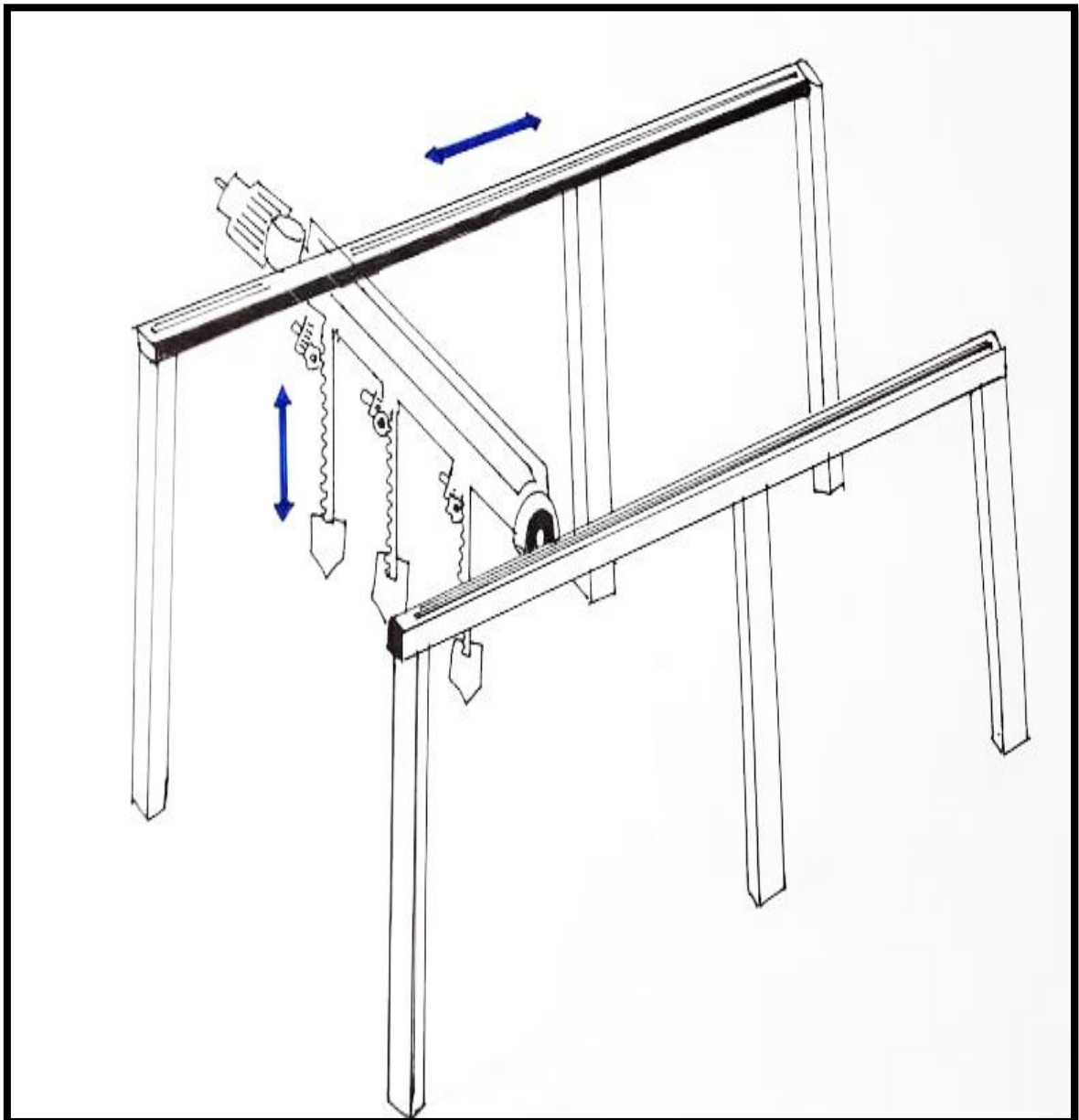
Figura 18: Prototipo de solución 2



### Prototipo 3

Consta de dos vigas tipo guía y una viga carrilera, donde se ubica los tres muestreadores, estos serán accionados por un sistema piñón – cremallera, y los caladores sonda recuperarán las muestras mediante un sistema de giro accionado por un motor de paso.

Figura 19: Prototipo de solución 3



### 3.1.4. Determinación del concepto solución óptimo

Mediante los análisis de valores técnicos y económicos, se determina el concepto de solución óptimo en la tabla 9

Tabla 9: Evaluación de la solución óptima – Valor técnico

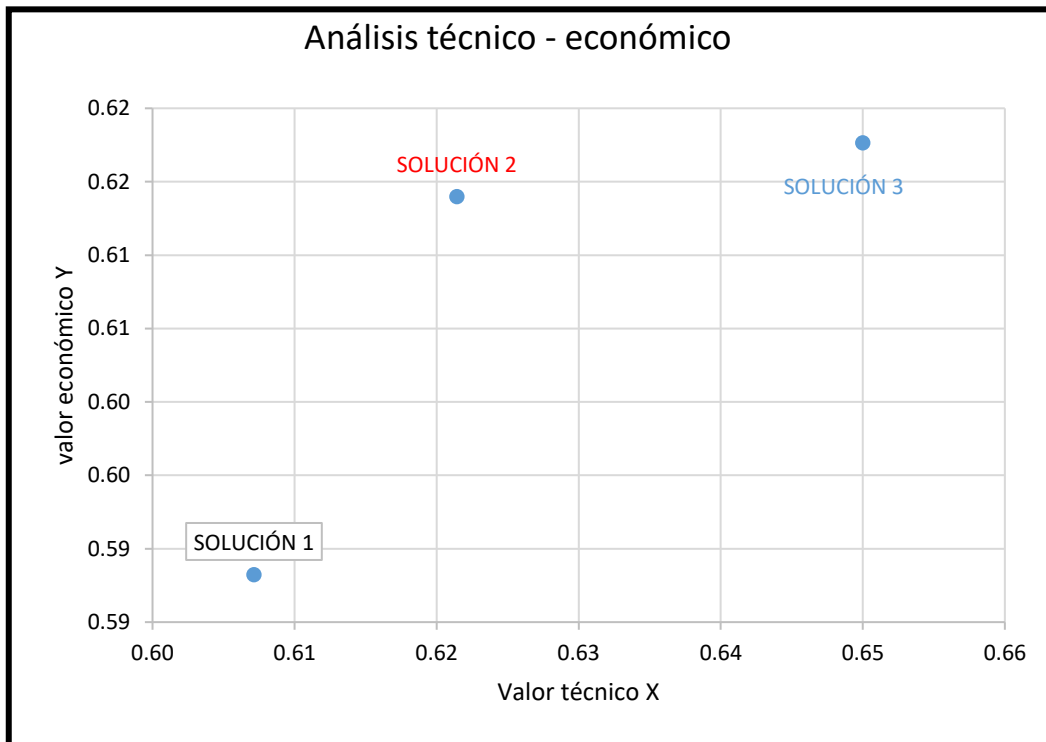
DISEÑO MECÁNICO-EVALUACIÓN DE PROYECTOS										AREA DE DISEÑO			
PROYECTO: DISEÑO DE UN COLECTOR DE MUESTRAS PARA CAMIONES DE TRANSPORTE DE GRANOS													
SEGÚN NORMAS VDI 225 (0:NO SATISFACE,1: ACEPTABLE A LAS JUSTAS,2: SUFICIENTE,3: BIEN,4: MUY BIEN(IDEAL)) g: es el peso ponderado y se da la importancia de los criterios de evaluación													
CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LOS DISEÑOS EN FASE DE CONCEPTOS O PROYECTOS													
Variante de Concepto			SOLUCIÓN 1			SOLUCIÓN 2			SOLUCIÓN 3		SOLUCIÓN IDEAL		
			S1			S2			S3		S ideal		
Nº	Criterios	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	
1	Función	8	3	24	2	16	2	16	4	32			
2	Eficiencia	10	2	20	3	30	3	30	4	40			
3	Ergonomía	7	2	14	2	14	2	14	4	28			
4	Rapidez	8	3	24	2	16	3	24	4	32			
5	Montaje	7	2	14	3	21	2	14	4	28			
6	Mantenimiento	8	2	16	2	16	3	24	4	32			
7	Seguridad	8	3	24	3	24	2	16	4	32			
8	Control	6	2	12	2	12	3	18	4	24			
9	Geometría	6	2	12	3	18	2	12	4	24			
Puntaje máximo				160			167			168		272	
Valor técnico Xi				0.59			0.61			0.62			
$x_i = \frac{g_1 P_1 + g_2 P_2 + \dots + g_n P_n}{(g_1 + g_2 + \dots + g_n) P_{\max}} \leq 1$													

Tabla 10: Evaluación de la solución óptima – Valor económico

DISEÑO MECANICO-EVALUACION DE PROYECTOS										AREA DE DISEÑO			
PROYECTO: DISEÑO DE UN COLECTOR DE MUESTRAS PARA CAMIONES DE TRANSPORTE DE GRANOS													
SEGÚN NORMAS VDI 225 (0:NO SATISFACE,1: ACEPTABLE A LAS JUSTAS,2: SUFICIENTE,3: BIEN,4: MUY BIEN(IDEAL)) g: es el peso ponderado y se da la importancia de los criterios de evaluación													
CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LOS DISEÑOS EN FASE DE CONCEPTOS O PROYECTOS													
Variante de Concepto			SOLUCIÓN 1			SOLUCIÓN 2			SOLUCIÓN 3			SOLUCIÓN IDEAL	
			S1			S2			S3			S ideal	
N	Criteriaos	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	
1	Número de piezas	6	2	12	2	12	3	18	4	24			
2	Costos de materiales	9	3	27	3	27	3	27	4	36			
3	Adquisición de materiales	8	2	16	3	24	2	16	4	32			
4	Fácil montaje	6	3	18	2	12	3	18	4	24			
5	Fácil mantenimiento	6	2	12	2	12	2	12	4	24			
Puntaje máximo			85			87			91			140	
Valor económico Yi			0.61			0.62			0.65				
$y_i = \frac{g_1 P_1 + g_2 P_2 + \dots + g_n P_n}{(g_1 + g_2 + \dots + g_n) P_{\max}} \leq 1$													



Figura 20: Evaluación Económico – Técnico (VDI 2225)



Después de realizar el análisis técnico y económico se llega a la conclusión que el prototipo de la solución 3 es el óptimo (0.65; 0.62); el cuál es el que se aproxima a la recta de coordenadas (1; 1).

### **3.1.5 Descripción de la solución óptima: Prototipo 3**

El sistema de recuperación de muestra será mediante un sistema de piñón-cremallera, el cual permitirá el movimiento rectilíneo, que será impulsado mediante un moto-reductor. En la parte inferior se instalará un dispositivo calador, que recuperará la muestra mediante un sistema de trinquete accionado por un motor de paso.

En la viga principal se montará los tres muestreadores, los cuales se movilizarán de manera longitudinal, mediante un sistema de rieles.

### **3.2 Cálculo y selección de componentes**

Se desarrolla los cálculos y la selección de los componentes principales del proyecto.

### 3.2.1 Cálculo del piñón-cremallera

Para el diseño del colector de muestras utilizaremos un sistema de piñón-cremallera, el cual está acoplado en el piñón, el cual genera un movimiento circular en un movimiento lineal.

Se considera el peso del dispositivo muestreador de 5kg, así también requerimos una velocidad lineal de 0.5 m/s y una aceleración de 1 m/s<sup>2</sup>. Se espera que el rendimiento del mecanismo tenga un rendimiento del 90%.

- **Determinación del factor de seguridad (FS)**

Para la selección del factor óptimo, se analiza mediante el trabajo de operación, el cual se verifica de acuerdo a cada aplicación o requerimiento del cliente. Se seleccionó dicho factor de seguridad, según la tabla N° 2.

El proyecto a realizar tendrá una aplicación de trabajo de 10 horas diarias. Por lo tanto, se selecciona el siguiente: FS= 2.25.

Tiempo de trabajo(horas)	Tipo de carga		
	C. Uniforme	C. Moderada	C. Pesada
Ocasional (1/2 h.)	1.5	1.8	2.3
Intermitente (3 h.)	1.8	2	2.5
8-10 h.	2	2.25	2.8
24 h.	2	2.5	3

- **Fuerza tangencial vertical real**

La fuerza tangencial vertical tiene que ser expresadas en N, la masa que deseamos elevar es de 1kg de cereal y los 5kg de masa del dispositivo muestreador. Según la ecuación 1.

$$F_v = P(9,81 + a)$$

Donde:

F<sub>v</sub> = Fuerza tangencial teórica (N)

a = Aceleración lineal (m/s<sup>2</sup>)

P = masa a elevar o trasladar (kg)

$$F_v = 6 (9,81+1) = 64.86 \text{ N}$$

Luego se tiene que hallar la fuerza tangencial vertical corregida, la cual es multiplicada por el factor de seguridad. Según la ecuación 2.

$$F_{vc} = F_v * F_s$$

Donde:

$F_{vc}$  = Fuerza tangencial corregida (N)

$F_s$  = Factor de seguridad (2.25)

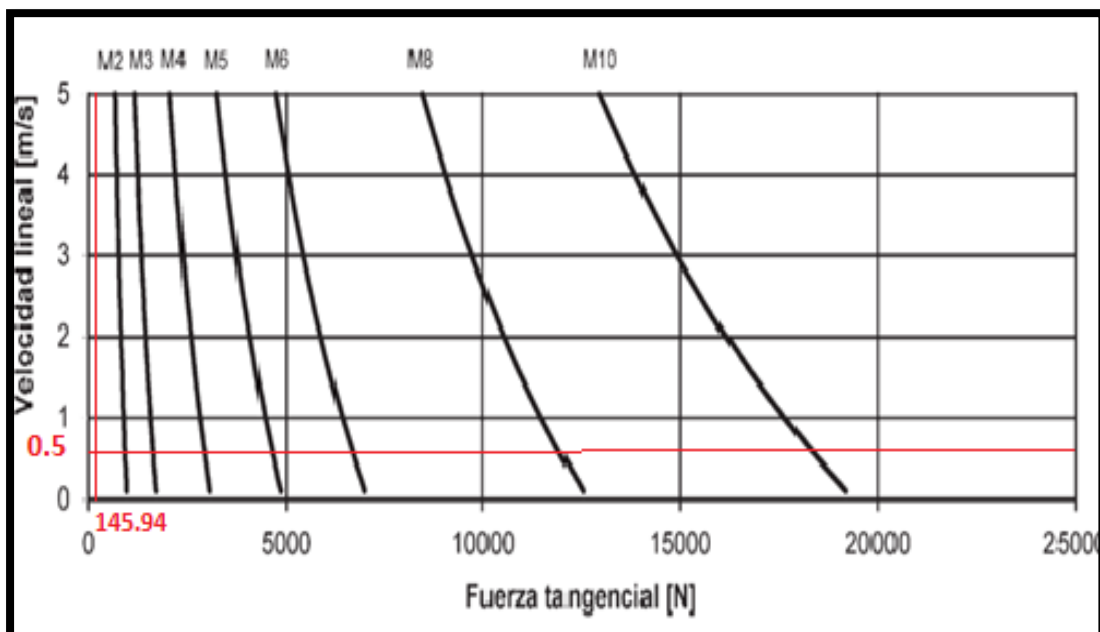
$$F_{vc} = 64.86 * 2.25 = 145.94 \text{ N}$$

Se ingresa a la tabla, la cual entrelazan la velocidad lineal (m/s) y la fuerza tangencial corregida(N).

