

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL



FACULTAD REGIONAL DE VENADO TUERTO

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROYECTO FINAL

*PROYECTO ELECTROMECÁNICO DE
AMPLIACIÓN PARA PLANTA PROCESADORA
DE ACEITE DE SOJA*

ALUMNOS: *DELFINO, PABLO*
 FONT, MARCELO

PROFESORES: *ING DANIEL ALI*
 ING DANIEL FERREYRA
 ING GERMAN GIRAUDO

AÑO 2020



ÍNDICE

<i>INTRODUCCIÓN</i>	1
<i>EL PORQUÉ DE ESTE PROYECTO</i>	2
<i>I - DESCRIPCIÓN DE PLANTA PROCESADORA DE ACEITE DE SOJA</i>	3
1. <i>INTRODUCCIÓN</i>	I-2
2. <i>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</i>	I-3
2.1. <i>DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO</i>	I-4
3. <i>DETALLE DE MAQUINARIA INSTALADA EN LA PLANTA</i>	I.5
3.1. <i>DESCRIPCION DE MÁQUINAS</i>	I-5
3.2. <i>LAYOUT DE PLANTA</i>	I-7
3.3. <i>CAPACIDAD DE PLANTA INSTALADA Y DEMANDA POTENCIAL</i>	I-9
4. <i>JUSTIFICACIÓN DE LAS MEJORAS</i>	I-9
<i>II - SELECCIÓN DE MAQUINAS</i>	II-1
<i>SELECCIÓN DE MÁQUINAS</i>	I-2
<i>III - CÁLCULOS MECÁNICOS</i>	III-1
3.1 <i>CÁLCULO DE ESTRUCTURA.</i>	III-2
3.2 <i>CÁLCULOS DE LOS ESFUERZOS.</i>	III-7
3.3 <i>PERFILES DE PISO DE LA ESTRUCTURA</i>	III-8
3.3.1 <i>ESFUERZOS DE CORTE Y MOMENTOS</i>	III-9
3.3.2 <i>DIAGRAMAS DE CORTE Y MOMENTO</i>	III-11
3.3.3 <i>SELECCIÓN DE PERFIL</i>	III-12
3.3.4 <i>VERIFICACIÓN CON SOLIDWORKS</i>	III-14
3.4 <i>PERFILES TRANSVERSALES DE LA ESTRUCTURA</i>	III-19
3.4.1 <i>ESFUERZOS DE CORTE Y MOMENTO</i>	III-19
3.4.2 <i>DIAGRAMAS DE CORTE Y MOMENTO</i>	III-20
3.4.3 <i>SELECCIÓN DE PERFIL</i>	III-22
3.4.4 <i>VERIFICACIÓN CON SOLIDWORKS</i>	III-24
3.5 <i>PERFILES PARA COLUMNAS DE LA ESTRUCTURA</i>	III-27
3.5.1 <i>ESFUERZOS</i>	III-27
3.5.2 <i>SELECCIÓN DE PERFIL</i>	III-28
3.5.3 <i>VERIFICACIÓN AL PANDEO</i>	III-29
3.5.4 <i>VERIFICACIÓN CON SOLIDWORKS</i>	III-31

3.6 DISEÑO EN SOLIDWORKS DE LA ESTRUCTURA COMPLETA	III-34
3.6.1 ESFUERZOS SOBRE ESTRUCTURA COMPLETA	III-34
3.6.2 ESFUERZOS SOBRE ESTRUCTURA MODIFICADA	III-38
3.7 CONCLUSIÓN	III-45
3.8 ANÁLISIS DE FRECUENCIAS	III-46
3.9 CÁLCULOS DE LAS SOLDADURAS	III-51
3.9.1 VERIFICACIÓN DE SOLDADURA DE PERFIL A Y C	III-51
IV - CÁLCULOS ELÉCTRICOS	IV-1
4.1 INTRODUCCIÓN	IV-2
4.2 DIAGRAMA ELÉCTRICO UNIFILAR	IV-3
4.3 SELECCIÓN DE MOTORES	IV-4
4.4 SELECCIÓN DE PROTECCIONES Y CONDUCTORES	IV-5
4.5 CÁLCULOS PARA DETERMINAR SECCIONES DE CABLES DE ALIMENTACIÓN DE MÁQUINAS	IV-7
4.5.1 EXTRUSORA	IV-7
4.5.2 SELECCIÓN DE INTERRUPTOR PARA LÍNEA DE EXTRUSORA	IV-9
4.5.3 PRENSA	IV-12
4.5.4 SELECCIÓN DE INTERRUPTOR PARA LÍNEA DE PRENSA	IV-14
4.6 CÁLCULO PARA DETERMINAR ELEMENTOS DE ARRANQUE DE EXTRUSORA Y PRENSA	IV-18
4.6.1 ARRANQUE SUAVE DIRECTO	IV-18
4.6.1.1 ARRANQUE SUAVE DIRECTO EXTRUSORA	IV-18
4.6.1.2 ARRANQUE SUAVE DIRECTO PRENSA	IV-19
4.6.2 CÁLCULOS CON ARRANQUE SUAVE EN TRIANGULO	IV-19
4.6.2.1 CALCULO SELECCIÓN DE CABLE Y PROTECCIÓN EXTRUSORA	IV-22
4.6.2.2 CALCULO SELECCIÓN DE CABLE Y PROTECCIÓN PRENSA	IV-24
4.6.3 CÁLCULOS CON ARRANQUE SUAVE EN BYPASS	IV-28
4.6.3.1 CALCULO SELECCIÓN DE CABLE Y PROTECCIÓN EXTRUSORA	IV-29
4.6.3.2 CALCULO SELECCIÓN DE CABLE Y PROTECCIÓN PRENSA	IV-34
4.7 COMPARACIÓN DE LOS DISTINTOS MÉTODOS	IV-39
4.7.1 DIAGRAMA UNIFILAR DEFINITIVO	IV-40
4.7.2 ESQUEMA DE POTENCIA	IV-41
4.7.3 DIAGRAMA DE MANDO	IV-42
4.8 CORRECCIÓN DE FACTOR DE POTENCIA	IV-43
4.8.1 EXTRUSORA	IV-43
4.8.2 PRENSA	IV-44
4.8.2 SELECCIÓN DE CAPACITORES	IV-46