Datos de entrada:

- Velocidad lineal= 0.5 m/s
- Fuerza tangencial corregida = 145.94 N

Según la figura 9, se analiza el diagrama y se verifica que es de módulo 2.



- **Selección del piñón**

Después de haber calculado el módulo del sistema, se tiene que dimensionar y calcular el piñón. De acuerdo a condiciones de diseño, por razones de dimensiones (espacio ocupado por el piñón y las dimensiones de la estructura, se asume que el espacio no debe ser superior a 50 mm.

Según la ecuación 3 se calcula el número de dientes:

$$z = \frac{d \text{ max}}{m}$$

Donde:

Z=dientes del piñón

d max = distancia máxima del diámetro exterior (mm)

m = módulo

$$z = \frac{50}{2} = 25 \text{ dientes}$$

Por lo tanto, el diámetro primitivo (dp), se calcula:

$$dp = z \times m = 25 \times 2 = 50 \text{ mm}$$

- **Revoluciones sobre el piñón**

Según la ecuación 5, se calcula las revoluciones que se ejerce sobre el piñón:

$$n = \frac{V \cdot 60000}{dp \cdot \pi}$$

Donde:

n = número de revoluciones del piñón

dp = diámetro primitivo (mm)

V = velocidad lineal (m/s)

$$n = \frac{(0.5)60000}{(50)\pi} = 190.98 \text{ r. p. m}$$

- **Par de giro sobre el piñón**

Según la ecuación 6, se calcula el momento sobre el piñón:

$$M = \frac{d_p \cdot F_v}{2000 \cdot \eta}$$

Donde:

M = par de giro (N.m)

$d_p$  = diámetro primitivo (mm)

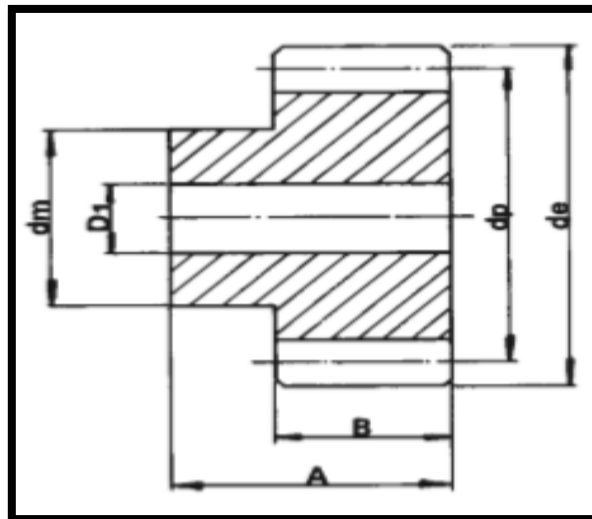
$F_v$  = Fuerza tangencial teórica (N)

$\eta$  = rendimiento

$$M = \frac{(50)(64.86)}{2000 \cdot (0.9)} = 1.81 \text{ N.m}$$

Después de haber obtenido el módulo y el número de dientes. Según el anexo 1 se obtienen en las dimensiones del piñón. Se trabaja con ángulo de presión de  $20^\circ$ .

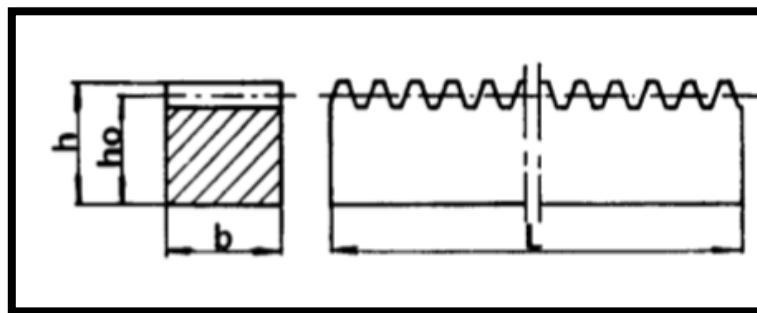
Figura 21: Dimensiones del piñón



- D. exterior (de)= 54 mm
- D. primitivo (dp)= 50 mm
- D. medio (dm)= 35 mm
- D. interior (D1) = 10 mm
- Ancho (B) = 20 mm
- Ancho total (A) = 35 mm

En el anexo 2 se obtienen en las dimensiones de la cremallera:

Figura 22: Dimensiones de la cremallera



- Altura total de la cremallera (h)= 20 mm
- Ancho de la cara (b) = 20 mm
- Altura hasta la línea de paso (ho) = 22.5 mm

De acuerdo a la tabla de selección de cremalleras las longitudes ya están establecidas como las de 500 mm, 1000 mm, 2000 mm.

Para el diseño requerimos una medida de 2000 mm, por ende, el peso también está establecido y es de 5.500 Kg.

- **Cálculo del motor para el piñón-cremallera**

Se considera el peso del sistema piñón-cremallera y de accesorios, el cual es de 8,2 kg, el dispositivo con la muestra (6kg), así como el de los accesorios, la distancia (3 m) y el tiempo que es tres segundos.

$$P(\text{hp}) = \frac{Q d}{76 t} \dots\dots\dots(19)$$

Donde:

Q = carga (kg)

d = distancia (m)

t = tiempo (s)

$$P \text{ (HP)} = \frac{(20)(2.8)}{76(3)} = 0.245$$

Por lo tanto, se selecciona un motor de 0.25 HP.

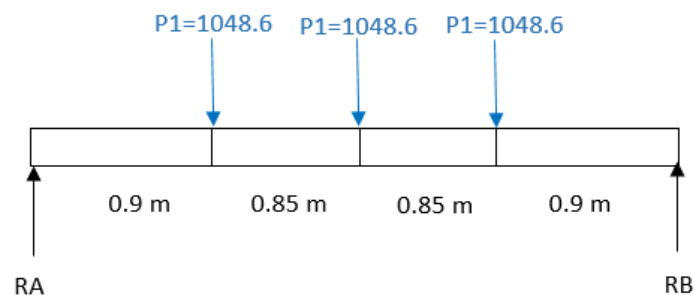
### **3.2.2 Cálculo de la viga principal**

En esta viga van apoyados los tres muestreadores (compuesto por sistemas de piñón-cremallera y el dispositivo muestreador), para ello se requieren los cálculos de los momentos para la selección de las vigas.

Tabla 11: Masas de los componentes de la viga principal

Elemento	(Kg)
Dispositivo muestreador	6
Piñón-cremallera	10
Carga a elevar(muestra)	1
Accesorios de fijación	10
Carga móvil de operador	80
<b>TOTAL</b>	<b>107Kg</b>

Por razones de diseño la viga es de 3.50 m, se ubicarán los 3 muestreadores de forma equitativa con una carga de 107 kg (1048.6N)



- $\sum F_y = 0$

$$R_A + R_E = 1048.6 \cdot 3$$

$$R_A + R_E = 3145.8 \text{ N} \dots\dots\dots (20)$$

- $\sum M_A = 0$

$$P_1 \cdot (0.9) + P_2 \cdot (1.75) + P_3 \cdot (2.6) - R_E \cdot (3.5) = 0$$

$$943.74 + 1835.05 + 2726.36 = 3.5 \cdot R_E$$

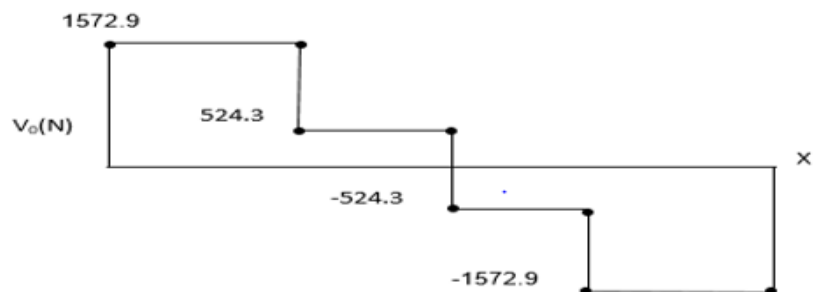
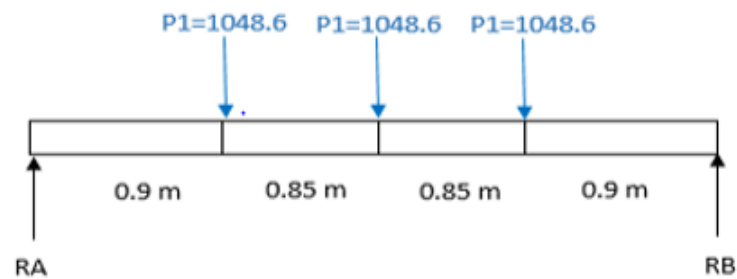
$$R_E = \frac{5505.15}{3.5} = 1572.9 \text{ N}$$

De la ecuación 19

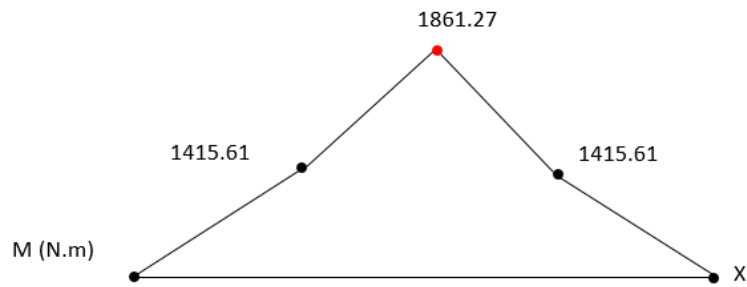
$$R_A + 1572.9 = 3145.8 \text{ N}$$

$$R_A = 1572.9 \text{ N}$$

Luego se trazan los diagramas de fuerzas cortantes y momentos flexionantes.

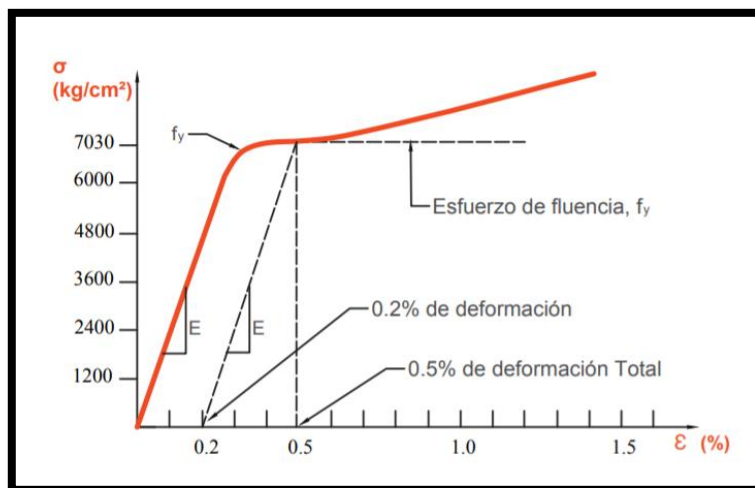






Como se puede apreciar en el diagrama de momentos flexionantes el pico máximo es de 2312.05 N.m. Por razones de diseño se trabajará con acero ASTM-36, en el cual seleccionamos el  $f_y$  (límite de fluencia), como se representa en la gráfica de esfuerzo vs deformación para dicho material.

Figura 23: Gráfico de Esfuerzo vs Deformación



En el anexo 3 en la tabla de propiedades del ASTM-36, se selecciona el  $f_y$  2530  $\text{Kg/cm}^2$  realizando una conversión en MPa, el valor es de 250.

Para el diseño de vigas mediante esfuerzos permisibles, según AISC (American Institute of Steel Construction), nos da un valor permisible  $F_b$  (esfuerzo permisible), es el 60 % de  $F_y$ , el cual nos da como un límite para diseño, si sobrepasa no estaría de acuerdo con la nomenclatura.

- **Cálculo del esfuerzo:**

Se calcula el esfuerzo máximo, mediante la ecuación 7:

$$\sigma = \frac{M \cdot C}{I_x}$$

Donde:

$\sigma$  = esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)

C = distancia de centroide hacia el extremo (m)

$I_x$  = Inercia (m<sup>4</sup>)

M = Momento (N.m)

Según la ecuación 8 del módulo de sección:

$$S_x = \frac{I_x}{C}$$

Donde:

$S_x$  = módulo de sección (m<sup>3</sup>)

C = distancia de centroide hacia el extremo (m)

$I_x$  = Inercia (m<sup>4</sup>)

De la ecuación 7 en 8; se halla una nueva ecuación 9

$$F_b = \sigma = \frac{M \max}{S_x}$$

Para encontrar el módulo de sección requerido de diseño para el acero ASTM 36. Se calcula el esfuerzo permisible.

$$F_b = 0.6 \cdot F_y$$

$$F_b = 0.6 \cdot 250 = 140 \text{ MPa}$$

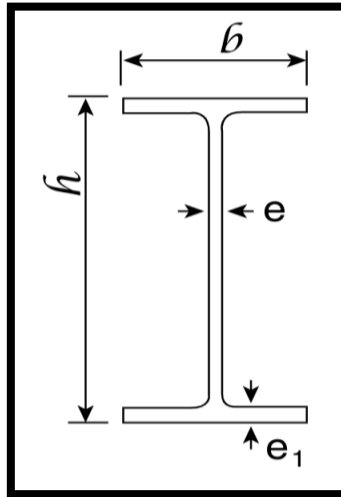
De la ecuación 9, se calcula:

$$S_{\text{requerido}} = \frac{M \max}{F_b} = \frac{1861.27 \text{ N.m}}{140 \text{ MPa}} = 1.33 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$S_{\text{requerido}} = 13.3 \text{ cm}^3.$$

De acuerdo al anexo 4 selecciona la viga en H (IPE - 100), el cual tiene las siguientes características.

Figura 24: Características del perfil IPE-100



#### Características viga IPE – 100

- Kilos: 8.30 kg/m
- Largo: 6000 mm
- (h) altura: 100 mm
- (b) ancho: 100 mm
- (e): 4.1 mm
- (e1): 5.7 mm

#### 3.2.3 Cálculo de la viga carrilera

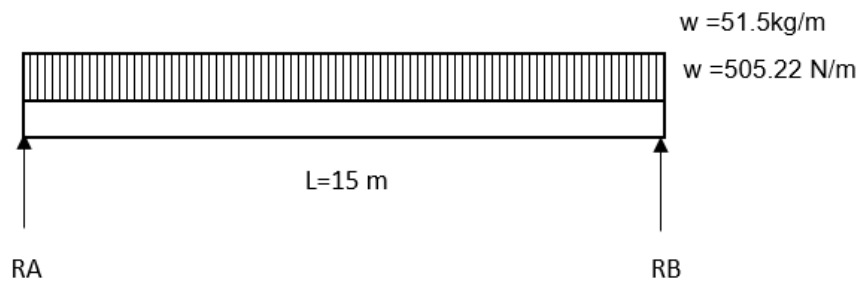
Se diseñará la viga carrilera, después de haber realizado el análisis de la viga principal la cual recorrerá por toda la longitud de esta. Por razones de diseño, se tomó la medida de 15 metros, ya que la longitud máxima del camión es de 12,5 metros. Para el cual se tiene que determinar el peso máximo que soportará esta parte estructural.

Se determina todos los componentes con sus respectivas masas, los cuales serán representando en la siguiente tabla.

Tabla 12: Masas de los componentes que soportan la viga carrilera

Elemento	Cantidad	Peso	Peso Total
Dispositivo muestreador	3	6	18
Piñón-cremallera	3	10	30
Carga a elevar(muestra)	3	1	3
Accesorios de fijación	3	10	30
Carga móvil de operador	1	80	80
Viga principal 3.5 m(8.53kg/m)	2	29.85	59.8
<b>TOTAL</b>			<b>220.8 Kg</b>

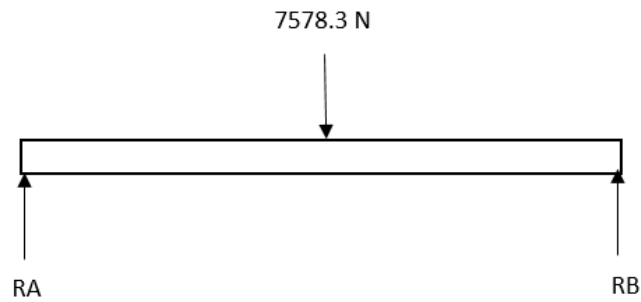
La viga carrilera es de 15 metros, la cual soportará una carga de 220.8 kg / m<sup>2</sup>, la distancia de las vigas carrileras es de 3.5 m, por el cual se tiene que multiplicar para realizar el área (772.8 Kg), por ende, la viga tiene que soportar ese peso en la longitud de 15 metros, es decir 51.52 kg/m.



- $\sum F_y = 0$

$$R_A + R_B = 505.22\text{ N/m} * 15\text{ m}$$

$$R_A + R_B = 7578.3\text{ N}$$



Como la región distribuida es una región rectangular, por ende, la carga se ubica en el centro de la viga.

$$RA = 7578.3 \text{ N} / 2 = 3789.15 \text{ N}$$

$$RB = 7578.3 \text{ N} / 2 = 3789.15 \text{ N}$$

Para la realización de los gráficos cortantes y de momentos

El momento máximo se calcula con la siguiente ecuación 17

$$M_{\max} = \frac{q L^2}{8}$$

Donde:

M máx.= momento máximo

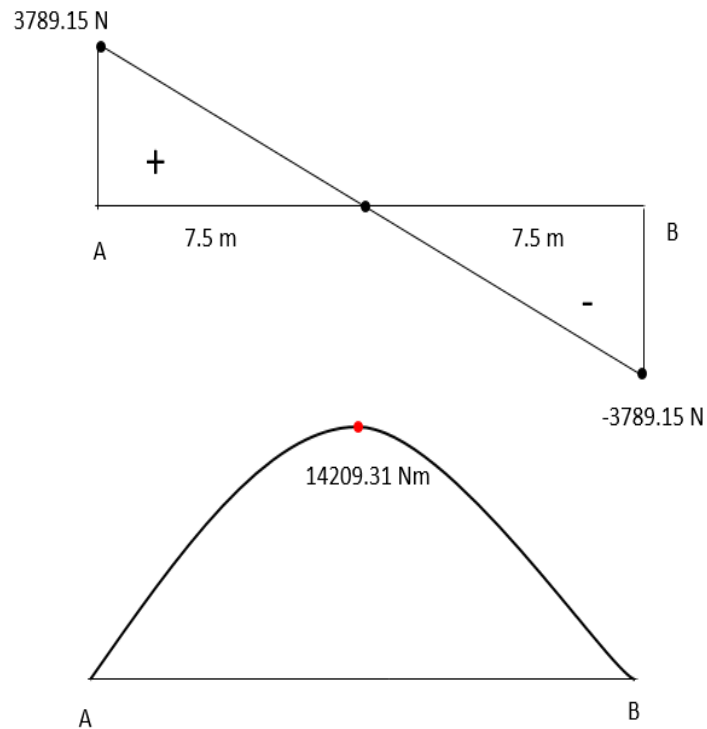
q = carga

L= longitud

$$M_{\max} = \frac{(505.22) (15)(15)}{8}$$

$$M_{\max} = 14209.31 \text{ N.m}$$

Se realiza los diagramas cortantes y flexionantes



Como se puede apreciar en el diagrama de momentos flexionantes el pico máximo es de 14209.18 KN. Por razones de diseño se trabajará con acero ASTM-36, en el cual seleccionamos el  $f_y$  (límite de fluencia)

En el anexo 4 de la tabla de propiedades se selecciona el  $f_y$  2530 Kg/cm<sup>2</sup> realizando una conversión en MPa, el valor es de 250.

Para el diseño de vigas mediante esfuerzos permisibles, según AISC (American Institute of Steel Construction), nos da un valor permisible  $F_b$  (esfuerzo permisible), es el 60 % de  $F_y$ , el cual nos da como un límite para diseño

Para encontrar el módulo de sección requerido de diseño para el acero ASTM 36. Se calcula el esfuerzo permisible

$$F_b = 0.6 * F_y$$

$$F_b = 0.6 * 250 = 140 \text{ MPa}$$

De la Ecuación 9

$$S_{\text{requerido}} = \frac{M_{\text{max}}}{F_b} = \frac{14209.31 \text{ N.m}}{140 \text{ MPa}} = 1.01 * 10^{-4} \text{ m}^3$$

El módulo requerido está en  $\text{cm}^3$ , por ende, se realiza la conversión,  $S_{\text{requerido}} = 101.49 \text{ cm}^3$ .

De acuerdo al anexo 5 se selecciona la viga en H (IPE - 160), el cual tiene las siguientes características.

#### **Características viga IPE - 160**

- Kilos: 16.20 kg/m
- Largo: 6000 mm
- (h) altura: 160 mm
- (b) ancho: 82mm
- (e): 5.0 mm
- (e1): 7.4 mm

#### **3.2.4 Cálculo de la columna**

Para el diseño de las columnas, se toma como punto de partida la medida longitudinal, ya que, por razones de diseño, tendrán una longitud de 4 metros.

Para evaluar las resistencias de las cuatro columnas que se implementarán como soporte para el diseño de la parte estructural del colector de muestras, se usará el método de análisis de columnas, el cual tomamos como referencia en el libro de resistencias de los materiales de Robert L. Mott.

- **Factor de fijación**

Para determinar el actor de fijación, se tiene que evaluar la forma de apoyo en los que soportan los extremos de la columna en la tabla 13.

Tabla 13: Tipos de fijación [22]

Tipo de fijación	K (Constante de factor por extremos)	
	K teórico	K práctico
Articulada-articulada	1	1
Empotrada-empotrada	0.5	0.65
Empotrada-libre	2	2.1
Empotrada-articulada	0.7	0.8

De acuerdo al diseño planteado en los bocetos realizados en los conceptos preliminares del proyecto, se establece un factor de fijación de  $K=0.65$ .

- **Longitud efectiva**

Para el cálculo de la longitud efectiva, se determina mediante la ecuación 11

$$L_e = K \cdot L$$

Donde:

$L_e$  = Longitud efectiva

$K$  = constante de factores por extremos

$L$  = longitud real de la columna

$$L_e = 0.65 \cdot 4 \text{ m} = 2.6 \text{ m}$$

- **Radio de giro**

La relación de esbeltez de una columna es el radio de giro y se determina mediante la ecuación 12

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

$r$  = radio de giro

$I$  = inercia

$A$  = área de sección transversal



Se tiene que realizar el radio de giro en cada eje (x e y), para el diseño se propone un perfil de IPE 180 ASTM A36, en el cual podemos obtener las siguientes medidas en el anexo 6.

PERFIL	Área de sección transversal(cm <sup>2</sup> )	Ix(cm <sup>4</sup> )	Iy (cm <sup>4</sup> )
IPE 180	16.4	541	44.9

Por lo tanto, se calcula los radios de giro:

- ❖ Inercia de la sección sobre su horizontal

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

$$r_x = \sqrt{\frac{541}{16.4}}$$

$$r_x = 5.74 \text{ cm}$$

- ❖ Inercia de la sección sobre su vertical

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{44.9}{16.4}}$$

$$r_y = 1.65 \text{ cm}$$

- **Relación de Esbeltez**

Se interpreta como la división de la longitud efectiva y el radio de giro mínimo en los ejes, y se determina mediante la ecuación 12

$$Re = \frac{L_e}{r_{\min}(xx,yy)}$$

Donde:

Re = relación de esbeltez

Le = Longitud efectiva

r min = radio mínimo

$$Re = \frac{2.6 \text{ m}}{1.65 \text{ cm}} * \left(\frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}}\right)$$

$$Re = 157.58$$

- **Constante de la columna**

Para evaluar este requerimiento del análisis, es imprescindible determinar el material, las columnas que conforman, por razones de diseño son de acero estructural A-36, se necesita saber las propiedades del material. Se puede observar en el anexo 3.

- Módulo de elasticidad = 200 GPa
- Esfuerzo mínimo de fluencia = 250 MPa

La constante de columna se calcula mediante la ecuación 13

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi E}{Sy}}$$

Donde:

E = módulo de elasticidad del material

Sy = resistencia de fluencia

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi(200 * 10^9)}{250 * 10^6}}$$

$$Cc = 125.6$$

- **Comparación entre Re y Cc**

Mediante esta comparación, se decide si se trata de una columna larga o corta, en el cual se analiza los fallos por aplastamiento o pandeo.

Tabla 14: Relación entre Re y Cc

Relación	Resultado (Columna)
R. esbeltez > C. columna	<b>C. larga (Ecuación de Euler)</b>
R. esbeltez < C. columna	<b>C. corta (Ecuación de Johnson)</b>

Se observa que la Re es mayor que la Cc, de acuerdo al valor obtenido se llega a la conclusión que es una columna larga (fallan por pandeo), por el cual utilizaremos la fórmula de Euler.

$$Re (157.58) > Cc (125.6)$$

- **Aplicación de la fórmula de Euler**

Mediante la ecuación de Euler, se determina la carga crítica (Pc) donde la columna empezaría a pandearse, previo se determinará el esfuerzo crítico trabajo.

- **Carga crítica**

Se calcula con la ecuación 14

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$$

Donde:

Pc = carga crítica

E = módulo de elasticidad

L= longitud real de la columna

K = constante de factores por extremos

I= inercia

$$P_c = \frac{\pi^2 (200 * 10^9) (4.57 * 10^{-7})}{(2.6)^2}$$

$$P_c = 133.44 \text{ KN}$$

- **Esfuerzo crítico**

Se calcula con la ecuación 15

$$\sigma_c = \frac{\pi^2 E}{(L/r)^2}$$

Donde:

$\sigma_c$  = esfuerzo crítico

E = módulo de elasticidad

L= longitud real de la columna

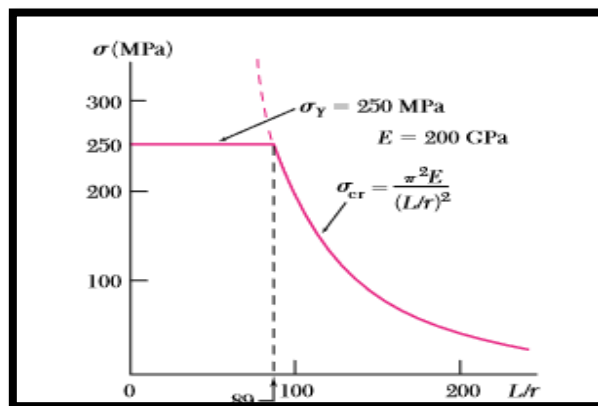
r = radio de giro

$$\sigma_c = \frac{\pi^2(200 * 10^9)}{(157.58)^2}$$

$$\sigma_c = 79.49 \text{ MPa}$$

Como se obtiene  $\sigma_c = 79.49 \text{ MPa}$ , comprobamos si el cálculo realizado tiene relación con el gráfico de Euler, el cual es para el acero estructural. Si la relación de esbeltez (L/r) se encuentra en el rango de (0-100) es una columna corta y si sobrepasa ese rango es columna larga.