ANEXO CAPITULO IV – CALCULOS DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	A IV-2
INTRODUCCIÓN	A IV-2
DIAGRAMA ELÉCTRICO UNIFILAR	A IV-3
DESCRIPCIÓN DE PLANTA	A IV-4
CALCULO DE LA CORRIENTE TOTAL DE LAS MÁQUINAS DE LA PLANTA	A IV-6
CALCULO DE LA CORRIENTE EN LA NUEVA LÍNEA DE PRODUCCIÓN	A IV-9
CALCULO DEL CONDUCTOR	A IV -10
DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	A IV-11
DETALLE DE INTERRUPTORES SELECCIONADOS	A IV-16
SELECTIVIDAD DE INTERRUPTORES	A IV-18
V - EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL	V-2
5.1 JUSTIFICACIÓN DE NUESTRO ESTUDIO	V-2
5.2 REQUERIMIENTOS GENERALES PARA UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	V-7
5.3 MATRIZ DE ITERACIONES	V-10
5.4 ANÁLISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES ADVERSOS	V-11
5.5 ELABORACIÓN DE UN PLAN DE ACCIÓN PARA LAS ACCIONES MITIGADORAS	V-14
5.6 CONCLUSIÓN DEL EIA	V-16
VI - COMPUTO Y PRESUPUESTO	VI-2
ANEXO B – PLANOS DE ESTRUCTURA	
ANEXO C – CATALOGOS, HOJAS DE DATOS, TABLAS UTILIZADAS.	

INTRODUCCIÓN:

En el presente trabajo analizaremos una planta procesadora de aceite de soja de la ciudad de Villa Cañás, ubicada en la Ruta 94, entre las localidades de Villa Cañás y Santas Isabel, a unos aproximadamente 2 km del acceso de la entrada sur de dicha localidad.

Objetivos: Evaluar la necesidad de introducir mejoras en la planta para aumentar su producción al doble.

Justificación: hoy la planta cuenta con una extrusora y dos prensas, lo que permite procesar 22tn de poroto de soja por día, para duplicar la producción de la planta se deberían agregar una extrusora más y una prensa que procese la misma capacidad que las dos prensas existentes.

Para determinar las mejoras necesarias para llevar a cabo el upgrade de capacidad de procesamiento, nos centraremos en los ítems que detallamos a continuación:

1 - Breve descripción de planta, en la cual constaran detalles del proceso, diagrama de flujo, Layout, descripción de máquinas, capacidad-volumen de planta, Justificación de las mejoras.

2 - Selección de máquinas; nuevas máquinas a incorporar al proceso, se crea línea de producción paralela a la existente.

3 - Cálculos de nueva estructura para soportar nueva línea de producción: cálculos, dimensionamiento y planos constructivos.

4 - Calculo eléctrico: selección de conductores, comando, protecciones y corrección del factor de potencia (cálculo y selección de baterías de condensadores) para nuevas máquinas.

5 - Estudio impacto ambiental; realizaremos un informe viendo todos los ítems significativos y potenciales de acuerdo la leyes Provinciales y Municipales

6 - Cómputo y presupuesto de las mejoras propuestas en este trabajo.

➤ **El porqué de este proyecto.**

Entendemos que, como ingenieros, el campo de la consultoría es un gran mercado de trabajo; el ámbito de incumbencia de los ingenieros electromecánicos permite asesorar tanto de cuestiones mecánicas como de problemas eléctricos.

Ante la necesidad de los dueños de la planta de ampliar su capacidad de procesamiento nos permite inmiscuirnos en una planta en operación, de manera de estudiar sus procesos y problemáticas diarias, hacer una descripción de máquinas, motores, estructuras y demás componentes de la misma.

Con esta información efectuar los cálculos teóricos de una planta ideal, y con estos datos contrastar la planta actual y proponer las distintas acciones necesarias para alcanzar el objetivo de incrementar la producción diaria.

Nos parece, desde el punto de vista de futuros profesionales de la ingeniería, que proyectar una fábrica de este tipo es una opción, pero trabajar proponiendo mejoras sobre una instalación en funcionamiento es una manera de ver la realidad de una industria de la región, y trabajar sobre soluciones reales que puedan ser aplicadas directamente.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

PLANTA PROCESADORA DE ACEITE DE SOJA

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DE PLANTA PROCESADORA DE ACEITE DE SOJA

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se centra en el logro de introducir las mejoras necesarias en una planta de obtención de aceite de soja; para lograr el aumento de la producción al doble. Antes de detallar el camino a desarrollar dichas mejoras haremos una breve descripción de la planta y sus distintos componentes, como así capacidades de producción, etc. y al pie detallaremos la correspondiente justificación.

El funcionamiento de una planta de obtención de aceite consiste en la extrusión y prensado del grano, con el resultado final de dos tipos de subproductos; expeller de soja para ser usado como alimento animal y aceite que se utiliza como materia prima para refinación del mismo.

*El sistema de **Extrusado - Prensado de soja**, consiste en el procesamiento del grano a través de una extrusora en seco (sin agregado de vapor), y posterior prensado de la misma en prensas de tornillo continuo, para recuperar el aceite contenido y obtener expeller de alta calidad. Este expeller es apto para varios usos, tanto en alimentación animal como humana.*

La planta es operada por 2 operarios de producción por turno, la cual trabaja 3 turnos semanales, el turno mañana lo hace de la 8 a 16 hs. de lunes a sábado, el turno tarde de 16 a 24 hs. de lunes a viernes y el turno noche trabaja de 24 a las 8 hs. de lunes a sábado. Por lo cual nuestra empresa cuenta de 6 operarios de producción.

La planta tiene una capacidad de procesamiento de 22 Ton de soja por día. De las cuales extrae un 10 % de aceite y un 81 % de expeller.

Nuestra empresa cuenta de una línea de producción, la cual en una jornada diaria de trabajo (24 hs.) procesa 22.000 Kg. de soja, obteniendo 2.000 litros de aceite crudo y aproximadamente 17.820 Kg. de expeller. Para un mes de trabajo, donde contamos 22 días al mes, obtendremos 44.000 litros de aceite crudo y 392.040 Kg. de expeller por mes, la cual trabaja 11 meses, tenemos una producción anual de 484.000 litros de aceite crudo y 4.312.440 Kg. de expeller.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La soja, previamente homogeneizada a las condiciones ideales del proceso de limpieza y humedad (10 - 11 %), se almacena en el silo destinado para alimentación del proceso.

La soja se descarga en una noria, la cual alimenta una tolva ubicada encima de la entrada a los quebradores; luego pasa por el *Quebrador doble a rodillo*, el cual se encarga de triturar el grano, a posterior es llevado a la extrusora por medio de tres sinfines, dos horizontales y uno vertical.

Desde allí se transporta por sinfines hasta la tolva de la extrusora. Los granos de soja partidos se alimentan a la misma. La *Extrusora* desmenuza y calienta el grano molido por fricción a través de un sistema de tornillos y frenos de cizallamiento internos, sin elementos de calentamiento externo comprime, haciendo que la temperatura del grano llegue a unos 120 °C, y es también sometida a una presión interna cercana a las 40 atmósferas. La soja extrusada obtenida, sale por un orificio al exterior, en forma de chorro, donde pasa a presión atmosférica súbitamente, produciendo la evaporación del agua, reduciendo la **humedad (4-6 %)** a valores ideales para la extracción y **la desactivación de los factores antinutricionales** de la soja.

La harina extrusada y desactivada, alimenta a 2 prensas continuas de tornillo a través de dos sinfines, que alimentan cada prensa, estos sinfines son llamados *alimentador y forzador de prensa*, un alimentador de tornillo con bocas regulables sobre cada tolva de alimentación de las prensas, a fin de alimentar en forma balanceada a cada prensa.

La tolva de la prensa cuenta con un alimentador rotativo a tornillo para introducir el material en forma continua y coordinada a la prensa.