Figura 25: Diagrama de Euler



Después de analizar el esfuerzo crítico, debemos analizar si es permisible según lo establecido  $\sigma_c < 0.6 \sigma_y$  (Si se sabe que el  $\sigma_y = 250 \text{ MPa}$ ), el cual se encuentra en la tabla de propiedades del A-36)

Por lo tanto, se llegó a la conclusión que si es permisible ( $79.19 \text{ MPa} < 150 \text{ MPa}$ )

- **Carga permisible**

Por razones de diseño se obtiene un factor de seguridad de 1.1, mediante la ecuación 16.

$$P_a = P_c / FS$$

Donde:

Pc = carga crítica

Pa = carga admisible

Fs = factor de seguridad

$$Pa = 133.4 \text{ KN}/1.1$$

$$Pa = 121.27 \text{ KN}$$

### **3.2.5. Dimensionamiento del dispositivo muestreador**

Para general las dimensiones del calador sonda, se toma las densidades de los productos que van a ser muestreados, como por ejemplo el arroz ( $\rho = 0.9 \text{ g/ml}$ ), soja ( $\rho = 0.75 \text{ g/ml}$ ), trigo ( $\rho = 0.81 \text{ g/ml}$ ), se toma como referencia el mayor, el cual es el arroz.

Densidad del arroz =  $0.9 \text{ gr/ml}$ ; quiere decir  $900 \text{ kg}$  en  $1\text{m}^3$

El dispositivo es de forma cilíndrica, se requiere determinar el volumen que será ocupado por el producto. La norma recalca que por cada punto de muestreo se necesita sacar  $1 \text{ kg}$ , pero por razones de diseño se realizará el cálculo con  $1.5\text{kg}$ .

El volumen requerido es de  $0.0015 \text{ m}^3$ , el diámetro es de  $0,050 \text{ m}$ , se calcula la altura del cilindro.

$$\text{Volumen del cilindro} = \pi * r^2 * h$$

$$0.0015 = \pi * (0.025)^2 * h$$

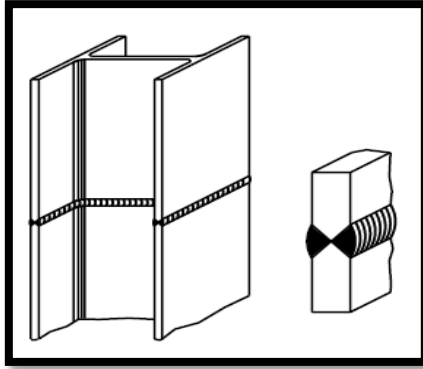
$$0.783 = h$$

Por lo tanto, la altura que se tomará es de  $78 \text{ cm}$  con un diámetro de  $5 \text{ cm}$ .

### **3.3 Selección de tipo de unión empleado en la soldadura de la estructura**

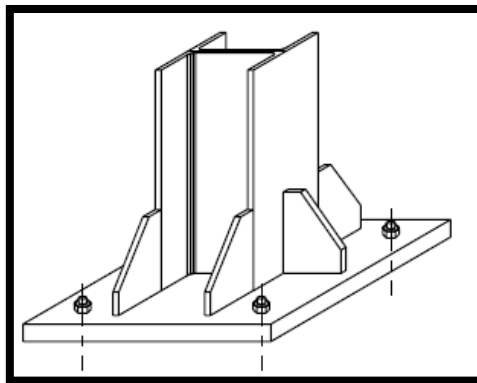
#### **3.3.1 Unión con empalme de pilares**

El diseño contará con una junta vertical con penetración completa, con soldaduras de la norma AWS – 5.1, donde será cara a cara para la unión de la figura 11.



### **3.3.2 Unión con bases de pilar**

El diseño contará con una junta horizontal con penetración completa, con soldaduras de la norma AWS – 5.1, donde será con una plancha con una viga H, con sus refuerzos alrededor de la figura 12.



## **CAPÍTULO 4**

### **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se realiza el modelado y la simulación de la estructura que es la base del muestreador, mediante el programa ANSYS – Workbench (Static Structural), el cual analiza las deformaciones y esfuerzos para garantizar el diseño.

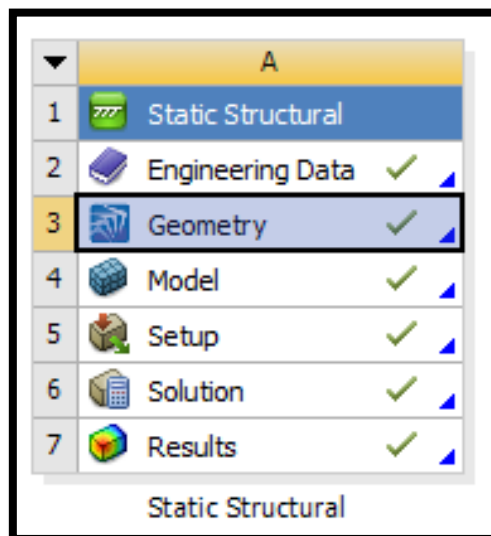
Se utilizaron los siguientes programas para la simulación:

- Autodesk inventor 2019 (modelado tridimensional)
- ANSYS – Workbench (simulación estructural).

#### **4.1 Modelado de la estructura general del muestreador**

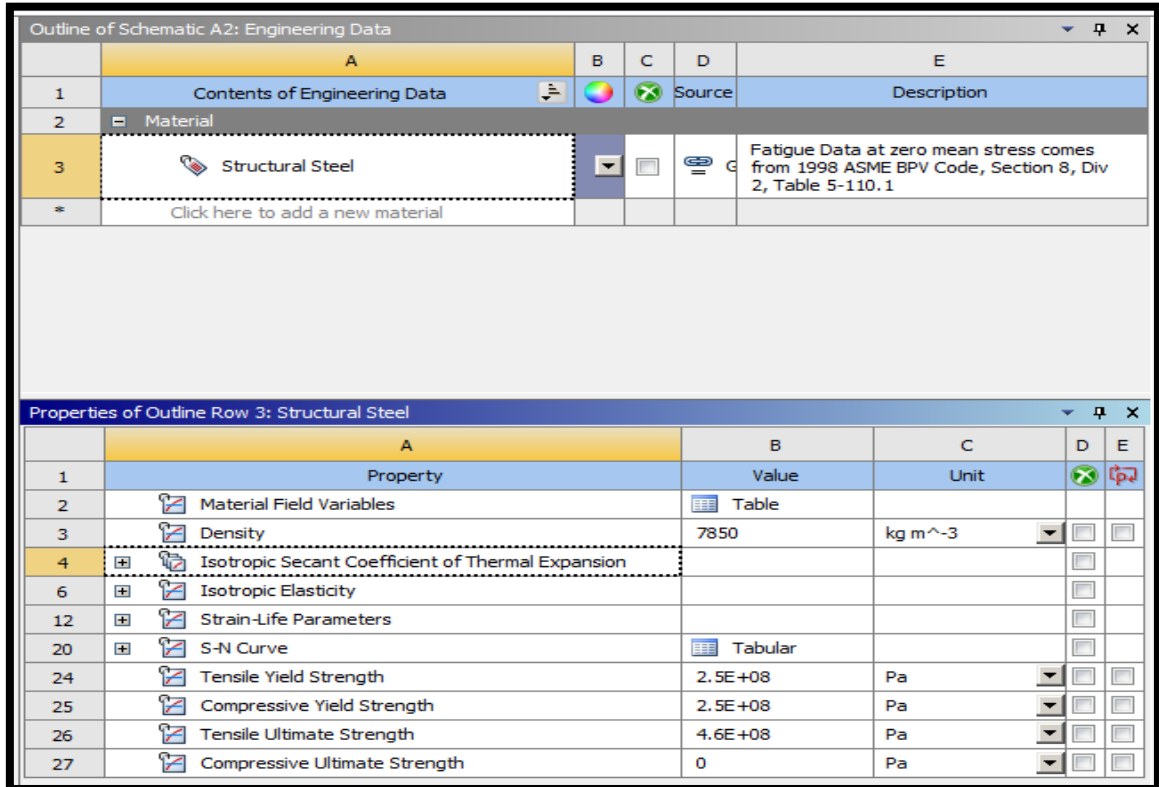
Se diseño con el Autodesk inventor 2019, con la finalidad de verificar la resistencia. Se entra a la pestaña: Static Structural.

Figura 26: Ventana de Static Structural



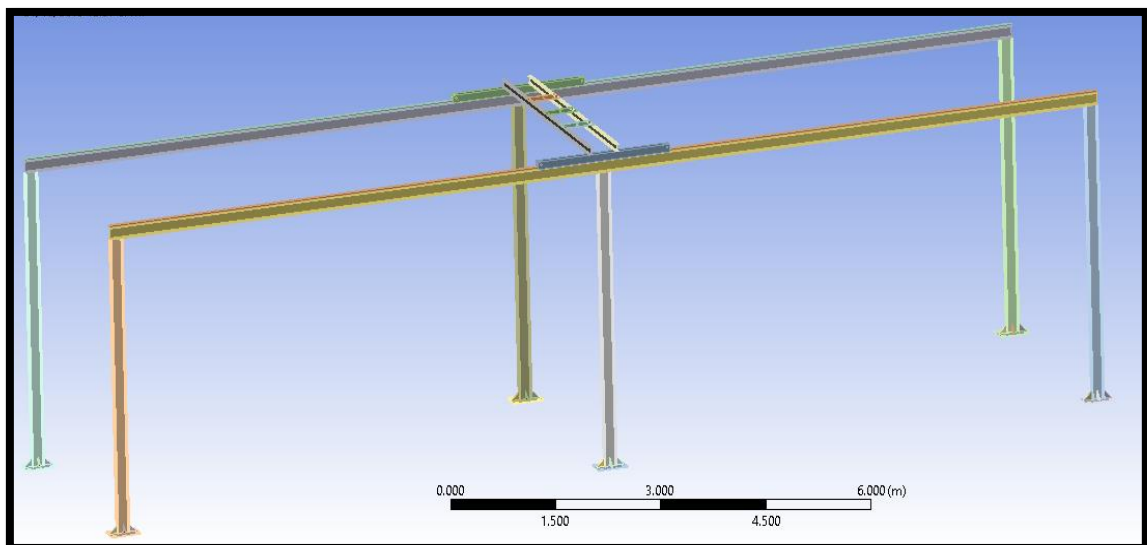
La primera data requerida por el software ANSYS es la característica, se entra a la ventana: Engineering Data.

Figura 27: Data de Ingeniería



Posteriormente para el modelado se considera toda la estructura general del muestreador, como se aprecia en la figura.

Figura 28: Ventana geometry

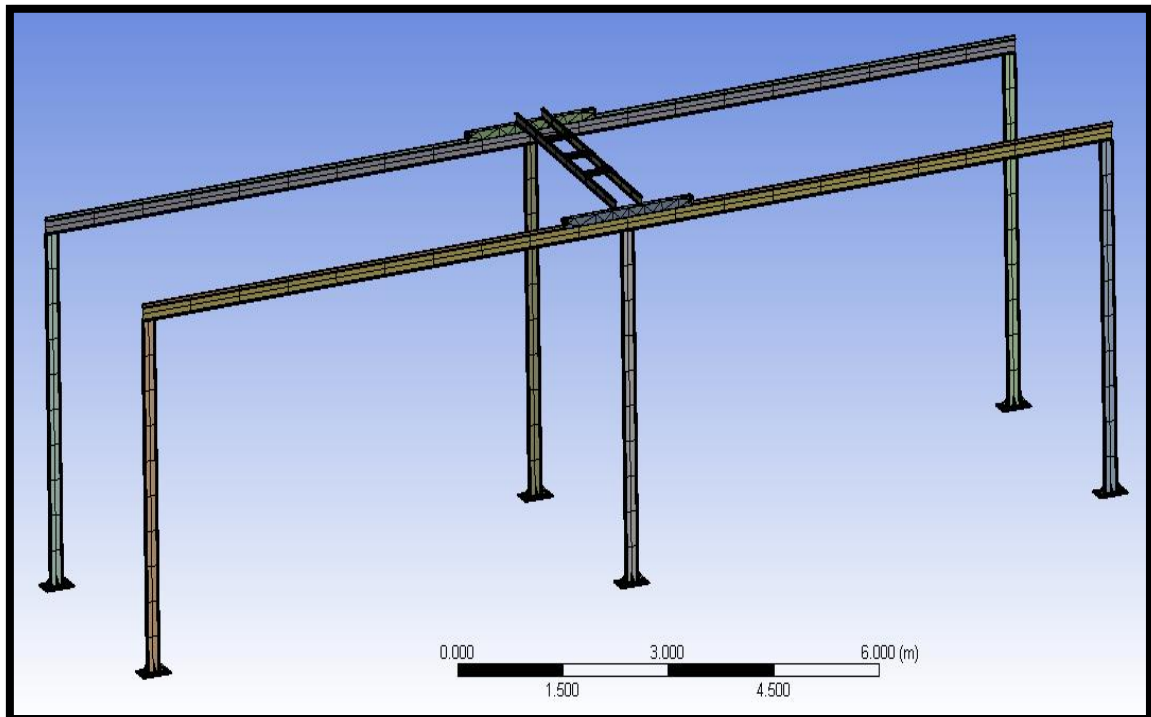




## 4.2 Mallado de la estructura

Las funciones modificadas fueron: Orden de Elementos (Element Order) a Cuadrática (cuadrático), para que todo el mallado sea uniforme. También Centro del Ángulo del Palmo (Span Angle Center) a Medio (Medium), ya que no necesito que el mallado sea tan grueso ni tan fino.