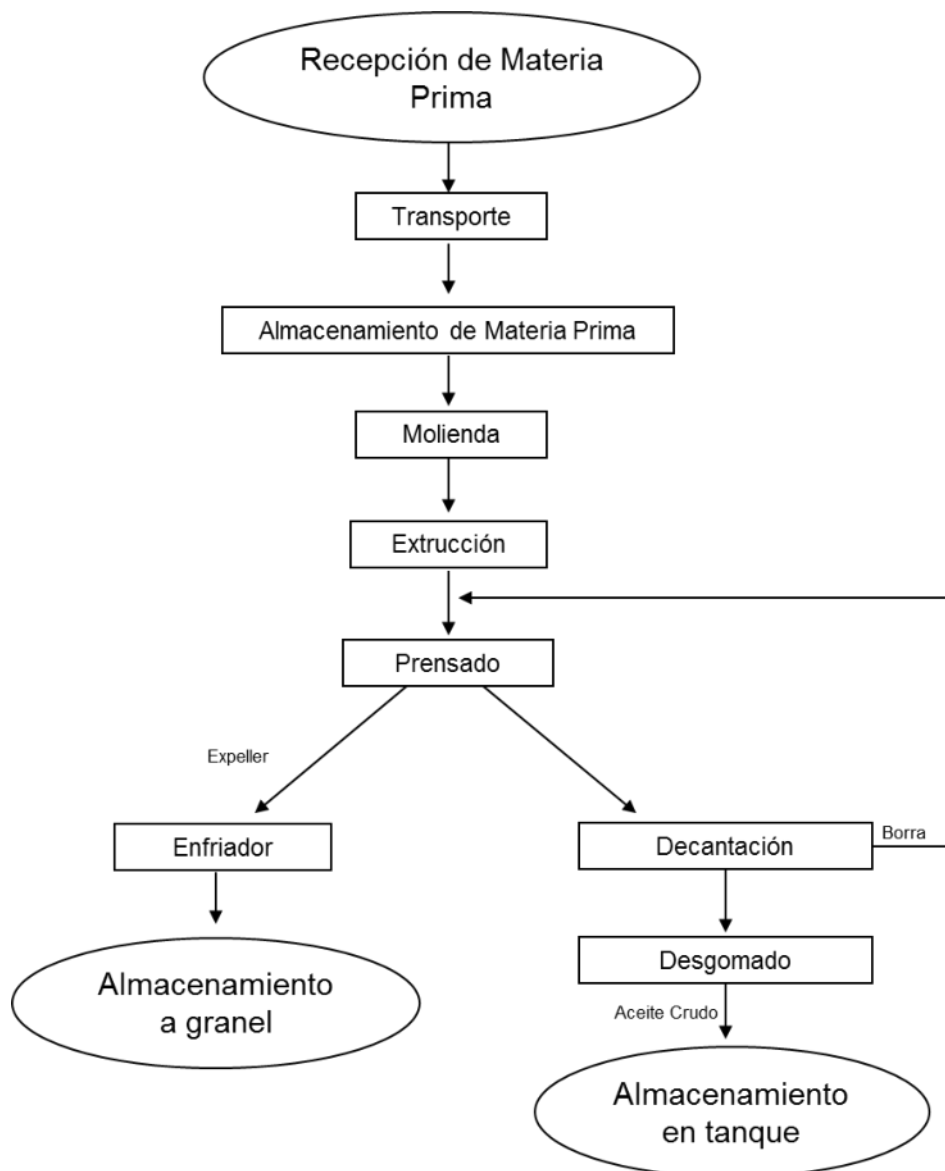
La *prensa* está compuesta por una sucesión de tornillos de distinto formato, que empujan el material dentro de la cámara o jaula de prensado. El paso del tornillo y la profundidad de la espiral se van reduciendo, por lo que el volumen disponible en la cámara se reduce, y el material es sometido a altísima presión, lo cual, acompañado por el roce contra la pared interior cerrada de los discos, produce la extracción del aceite.

De cada una de las 2 prensas se obtienen por un lado el expeller de soja, que se extrae por el frente de la prensa, y se vuelca a una batea ancha sobre piso, con la

parte superior abierta, para favorecer el enfriamiento del expeller. El cereal ya prensado, es enviado a un *enfriador*, el cual enfría extrayendo el calor por medio de una turbina, en el momento que el expeller de soja circula por el enfriador por una cinta a cadena. Una vez enfriado es llevado a un *depósito* en el cual es almacenado.

Por otro lado, el aceite crudo, que se filtra por debajo de las prensas, pasa por un borrero de malla perforada, con un tornillo contracorriente, que transporta las borras sólidas de vuelta a la prensa o a la salida de la extrusora para su reprocesamiento; el aceite que pasa por la malla, fluye por gravedad mediante canaletas a un depósito a nivel de piso.

2.1. Diagrama de flujo.



3. DETALLE DE MAQUINARIA INSTALADA EN LA PLANTA

3.1. Descripción de Maquinas.

Máquinas	Descripción	Capacidad
Noria	Motor: 2 HP; 960 rpm. Alto: Reductor: 960/150 rpm	2 Tn/hs.
tolva	Dimensiones: 3.000 x 3.000 x 500 mm. Cono: Base: 500 x 500 mm. Alto: 1.500 mm	7 Ton.
Quebrador	Motor: 2 x 7,5 HP; 960 rpm. RPM: 400.	50 Tn/día.
Sinfín desc. Quebrador	Motor: 2 HP; 960 rpm. Rpm del sinfín: 960. Diámetro: 200 mm. Longitud: 3 m. Paso de la espira: cuadrática.	2 Tn/hs.
Sinfín Elevador	Motor: 2 HP; 960 rpm. Rpm del sinfín: 960. Diámetro: 200 mm. Longitud: 3 m. Paso de la espira: cuadrática.	2 Tn/hs.
Sinfín alim. Extrusora	Motor: 2 HP; 960 rpm. Rpm del sinfín: 960. Diámetro: 200 mm. Longitud: 2 m. Paso de la espira: cuadrática.	2 Tn/hs.
Sinfín forzador	Motor: 2 HP; 960 rpm. Rpm del sinfín: 960. Diámetro: 200 mm. Longitud: 1 m. Paso de la espira: cuadrática.	2 Tn/hs.
Extrusora	Motor: 150 HP; 1500 rpm. RPM: 1000.	
Sinfín alim. Prensa 1	Motor: 2 HP; 960 rpm. Rpm del sinfín: 960. Diámetro: 100 mm. Longitud: 1 m. Paso de la espira: cuadrática.	1 Tn/hs.
Sinfín forz. Prensa 1	Motor: 2 HP; 960 rpm. Rpm del sinfín: 960. Diámetro: 100 mm. Longitud: 1 m. Paso de la espira: cuadrática.	1 Tn/hs.

Sinfín alim. Prensa 2	Motor: 2 HP; 960 rpm. Rpm del sinfín: 960. Diámetro: 100 mm. Longitud: 1 m. Paso de la espira: cuadrática.	1 Tn/hs.
Sinfín forz. Prensa 2	Motor: 2 HP; 960 rpm. Rpm del sinfín: 960. Diámetro: 100 mm. Longitud: 1 m. Paso de la espira: cuadrática.	1 Tn/hs.
Prensa 1	Motor; 50 HP; 1500 rpm. Reductor: 1500/20 rpm RPM: 20.	15 Ton/días. 65 lts/hr.
Prensa 2	Motor; 50 HP; 1500 rpm. Reductor: 1500/20 rpm RPM: 20.	15 Ton/días. 65 lts/hr.
Sinfín desc. Prensas	Motor: 2 HP; 960 rpm. Rpm del sinfín: 960. Diámetro: 200 mm. Longitud: 3 m. Paso de la espira: cuadrática.	2 Tn/hs.
Sinfín Elevador	Motor: 2 HP; 960 rpm. Rpm del sinfín: 960. Diámetro: 200 mm. Longitud: 3 m. Paso de la espira: cuadrática.	2 Tn/hs.
Enfriador		
Sinfín desc. Enfriador	Motor: 2 HP; 960 rpm. Rpm del sinfín: 960. Diámetro: 200 mm. Longitud: 4 m. Paso de la espira: cuadrática.	2 Tn/hs.
Depósito de Aceite	Ancho: 1 mts. Largo: 2 mts. Alto: 2 mts.	4.000 lts.
Bomba 1	Motor: 2 HP; 960 rpm. 960 rpm.	1.000 lts/hs.
Tanques de desgomado	Diámetro: 1 mts. Alto: 2 mts. Cono: Alto: 0,5 mts. Diámetro: 0,2 mts	1.000 lts.
Bomba 2	Motor: 2 HP; 960 rpm. 960 rpm.	1.000 lts/hs.

Ítem	Descripción	Nombre de Maquina
1	Noria	Nor 001
2	Tolva	Tol 001
3	Quebrador	Que 001
4	Sinfin "Descarga de quebrador"	Sin 001
5	Sinfin "Elevador"	Sin 002
6	Sinfin "Alimentador de extrusora"	Sin 003
7	Sinfin "Forzador de extrusora"	Sin 004
8	Extrusora	Ext 001
9	Sinfin "Alimentador de prensa 1"	Sin 005
10	Sinfin "Forzador de prensa 1"	Sin 006
11	Sinfin "Alimentador de prensa 2"	Sin 007
12	Sinfin "Forzador de prensa 2"	Sin 008
13	Prensa 1	Pre 001
14	Prensa 2	Pre 002
15	Sinfin "Descarga de prensas"	Sin 009
16	Sinfin "Elevador"	Sin 010
17	Enfriador	Enf 001
18	Sinfin "Descarga de enfriador"	Sin 011
19	Sinfin "Transporte al deposito"	Sin 012
20	Deposito de aceite	Dep 001
21	Bomba	Bom 001
22	Tanque "Desgomado"	Tan 001
23	Bomba	Bom 002
24	Tanque "Deposito"	Tan 002
25	Tableros Eléctricos	Tab 001
26	Instalación eléctrica	Ins 001

3.3. Capacidad de la Planta instalada y Demanda Potencial.

De la primera evaluación surge el impacto que la producción de la planta es de 22tn diarias, ya que la extrusora y las prensas pueden procesar como máximo 30tn de grano; el resto de las maquinas instaladas tienen una capacidad máxima de 44tn, por lo que concluimos que instalando una nueva extrusora y una nueva prensa, permitimos la optimización del resto de las máquinas y aumentamos la producción diaria de grano a 44tn.

En cuanto a la demanda, en el mercado interno como externo es de carácter creciente.

Con respecto al Sub-producto Sólido que es el Expeller de Soja, prácticamente no habría stock acumulado en los silos, ya que son muchos y diversos los clientes que requieren del mismo y se podría estar produciendo a la Capacidad Total de la Planta.

4. Justificación de las mejoras.

Para aumentar la producción; un camino a seguir sería el cambiar la actual extrusora por una que pueda procesar el doble de grano, pero esto sería un despropósito ya que conviene tanto desde el sentido económico como desde la eficiencia de la planta; el agregado de una extrusora nueva de igual capacidad; manteniendo la maquina actual; es decir, construir una nueva línea de producción.

Lo mismo sucede con las prensas, agregando una prensa nueva logramos el mismo efecto, ganancia tanto económica como de eficiencia de trabajo.

El rédito adicional es que ante una merma en la venta de los productos se puede bajar la producción de la planta a la mitad deteniendo una de las líneas de producción; y ante la rotura de alguna maquina la producción de la planta no se detiene, ya que al existir dos líneas una puede seguir produciendo.