Figura 29: Mallado de la estructura



Se realizó el mallado por defecto, se detalla la cantidad de elementos y nodos en la tabla N°14

Tabla 15: Característica del mallado

<b>ESTADISTICAS</b>	
Mallado	Cualidades de los Elementos
Cantidad de Nodos	45974
Cantidad de Elementos	10996

### 4.2.1 Condiciones frontera

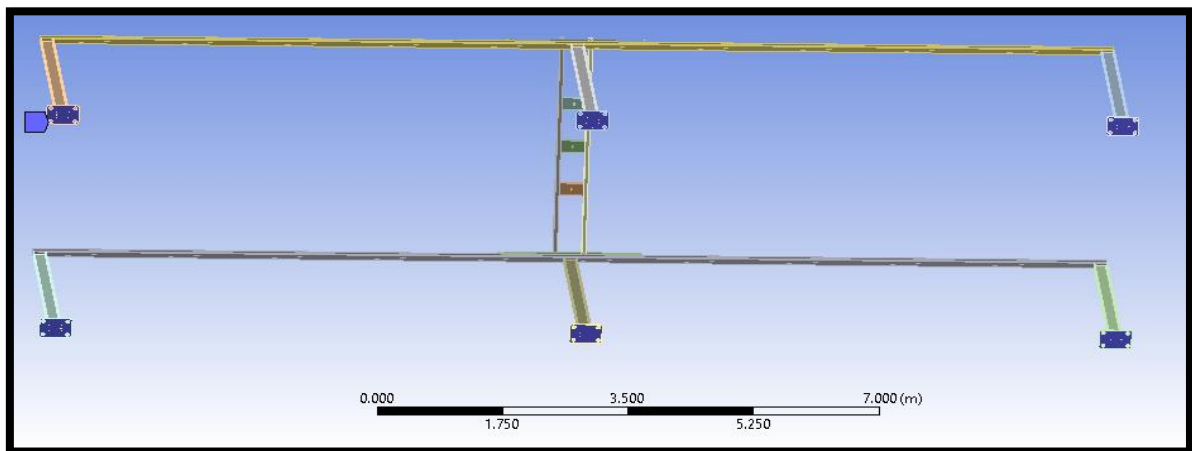
Las condiciones de fronteras tomadas son:

- Soportes Rígidos (Fixed Support)
- Fuerza (Force)

#### **a) Soportes rígidos**

Los soportes rígidos vienen hacer las 6 columnas que sostienen toda la estructura, como se representa en la figura 32

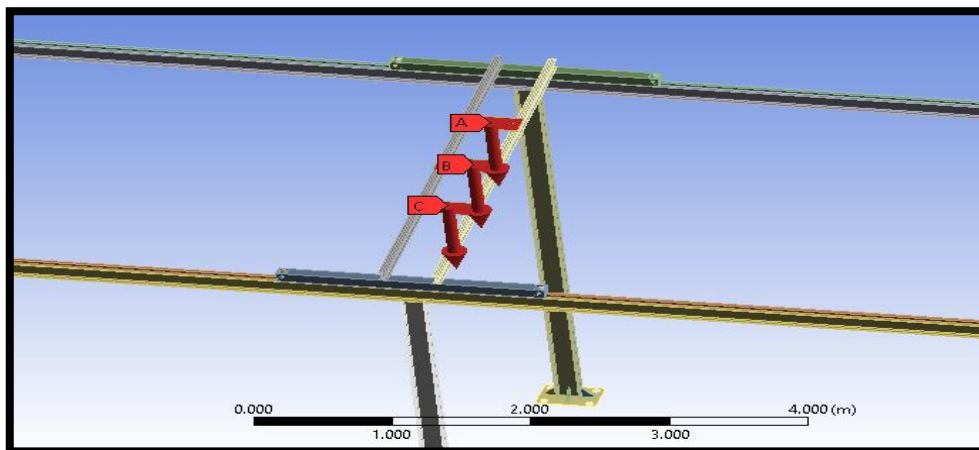
Figura 30: Soporte rígidos



#### **b) Fuerza**

La fuerza es sometida a los tres puntos donde se ubican los muestreadores, dándole un peso de 500 N a cada muestreador.

Figura 31: Fuerza aplicada en los tres muestreadores



### 4.3 Análisis de la simulación

Los parámetros considerados tomando en cuenta nuestro diseño fueron:

- Deformación Total (Total Deformation)
- Esfuerzo Equivalente (Equivalent Stress)

#### a) Deformación total

La deformación total define en que punto de la estructura se genera el máximo desplazamiento. Se demuestra en la siguiente figura:

Figura 32: Deformación total de la estructura

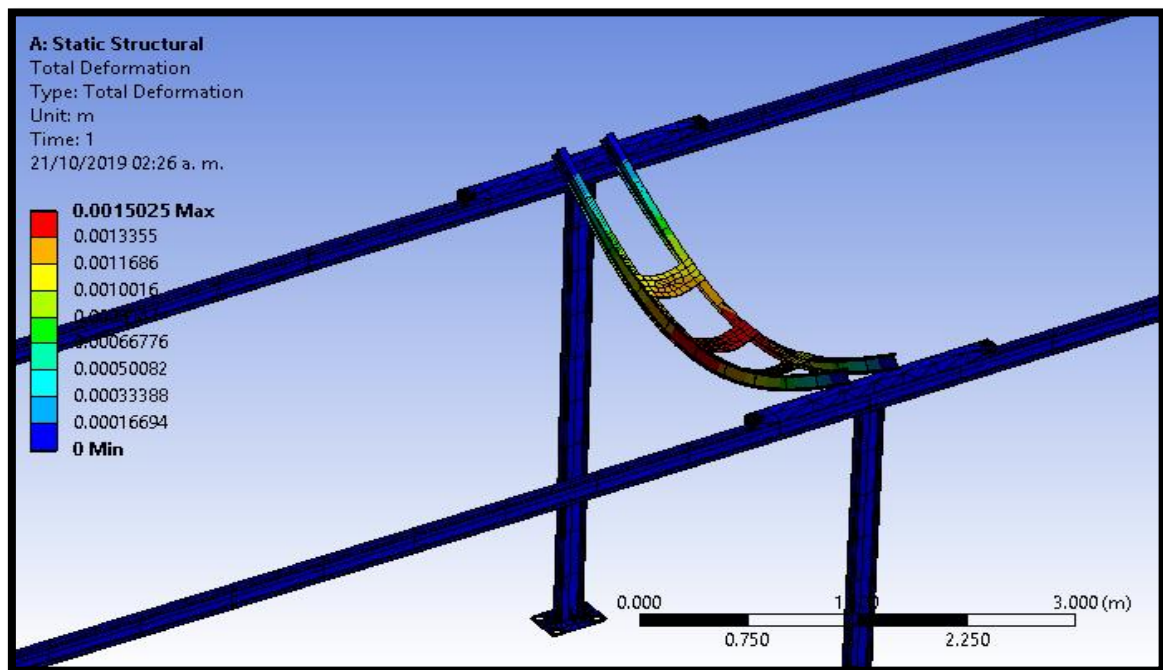


Tabla 16: Deformación máxima y mínima

DEFORMACIÓN TOTAL	
Máximo	Mínimo
0.0015025	0.00016694

#### b) Esfuerzo equivalente (Von – Misses)

El esfuerzo equivalente define si el diseño de la estructura es apto para la fabricación.

Según la figura 21, nos dice que es apto para su fabricación.

Figura 33: Esfuerzo equivalente (Von Misses) de la estructura

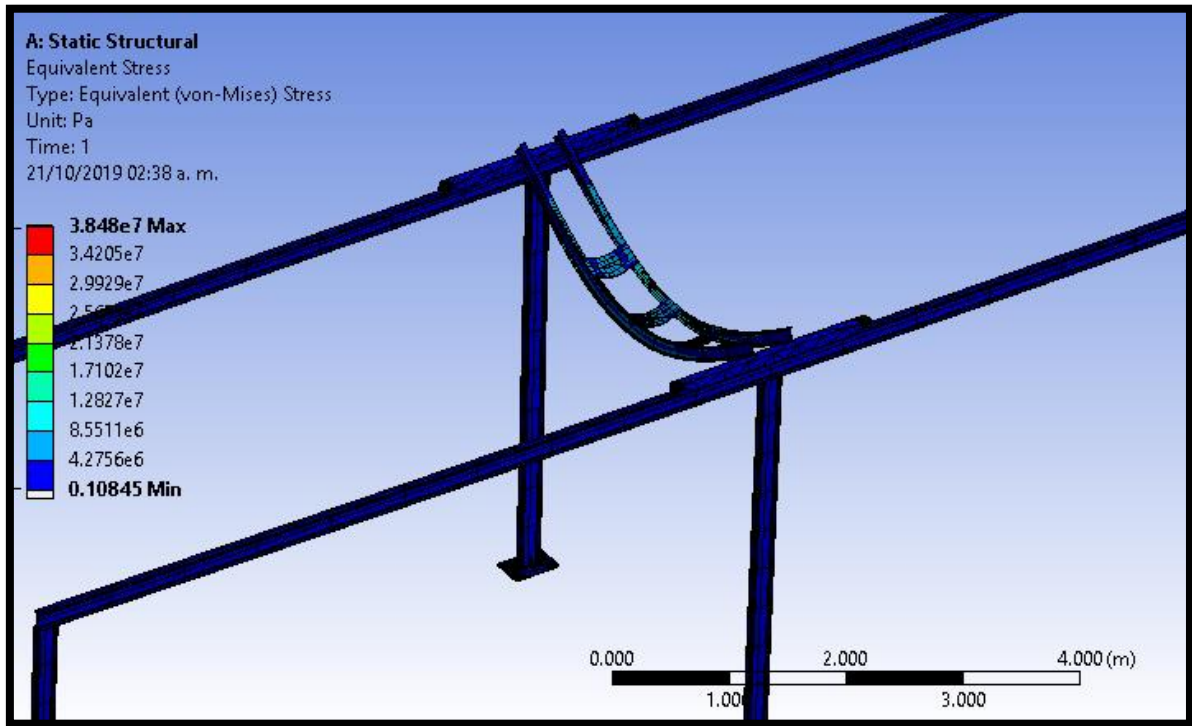


Tabla 17: Deformación máxima y mínima (von – misses)

<b>ESFUERZO EQUIVALENTE (VON – MISSES)</b>	
Máximo	Mínimo
384.8 MPa	010. 845 MPa

## **CONCLUSIONES**

1. Se diseñó un colector de muestras para camiones de transportes de granos con resultados óptimos.
2. De acuerdo al VDI 2225(Metodología de Diseño de Ingeniería), se identificó la solución óptima mediante la análisis técnico y económico.
3. Se determinó los componentes mecánicos y eléctricos para el diseño, que garanticen el correcto funcionamiento del colector de muestras.
4. Se logró validar los esfuerzos permisibles de la parte estructural del diseño del colector de muestras en el ANSYS – Workbench.
5. Por lo descrito anteriormente, el diseño propuesto del colector de muestras para los camiones de transporte de granos, brinda las siguientes características:
  - Máxima precisión.
  - Elimina el error de muestreo.
  - Minimiza el tiempo de muestreo.
  - Propicia una muestra más representativa, certera y segura.
  - Evita la contaminación cruzada de muestras.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda seguir con las investigaciones para el diseño de colectores de muestras e implementar con la automatización se llega a obtener más confiabilidad, practicidad, rapidez y ahorro en la colecta de granos para el análisis, la cual implica una evaluación cualitativa y cuantitativa correcta de la carga.
2. Se recomienda la aplicación del diseño en el sector agropecuario ya que por el creciente aumento de la población en nuestro país ha sido el incremento de granos para sus diversos usos, esta tendencia ha venido acompañado de una mayor exigencia de estándares de calidad permitidos para este tipo de producto, sobre todo cuando su destino final es el consumo humano.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] P. E. Carvajal Sarzosa y R. A. Soria Peñafiel, «Diseño y construcción de un brazo hidráulico para movlizar carne de cerdo faenada,» Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional, 2008.
- [2] C. Resa Fernandez, «Diseño y cálculo de grúa para almacén con capacidad para 5 TN,» Tesis de pregrado, Universidad Carlos III de Madrid, 2011.
- [3] G. Martínez, «Diseño de un brazo industrial neumático,» Tesis de pregrado, Universidad Carlos III de Madrid, 2013.
- [4] A. R. Perez Espinoza , «Diseño de una cortadora láser CNC de CO2 para acrílicos y madera,» Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Tecnológica del Perú, 2015.
- [5] R. A. Vazquez Vazquez, «Diseño mecánico de un brazo manipulador industrial robótico hidráulico de cinco grados de libertad,» Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional, 2005.
- [6] M. F. Bin Othman, *The design and fabrication of hydraulic boom trainer with gripper attachment*, Tesis de Pregrado, Universiti Teknikal Malaysia Melaka, 2013.
- [7] R. Gurudu Rishank y P. E. Venkata Krishna, «Design and structural analysis of a robotic arm,» 2016, Blekinge Institute of Technology.

- [8] J. E. Flores Cayancela y I. C. Vallejo Siguencia, «Diseño y construcción de un brazo oleohidráulico para montaje y desmontaje de motores hasta una tonelada,» Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014.
- [9] J. M. Sandoval Corredor y V. A. Torres Parra, *Diseño de un puente grúa para el transporte de motores diesel para el taller L&G diesel truck*, Tesis de pregrado, Universidad de América , 2017.
- [10] R. S. Borja Robalino y P. S. Morocho Rojas, *Análisis estructural mediante el método de elementos finitos del chasis del vehículo fórmula sae eléctrico de la universidad politécnica salesiana.*, Tesis de Post Grado, Univeridad Politécnica Selesiana, 2017.
- [11] Norma Técnica Peruana, *Maíz amarillo y duro. definiciones y requisitos*, Lima: Corrigendum 1, 2014.
- [12] Ministerio de Agricultura, *Cereales y granos andinos*, Lima: Manejo y fertilidad de suelos, 2011.
- [13] Laboratorio Agronómico Gualaguay, *Instrucciones para un correcto muestreo en granos*, Argentina: Publicaciones Lag, 2015.
- [14] Fiscalidad y Unión Aduanera, *Método de muestreo para los distintos tipos de muestras*, Perú, 2018.
- [15] S. y. Otros, *Springer handbook of robotics*, Primera edición, German, 2008.
- [16] B. Barriga Gamarra, *Métodos de diseño en ingeniería mecánica*, Lima, 2016.
- [17] Empresa Koom, *Transmisiones por cremallera-piñón*, España, 2014.
- [18] A. L. Casillas, *Máquinas-cálculo de taller*, España, 1990.
- [19] R. C. Hibbeler, *Mecánica de Materiales*, México, 2011.
- [20] R. G. Budynas y J. K. Nisbet, *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*, México, 2008.



- [21] F. P. Beer, E. R. Johnston, J. T. Dewolf y D. F. Mazurek, *Mecánica de Materiales*, México, 2010.
- [22] R. L. Mott, *Diseño de Elementos de Máquina*, México, 2006.
- [23] Soldexa, *Manual de soldadura y catálogos de productos*, Lima: Oerlikon, 2015.
- [24] Instituto Técnico de la Estructura de Acero, *Diseño de uniones*, España: ITEA, 2010.
- [25] A. Díaz Morcillo, *Métodos de mallado y algoritmos adaptivos en dos o tres dimensiones para la resolución de problemas electromagnéticos cerrados mediante el método de elementos finitos*, Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Valencia, 2000.
- [26] G. Alvarez, *Manual de hidráulica*, Mexico , 2003.