Por estas justificaciones optamos por centrar las mejoras al diseño de una nueva línea de producción, que incluye extrusora, prensa, sinfines y estructura; como así también los cálculos eléctricos necesarios para la instalación.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

PLANTA PROCESADORA DE ACEITE DE SOJA

CAPÍTULO 2

2.1 Selección de Maquinas.

En el capítulo anterior se eligió la opción de agregar una segunda línea de producción, en el presente capítulo detallaremos las maquinas necesarias para armar una dicha línea.

Las maquinas necesarias son:

- I. Extrusora
- II. Prensa
- III. Sinfín alimentadores

Sinfín “Alimentador de extrusora”

Es el encargado de transportar el producto molido, salido de los quebradores, a la extrusora.

Características técnicas:

- Motor: 2 HP; 960 rpm
- Rpm del sinfín: 960.
- Diámetro: 200mm.
- Longitud: 3 m.
- Paso de la espira: cuadrática.
- Capacidad: $2 \text{ Ton}/\text{hs}$

Sinfín “Forzador de extrusora”

Es el encargado de introducir el producto molido, salido de los quebradores, a la extrusora.

Características técnicas:

- Motor: 2 HP; 960 rpm
- Rpm del sinfín: 960.
- Diámetro: 100mm.
- Longitud: 1 m.
- Paso de la espira: cuadrática.
- Capacidad: 2 Ton/hs

Selección de extrusora:

Detallamos a continuación una breve descripción del funcionamiento de una extrusora y detallaremos las características técnicas que debe cumplir la misma.

La Extrusora desmenuza y calienta el grano molido por fricción a través de un sistema de tornillos y frenos de cizallamiento internos, sin elementos de calentamiento externo comprime, haciendo que la temperatura del grano llegue a unos 120 °C, y es también sometida a una presión interna cercana a las 40 atmósferas. La soja extrusada obtenida, sale por un orificio al exterior, en forma de chorro, donde pasa a presión atmosférica súbitamente, produciendo la evaporación del agua, reduciendo la humedad (4-6 %) a valores ideales para la extracción de aceite y la desactivación de los factores anti nutricionales de la soja. Esta súbita descompresión produce también la rotura de las celdas que contienen el aceite.

El comando de la extrusora es por un motor de 150 HP, en el cual su transmisión es por medio de 3 correas en "V".

Características técnicas:

- Motor: 150 HP; 1500 rpm
- rpm: 1000.
- Capacidad: 24 $Tn/día$

Con estos requerimientos seleccionamos la siguiente extrusora:

Marca Bronto

Ficha Técnica.

Modelo: E-1000

Productividad: 1000 kg/h

Potencia: 92.5 Kw

Largo: 2500mm

Ancho: 2600mm

Sinfin "Alimentador de prensa 3"

Es el encargado de alimentar la *Prensa 3* con el producto salido de la *Extrusora*.

Características técnicas:

- Motor: 2 HP; 960 rpm
- Rpm del sinfín: 960.
- Diámetro: 100mm.
- Longitud: 1 m.
- Paso de la espira: cuadrática.
- Capacidad: 1 Ton/hs

Sinfin "Forzador de prensa 3"

Es el encargado de introducir el producto extrusado, salido de la *Extrusora*, a la *Prensa 3*.

Características técnicas:

- Motor: 2 HP; 960 rpm
- Rpm del sinfín: 960.
- Diámetro: 100mm.
- Longitud: 1 m.
- Paso de la espira: cuadrática.
- Capacidad: 1 Ton/hs

Selección de Prensa:

Detallamos a continuación una breve descripción del funcionamiento de una prensa y detallaremos las características técnicas que debe cumplir la misma.

Una vez extrusada la soja, se introduce en prensas de tornillo continuas para separar el aceite crudo del expeller.

El trabajo del prensado lo realiza un sinfín que está compuesto por una sucesión de tornillos de distinto formato, que empujan el material dentro de la cámara o jaula de prensado. El paso del tornillo y la profundidad de la espiral se van reduciendo, por lo que el volumen disponible en la cámara se reduce, y el material es sometido a altísima presión, lo que, acompañado por el roce contra la pared interior serrada de los discos, produce la extracción del aceite.

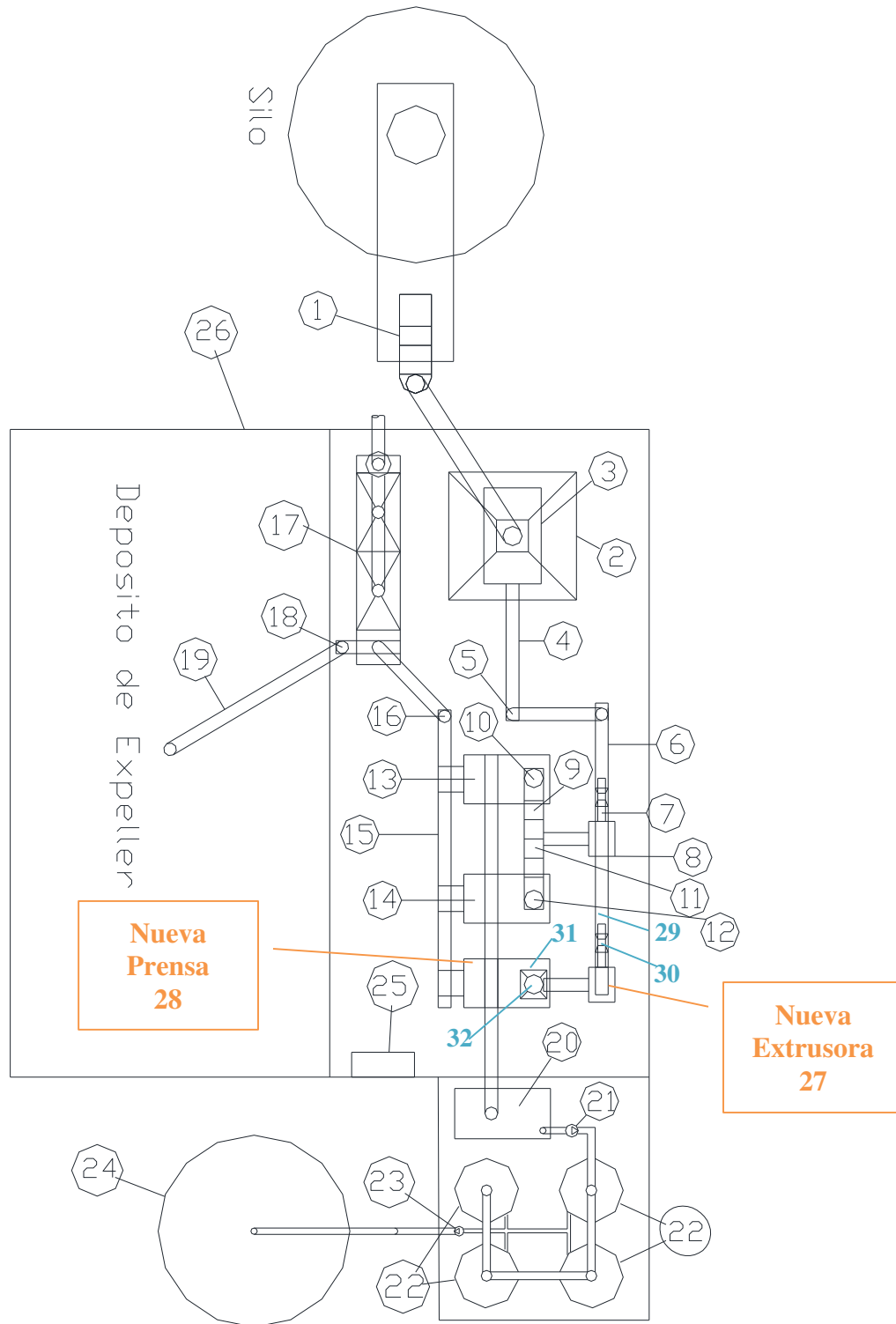
Características técnicas:

- Motor: 100 HP; 1500 rpm
- Reductor: 1500 rpm/20 rpm.
- rpm: 20.
- Capacidad:
 - $20 Tn/día$.
 - $100 lbs/hr$.

Seleccionamos la siguiente prensa: Marca Gx modelo 130

ITEM N°	ITEMS	PARÁMETROS
1	Dimensiones	2010 X 800 X 1350mm
2	Peso	820Kg
3	Potencia de Motor	75 Kw / (960r/min)
4	Rueda Triangular de Polea de Motor	Tipo B 4 X 200
5	Rueda Triangular de Polea de Motor	Tipo B 4 X 500
6	Veloc. Rotacional Eje Molienda	25 r/min
7	Polea triangular del alimentador	A2413
8	Capacidad de Producción	15-20 T/24hrs*

2.2 Nuevo Layout con las maquinas nuevas.



Ítem	Descripción	Nombre de Maquina
1	Noria	Nor 001
2	Tolva	Tol 001
3	Quebrador	Que 001
4	Sinfin "Descarga de quebrador"	Sin 001
5	Sinfin "Elevador"	Sin 002
6	Sinfin "Alimentador de extrusora"	Sin 003
7	Sinfin "Forzador de extrusora"	Sin 004
8	Extrusora	Ext 001
9	Sinfin "Alimentador de prensa 1"	Sin 005
10	Sinfin "Forzador de prensa 1"	Sin 006
11	Sinfin "Alimentador de prensa 2"	Sin 007
12	Sinfin "Forzador de prensa 2"	Sin 008
13	Prensa 1	Pre 001
14	Prensa 2	Pre 002
15	Sinfin "Descarga de prensas"	Sin 009
16	Sinfin "Elevador"	Sin 010
17	Enfriador	Enf 001
18	Sinfin "Descarga de enfriador"	Sin 011
19	Sinfin "Transporte al deposito"	Sin 012
20	Deposito de aceite	Dep 001
21	Bomba	Bom 001
22	Tanque "Desgomado"	Tan 001
23	Bomba	Bom 002
24	Tanque "Deposito"	Tan 002
25	Tableros Eléctricos	Tab 001
26	Instalación eléctrica	Ins 001
27	Nueva Extrusora	Ext 002
28	Nueva Prensa	Pre 003
29	Sinfin "Alimentador de extrusora 2"	Sin 013
30	Sinfin "Forzador de extrusora 2"	Sin 014
31	Sinfin "Alimentador de prensa 3"	Sin 015
32	Sinfin "Forzador de prensa 3"	Sin 016