**ANEXOS**

## ANEXO 4

### FICHA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD: Ingeniería

CARRERA: Ing. Mecánica

1. Título del Trabajo de Investigación propuesto  
"Diseño de un colector de muestras para camiones de transporte de granos"
2. Indica la o las competencias del modelo del egresado que serán desarrolladas fundamentalmente con este Trabajo de Investigación:  


---



---
3. Número de alumnos a participar en este trabajo. (máximo 2)  
 Número de alumnos: 2
4. Indica si el trabajo tiene perspectivas de continuidad, después de obtenerse el Grado Académico d Bachiller, para seguirlo desarrollando para la titulación por la modalidad de Tesis o no.  


---
5. Enuncia 4 o 5 palabras claves que le permitan realizar la búsqueda de información para el Trabajo en Revistas Indizadas en WOS, SCOPUS, EBSCO, SciELO, etc., desde el comienzo del curso y obtener así información de otras fuentes especializadas.

Ejemplo:

Palabras Claves	REPOSITORIO 1	REPOSITORIO 2	REPOSITORIO 3
1.- Diseño	PUCP	UNI	
2.- Colector	SciELO		
3.- Granos	UNALM		
4.- Camiones	Openthesis	UNAC	
5.-			

6. Como futuro asesor de investigación para titulación colocar:  
*(Indique sus datos personales)*
  - a. Nombre: \_\_\_\_\_
  - b. Código docente: \_\_\_\_\_
  - c. Correo institucional: \_\_\_\_\_
  - d. Teléfono: \_\_\_\_\_
7. Especifica si el Trabajo de Investigación:  
*(Marca con un círculo la que corresponde, puede ser más de una)*
  - a. Contribuye a un trabajo de investigación de una Maestría o un doctorado de algún profesor de la UTP.
  - b. Está dirigido a resolver algún problema o necesidad propia de la organización.
  - c. Forma parte de un contrato de servicio a terceros.

d. Corresponde a otro tipo de necesidad o causa (explicar el detalle):

---

---

---

8. Explica de forma clara y comprensible los objetivos o propósitos del trabajo de investigación

Diseñar un colector de muestras para los camiones que transportan granos.  
Determinar el diseño óptimo del colector de muestra.  
Diseñar y calcular los componentes mecánicos y eléctricos.  
Validar el modelado de la parte estructural mediante el software ANSYS-workbench

9. Brinde una primera estructuración de las acciones específicas que debe realizar el alumno para que le permita iniciar organizadamente su trabajo

---

---

---

---

10. Incorpora todas las observaciones y recomendaciones que consideres de utilidad para el alumno y a los profesores del curso con el fin de que desarrollen con éxito todas las actividades

---

---

---

---

11. Fecha y docente que propone la tarea de investigación

Fecha de elaboración de ficha (día/mes/año): \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Docente que propone la tarea de investigación: \_\_\_\_\_

12. Esta Ficha de Tarea de Investigación ha sido aprobada como Tarea de Investigación para el Grado de Bachiller en esta carrera por:

*(Sólo para ser llenada por la Facultad)*

Nombre: \_\_\_\_\_

Código: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Fecha de aprobación de ficha (día/mes/año): \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

## ANEXO 1. Tabla de selección de engranajes

# S T R A I G H T   S P U R   G E A R S

**Straight gears with side hub**  
Pressure angle 20°

MATERIAL: C 45 – UNI 7845

**WIDTH of SURFACE "B" for:**

MODULE 1	=	15 mm.
MODULE 1.5	=	17 mm.
MODULE 2	=	20 mm.
MODULE 2.5	=	25 mm.
MODULE 3	=	30 mm.
MODULE 4	=	40 mm.
MODULE 5	=	50 mm.
MODULE 6	=	60 mm.

**TOTAL HEIGHT "A" for:**

MODULE 1	=	25 mm.
MODULE 1.5	=	30 mm.
MODULE 2	=	35 mm.
MODULE 2.5	=	40 mm.
MODULE 3	=	50 mm.
MODULE 4	=	60 mm.
MODULE 5	=	75 mm.
MODULE 6	=	80 mm.

Z	MODULE 1				MODULE 1.5				MODULE 2				MODULE 2.5			
	d <sub>o</sub>	d <sub>p</sub>	d <sub>m</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>o</sub>	d <sub>p</sub>	d <sub>m</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>o</sub>	d <sub>p</sub>	d <sub>m</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>o</sub>	d <sub>p</sub>	d <sub>m</sub>	D <sub>1</sub>
12	14	12	9		21.0	18.0	14	8	28	24	18	10	35.0	30.0	22	10
13	15	13	10		22.5	19.5	14	8	30	26	19	10	37.5	32.5	25	10
14	16	14	10		24.0	21.0	18	8	32	28	20	10	40.0	35.0	28	10
15	17	15	12		25.5	22.5	18	8	34	30	22	10	42.5	37.5	30	10
16	18	16	13		27.0	24.0	20	8	36	32	24	10	45.0	40.0	32	12
17	19	17	14	8	28.5	25.5	20	8	38	34	25	10	47.5	42.5	35	12
18	20	18	15	8	30.0	27.0	20	8	40	36	25	10	50.0	45.0	35	12
19	21	19	15	8	31.5	28.5	20	8	42	38	25	10	52.5	47.5	35	12
20	22	20	16	8	33.0	30.0	25	8	44	40	30	10	55.0	50.0	40	14
21	23	21	16	8	34.5	31.5	25	10	46	42	30	12	57.5	52.5	40	14
22	24	22	18	8	36.0	33.0	25	10	48	44	30	12	60.0	55.0	45	14
23	25	23	18	8	37.5	34.5	25	10	50	46	30	12	62.5	57.5	45	14
24	26	24	20	8	39.0	36.0	25	10	52	48	35	12	65.0	60.0	45	14
25	27	25	20	8	40.5	37.5	25	10	54	50	35	12	67.5	62.5	50	14

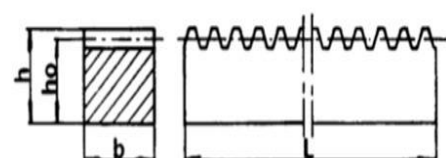
ANEXO 2. Tabla de selección de cremalleras

## R A C K S

**MATERIAL: C40 - DRAWN - STANDARDISED**

**Racks**  
Pressure angle 20°

Module	Dimensions b x h		h <sub>0</sub>	L	kg.
	b	h			
1	15	15	14	500	0.820
	15	15	14	1000	1.640
	15	15	14	2000	3.200
1.5	17	17	15.5	500	1.000
	17	17	15.5	1000	2.050
	17	17	15.5	2000	4.000
2	20	20	18	500	1.410
	20	20	18	1000	2.750
	20	20	18	2000	5.500
2.5	25	25	22.5	500	2.100
	25	25	22.5	1000	4.500
	25	25	22.5	2000	9.000
3	30	30	27	500	3.100
	30	30	27	1000	6.500
	30	30	27	2000	13.000
4	30	30	26	500	3.050
	30	30	26	1000	6.100
	30	30	26	2000	12.500
4	40	40	36	500	5.500
	40	40	36	1000	11.000
	40	40	36	2000	23.000
5	50	50	45	500	8.300
	50	50	45	1000	17.500
	50	50	45	2000	35.000
6	60	60	54	500	12.650
	60	60	54	1000	25.500
	60	60	54	2000	51.000



N.B. We manufacture racks from M7 to M16, on request.

### ANEXO 3. Propiedades mecánicas de los aceros

Propiedades del Acero Estructural A-36						
Composición	C	P	S	Si	Cu	Mn
Densidad 20°C	0,28	0,07	0,005	0,17	0,02	0,25
Esfuerzo mínimo a la fluencia	250MPa		36259 Psi			
Resistencia mínima a la Tracción	400MPa		57800 Psi			
Módulo de Elasticidad	200GPa		29000Ksi			

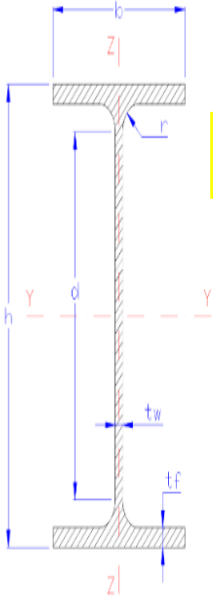
Propiedades del Acero bonificado AISI 4340 (705)						
Composición	C	P	Si	Cr	Mn	Ni
	0.35-0.4	---	0.25	1.4	0.7	1.4
Densidad 20°C	7850 Kg/m3		0,28 lb/in3			
Esfuerzo mínimo a la fluencia	470MPa		68200Psi			
Resistencia mínima a la Tracción	745MPa		108000Psi			
Módulo de Elasticidad	200GPa		29000Ksi			
Dureza	270-330HB					

Propiedades del Acero al Carbono SAE 1045 (760)						
Composición	C	P	S	Si	Cr	Mn
	0,5	0,04	0,05	0,5	0,6	---
Densidad 20°C	7850 Kg/m3		0,28 lb/in3			
Resistencia mínima a la Tracción	637MPa		92451Psi			
Módulo de Elasticidad	200GPa		29000Ksi			
Dureza	200 -220 HB					

### ANEXO 4. Tabla de características de perfil IPE 100

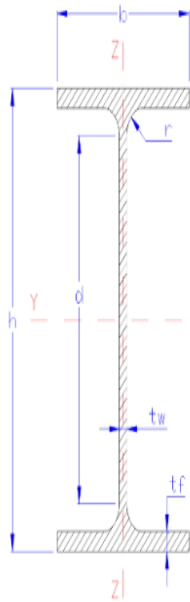
IPE	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y MECANICAS DE LA SERIE														
	IPE	Dimensiones						Sección A cm <sup>2</sup>	Peso G Kg/m	Propiedades de la Sección					
		Referido al eje y-y			Referido al eje z-z										
		h mm	b mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r mm	d mm			I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	I <sub>z</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> cm
IPE 80	80	50	3.5	5.0	7	74.6	10.32	8.1	171	34.2	4.07	15.9	5.79	1.24	
IPE 100	100	55	4.1	5.7	7	74.6	10.32	8.1	171	34.2	4.07	15.9	5.79	1.24	
IPE 120	120	64	4.4	6.3	7	93.4	13.2	10.4	318	53	4.9	27.7	8.65	1.45	
IPE 140	140	73	4.7	6.9	7	112.2	16.4	12.9	541	77.3	5.74	44.9	12.3	1.65	
IPE 160	160	82	5	7.4	9	127.2	20.1	15.8	869	109	6.58	68.3	16.7	1.84	
IPE 180	180	91	5.3	8	9	146	23.9	18.8	1320	146	7.42	101	22.2	2.05	
IPE 200	200	100	5.6	8.5	12	159	28.5	22.4	1940	194	8.26	142	28.5	2.24	
IPE 220	220	110	5.9	9.2	12	177.6	33.4	26.2	2770	252	9.11	205	37.3	2.48	
IPE 240	240	120	6.2	9.8	15	190.4	39.1	30.7	3890	324	9.97	284	47.3	2.69	
IPE 270	270	135	6.6	10.2	15	219.6	45.9	36.1	5790	429	11.2	420	62.2	3.02	
IPE 300	300	150	7.1	10.7	15	248.6	53.8	42.2	8360	557	12.5	604	80.5	3.35	
IPE 330	330	160	7.5	11.5	18	271	62.6	49.1	11770	713	13.7	788	98.5	3.55	
IPE 360	360	170	8	12.7	18	298.6	72.7	57.1	16270	904	15	1040	123	3.79	
IPE 400	400	180	8.6	13.5	21	331	84.5	66.3	23130	1160	16.5	1320	146	3.95	
IPE 450	450	190	9.4	14.6	21	378.8	98.8	77.6	33740	1500	18.5	1680	176	4.12	
IPE 500	500	200	10.2	16	21	426	116	90.7	48200	1930	20.4	2140	214	4.31	
IPE 550	550	210	11.1	17.2	24	467.6	134	106	67120	2440	22.3	2670	254	4.45	
IPE 600	600	220	12	19	24	514	156	122	92080	3070	24.3	3390	308	4.66	





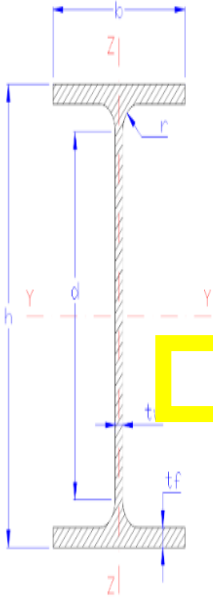
ANEXO 5. Tabla de características de perfil IPE 160

IPE	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y MECANICAS DE LA SERIE													
	IPE	Dimensiones					Sección	Peso	Propiedades de la Sección					
		h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>f</sub>	r			d	Referido al eje y-y			Referido al eje z-z	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	Kg/m	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	i <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	W <sub>z</sub>	i <sub>z</sub>	
								cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	
IPE 80	80	46	3.8	5.2	5	59.6	7.64	6	80.14	20.03	3.24	8.49	3.69	1.05
IPE 100	100	55	4.1	5.7	7	74.6	10.32	8.1	171	34.2	4.07	15.9	5.79	1.24
IPE 120	120	64	4.4	6.3	7	93.4	13.2	10.4	318	53	4.9	27.7	8.65	1.45
IPE 140	140	75	4.7	6.9	7	112.2	16.4	12.9	541	77.9	5.74	44.9	12.9	1.69
IPE 160	160	82	5	7.4	9	127.2	20.1	15.8	860	100	6.58	68.2	16.7	1.84
IPE 180	180	91	5.3	8	9	146	23.9	18.8	1,320	146	7.42	101	22.2	2.05
IPE 200	200	100	5.6	8.5	12	159	28.5	22.4	1,940	194	8.26	142	28.5	2.24
IPE 220	220	110	5.9	9.2	12	177.6	33.4	26.2	2,770	252	9.11	205	37.3	2.48
IPE 240	240	120	6.2	9.8	15	190.4	39.1	30.7	3,890	324	9.97	284	47.3	2.69
IPE 270	270	135	6.6	10.2	15	219.6	45.9	36.1	5,790	429	11.2	420	62.2	3.02
IPE 300	300	150	7.1	10.7	15	248.6	53.8	42.2	8,360	557	12.5	604	80.5	3.35
IPE 330	330	160	7.5	11.5	18	271	62.6	49.1	11,770	713	13.7	788	98.5	3.55
IPE 360	360	170	8	12.7	18	298.6	72.7	57.1	16,270	904	15	1,040	123	3.79
IPE 400	400	180	8.6	13.5	21	331	84.5	66.3	23,130	1,160	16.5	1,320	146	3.95
IPE 450	450	190	9.4	14.6	21	378.8	98.8	77.6	33,740	1,500	18.5	1,680	176	4.12
IPE 500	500	200	10.2	16	21	426	116	90.7	48,200	1,930	20.4	2,140	214	4.31
IPE 550	550	210	11.1	17.2	24	467.6	134	106	67,120	2,440	22.3	2,670	254	4.45
IPE 600	600	220	12	19	24	514	156	122	92,080	3,070	24.3	3,390	308	4.66



ANEXO 6. Tabla de características de perfil IPE 180

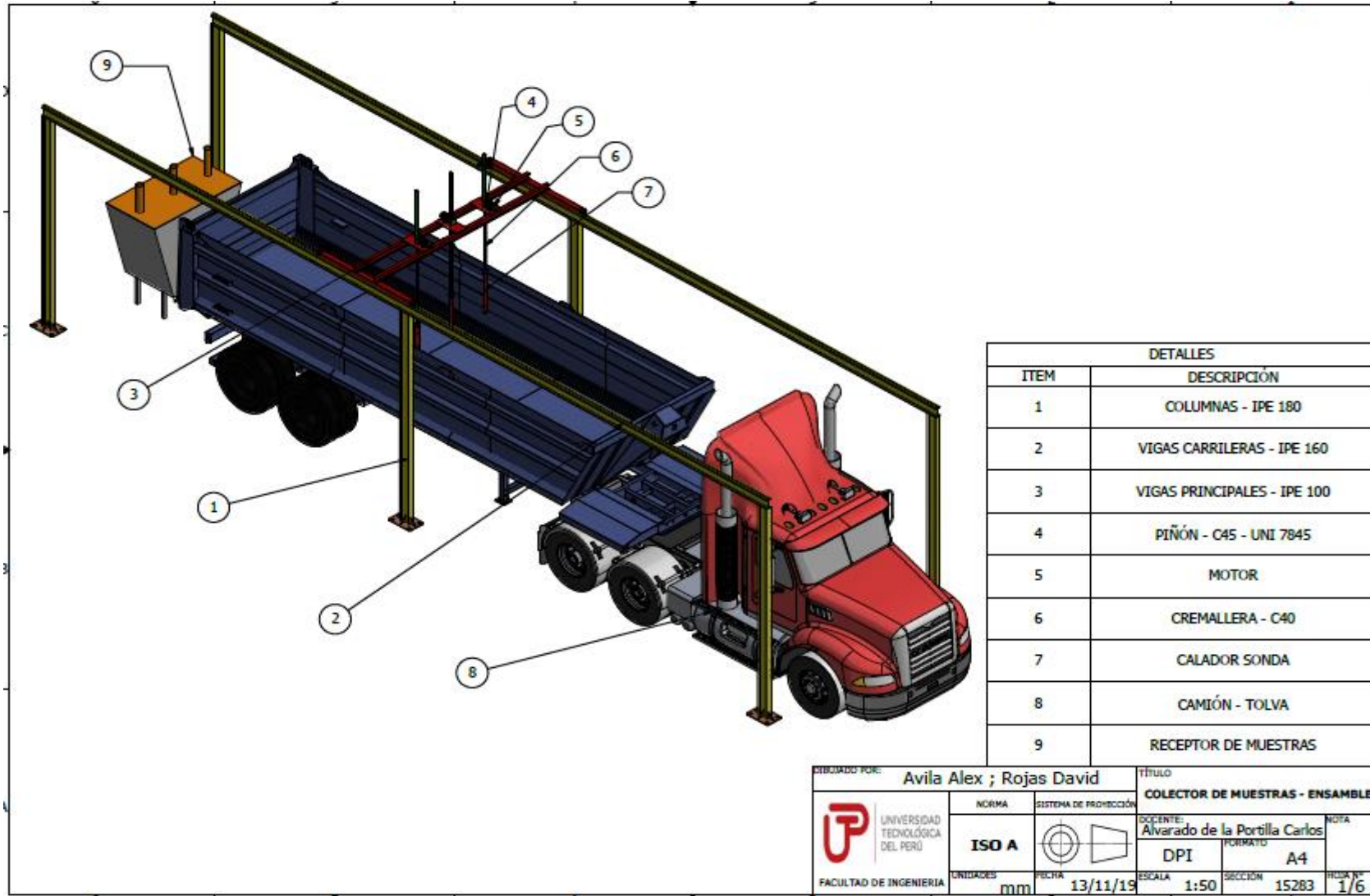
IPE	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y MECANICAS DE LA SERIE														
	IPE	Dimensiones					Sección A cm <sup>2</sup>	Peso G Kg/m	Propiedades de la Sección						
		h mm	b mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r mm			d mm	Referido al eje y-y			Referido al eje z-z		
										I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	I <sub>z</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> cm
IPE 80	80	46	3.8	5.2	5	59.6	7.64	6	80.14	20.03	3.24	8.49	3.69	1.05	
IPE 100	100	55	4.1	5.7	7	74.6	10.32	8.1	171	34.2	4.07	15.9	5.79	1.24	
IPE 120	120	64	4.4	6.3	7	93.4	13.2	10.4	318	53	4.9	27.7	8.65	1.45	
IPE 140	140	73	4.7	6.9	7	112.2	16.4	12.9	541	77.3	5.74	44.9	12.3	1.65	
IPE 160	160	82	5	7.4	8	141.2	20.1	15.8	869	109	6.58	80.9	16.7	1.85	
IPE 180	180	91	5.3	8	8	170.6	23.6	19.8	1330	146	7.43	104	22.2	2.05	
IPE 200	200	100	5.6	8.5	12	159	28.5	22.4	1,940	194	8.26	142	28.5	2.24	
IPE 220	220	110	5.9	9.2	12	177.6	33.4	26.2	2,770	252	9.11	205	37.3	2.48	
IPE 240	240	120	6.2	9.8	15	190.4	39.1	30.7	3,890	324	9.97	284	47.3	2.69	
IPE 270	270	135	6.6	10.2	15	219.6	45.9	36.1	5,790	429	11.2	420	62.2	3.02	
IPE 300	300	150	7.1	10.7	15	248.6	53.8	42.2	8,360	557	12.5	604	80.5	3.35	
IPE 330	330	160	7.5	11.5	18	271	62.6	49.1	11,770	713	13.7	788	98.5	3.55	
IPE 360	360	170	8	12.7	18	298.6	72.7	57.1	16,270	904	15	1,040	123	3.79	
IPE 400	400	180	8.6	13.5	21	331	84.5	66.3	23,130	1,160	16.5	1,320	146	3.95	
IPE 450	450	190	9.4	14.6	21	378.8	98.8	77.6	33,740	1,500	18.5	1,680	176	4.12	
IPE 500	500	200	10.2	16	21	426	116	90.7	48,200	1,930	20.4	2,140	214	4.31	
IPE 550	550	210	11.1	17.2	24	467.6	134	106	67,120	2,440	22.3	2,670	254	4.45	
IPE 600	600	220	12	19	24	514	156	122	92,080	3,070	24.3	3,390	308	4.66	



ANEXO 7. Tabla de selección de motores

MOTORES TRIFASICOS						
MONOFASICO 3000 R.P.M. (2POLOS)						
Potencia		Carcasa	Relación de arranque (Ca/Cn)	Rendimiento (%)	Factor de Potencia (Cos)	Intensidad nominal (A)
CV	KW					
0,13	0,09	56	2,8	56	0,75	0,32
0,16	0,12	56	2,5	55	0,71	0,45
0,25	0,19	63	2,5	60	0,75	0,53
0,33	0,25	63	2,5	57	0,6	1,12
0,5	0,37	71	3,1	60	0,7	1,43
0,75	0,55	71	3,2	64	0,71	2,05
1	0,75	80	3,6	73	0,7	2,29
1,5	1,1	80	2	70	0,84	2,9
2	1,5	90S	2,2	75	0,82	3,61
3	2,2	90L	1,85	78	0,86	4,78
4	3	100	2,6	78	0,88	7,2
5,5	4	112	2,3	79	0,79	9,8
7,5	5,5	132S	2,5	82	0,8	12,8
10	7,5	132S	2,4	85	0,81	17
15	11	132M	2	85	0,8	24
20	15	160M	2,3	87	0,83	32
25	18,5	160L	2	88	0,89	39
25	19	160	2,3	90	0,9	39
30	22	180	2,3	90,5	0,9	41
40	30	200	2,3	91,2	0,9	55,5
50	37	200	2,3	92	0,9	67,9
60	45	225	2,3	92,3	0,9	82,3
75	55	250	2,3	92,5	0,9	100,4
100	75	280	2,3	93,2	0,91	134,4
125	90	280	2,3	92,8	0,91	160,2
150	110	315	2,3	94	0,91	195,4
180	132	315	2,3	94,5	0,91	233,2
220	163	315	2,2	94,6	0,92	279,3
270	200	315	2,2	94,8	0,92	348,4