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

PLANTA PROCESADORA DE ACEITE DE SOJA

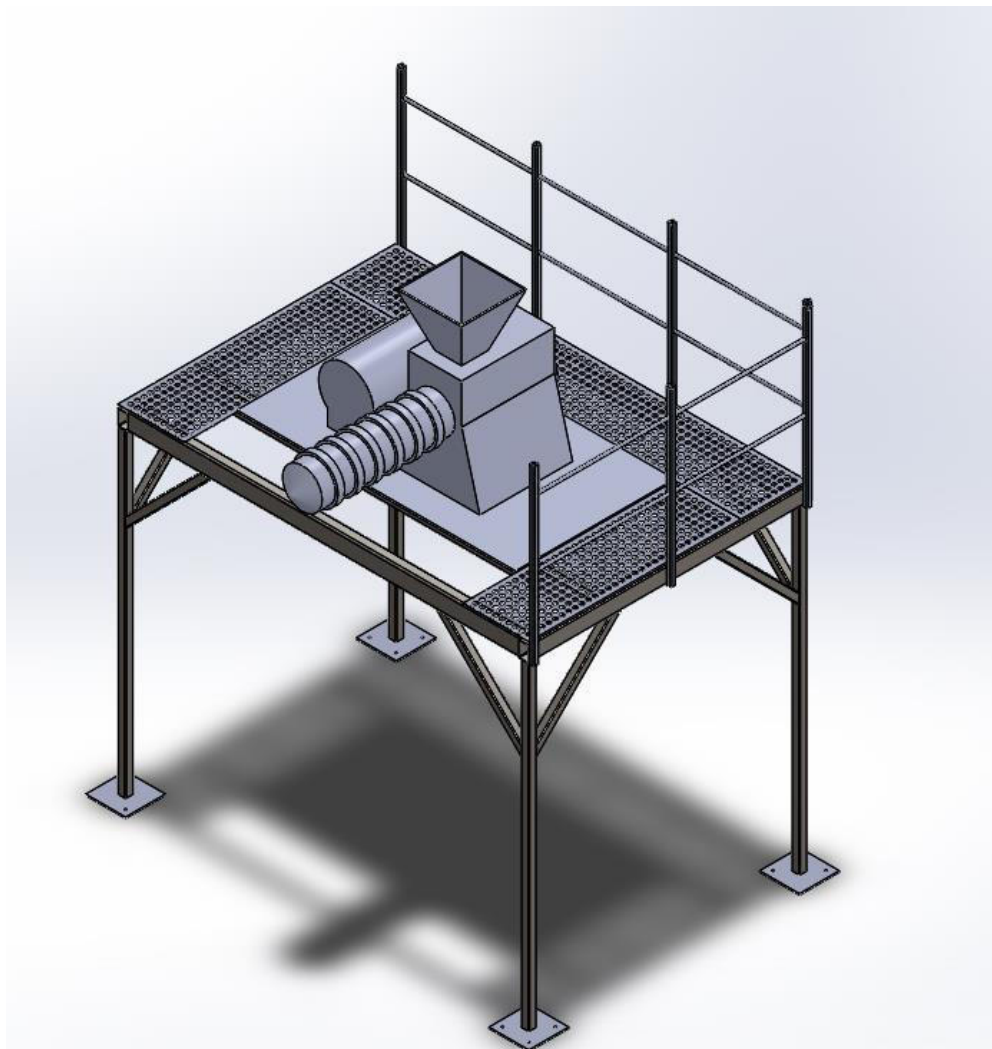
CAPÍTULO 3

CÁLCULOS MECÁNICOS

3.1 CALCULO DE ESTRUCTURA:

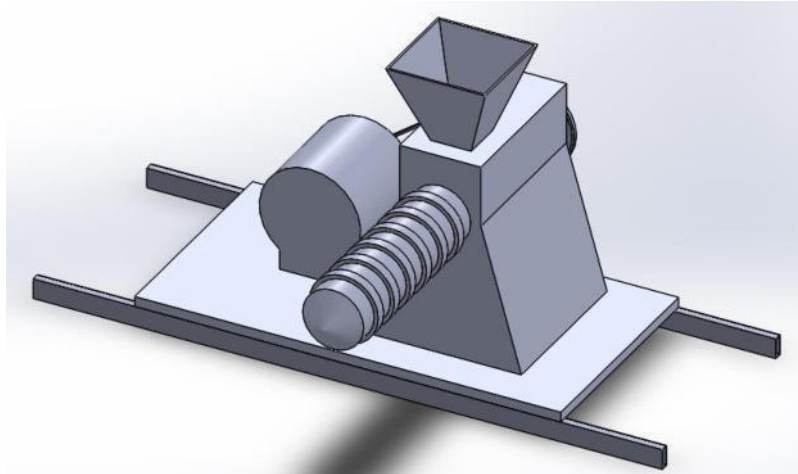
Como hemos mencionado anteriormente, vamos a diseñar y calcular la estructura para soportar la extrusora de 2.500 kg y le sumaremos unos 500 kg, que suponemos el peso de dos operarios y de equipos que estén utilizando para realizar trabajos.

Además, agregaremos