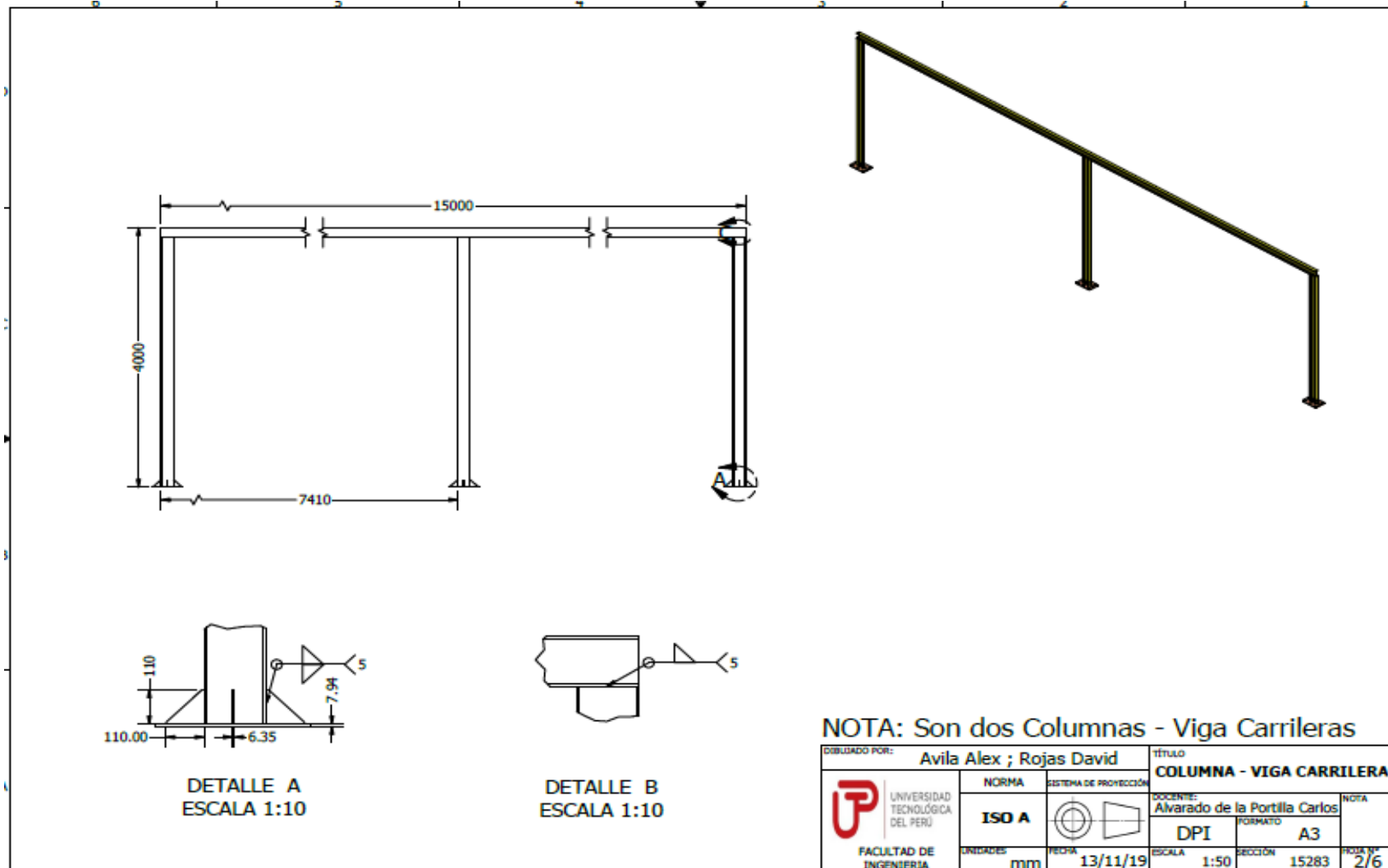
### ANEXO 8. Plano ensamble



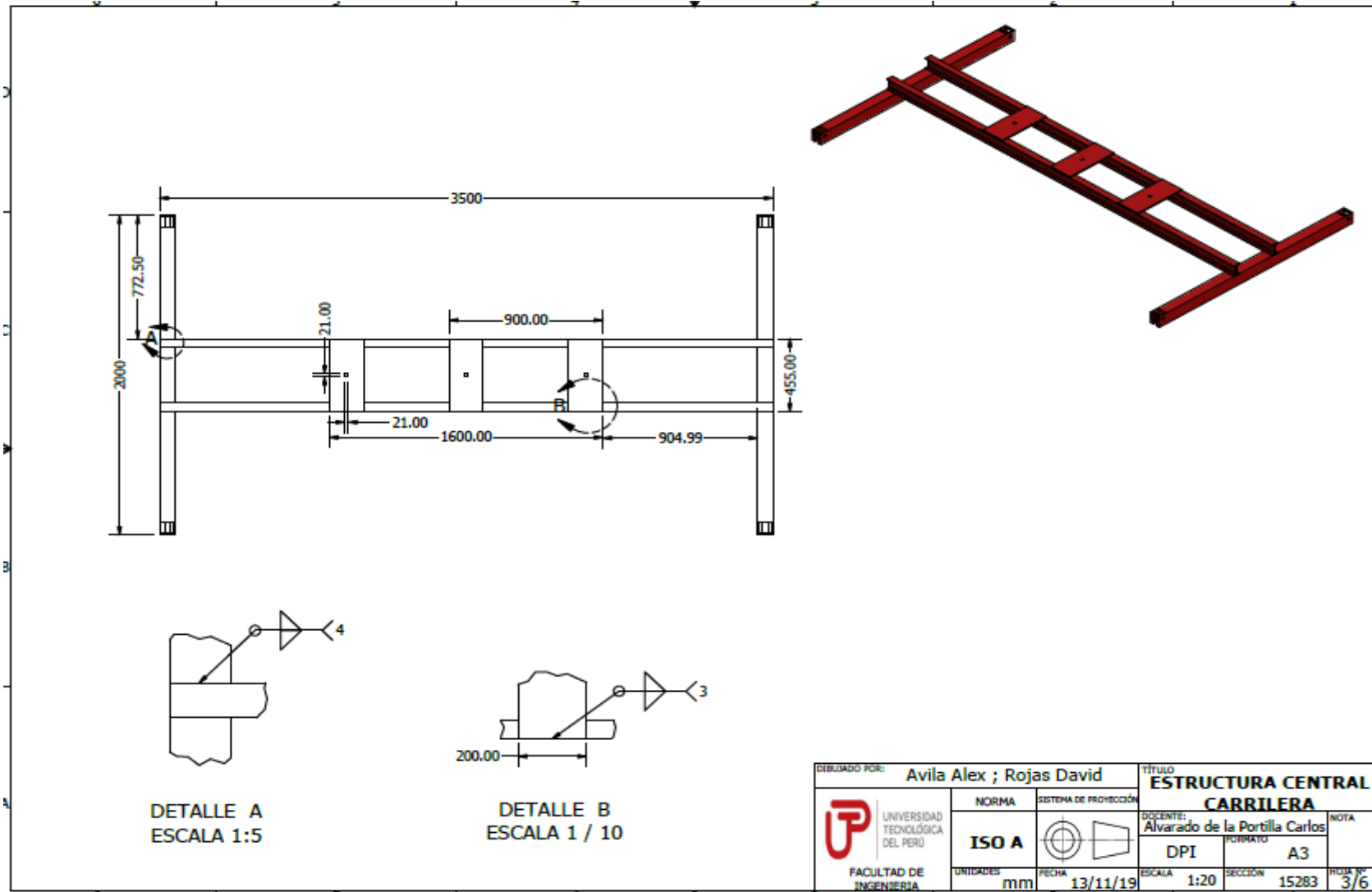
DETALLES	
ITEM	DESCRIPCIÓN
1	COLUMNAS - IPE 180
2	VIGAS CARRILERAS - IPE 160
3	VIGAS PRINCIPALES - IPE 100
4	PIÑÓN - C45 - UNI 7845
5	MOTOR
6	CREMALLERA - C40
7	CALADOR SONDA
8	CAMIÓN - TOLVA
9	RECEPTOR DE MUESTRAS

DISEÑADO POR: Avila Alex ; Rojas David		TÍTULO	
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ FACULTAD DE INGENIERÍA	NORMA	SISTEMA DE PROYECCIÓN	COLECTOR DE MUESTRAS - ENSAMBLE
	ISO A		DOCENTE: Alvarado de la Portilla Carlos
UNIDADES	FECHA	ESCALA	SECCIÓN
mm	13/11/19	1:50	15283
			FORMATO A4
			TRABAJO N° 1/6

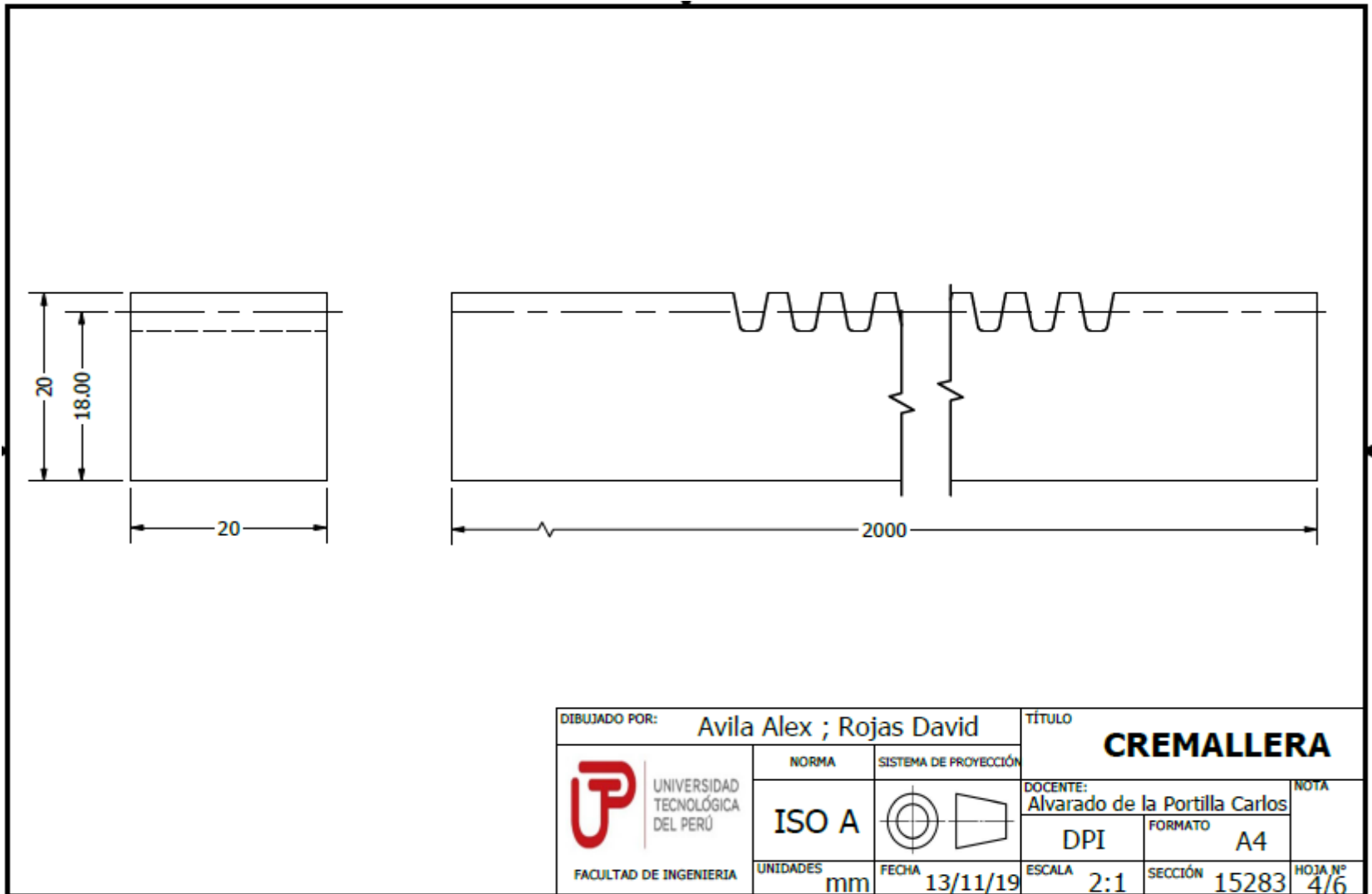
### ANEXO 9. Plano columna – viga carrilera



### ANEXO 10. Plano estructura central - carrilera

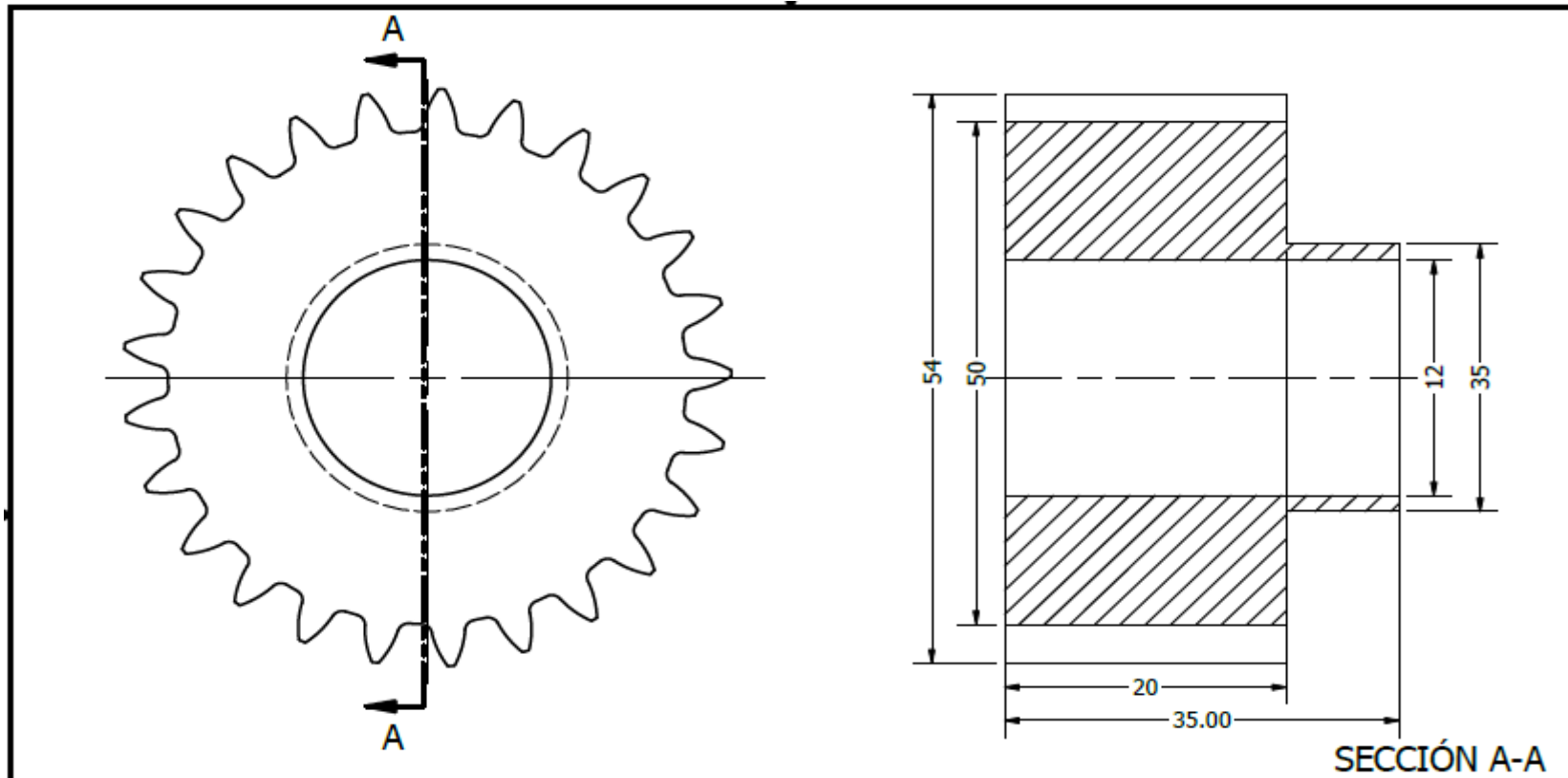



### ANEXO 11. Plano cremallera



DIBUJADO POR: Avila Alex ; Rojas David		TÍTULO: <b>CREMALLERA</b>		
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ FACULTAD DE INGENIERIA	NORMA	SISTEMA DE PROYECCIÓN	DOCENTE:	NOTA
	ISO A		Alvarado de la Portilla Carlos	
UNIDADES	FECHA	ESCALA	SECCIÓN	HOJA Nº
mm	13/11/19	2:1	15283	4/6

ANEXO 12. Plano piñón



DIBUJADO POR: Avila Alex ; Rojas David		TÍTULO		
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ FACULTAD DE INGENIERIA		NORMA	SISTEMA DE PROYECCIÓN	
		ISO A		
UNIDADES		FECHA	ESCALA	SECCIÓN
mm		13/11/19	2:1	15283
			DOCENTE:	NOTA
			Alvarado de la Portilla Carlos	
			FORMATO	
			A4	
			HOJA Nº	
			5/6	



# Diseño de un colector de muestras para camiones de transporte de granos

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Continental	3%
	Trabajo del estudiante	
2	Submitted to Universidad Tecnológica del Perú	2%
	Trabajo del estudiante	
3	Submitted to Tecsup	1%
	Trabajo del estudiante	
4	<a href="http://www.mecapedia.uji.es">www.mecapedia.uji.es</a>	1%
	Fuente de Internet	
5	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Perú	1%
	Trabajo del estudiante	
6	Submitted to Universidad Militar Nueva Granada	1%
	Trabajo del estudiante	
7	Submitted to Universidad Ricardo Palma	<1%
	Trabajo del estudiante	
8	Submitted to Universidad Internacional del Ecuador	<1%

9

Alexy Fabian Vinueza Lozada, Nelson Ramiro Gutierrez Suquillo. "Analysis by the Finite Element Method of the Behavior of the Brake Pads Using CAE Software", 2017 International Conference on Information Systems and Computer Science (INCISCOS), 2017

Publicación

<1%

---

10

Submitted to Escuela Politecnica Nacional

Trabajo del estudiante

<1%

---

11

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1%

---

12

[bibliotecavirtualoducal.uc.cl](http://bibliotecavirtualoducal.uc.cl)

Fuente de Internet

<1%

---

13

Submitted to Universidad de San Buenaventura

Trabajo del estudiante

<1%

---

14

Submitted to Universidad Europea de Madrid

Trabajo del estudiante

<1%

---

15

Submitted to Queen Mary and Westfield College

Trabajo del estudiante

<1%

---

16

Saul Iniguez-Macedo, Ruben Lostado-Lorza, Roberto Fernandez Martinez. "Fatigue behavior prediction by Finite-Element-trained Data Mining models", 2018 8th International Conference on Computer Science and Information Technology

<1%

---

17	<b>Submitted to University of Birmingham</b> Trabajo del estudiante	<1%
18	<b>www.monografias.com</b> Fuente de Internet	<1%
19	<b>Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru</b> Trabajo del estudiante	<1%
20	<b>Submitted to Universidad Autónoma de Nuevo León</b> Trabajo del estudiante	<1%
21	<b>Submitted to Systems Link</b> Trabajo del estudiante	<1%
22	<b>ijettjournal.org</b> Fuente de Internet	<1%
23	<b>Submitted to Universidad San Francisco de Quito</b> Trabajo del estudiante	<1%
24	<b>issuu.com</b> Fuente de Internet	<1%
25	<b>futur.upc.edu</b> Fuente de Internet	<1%

---

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado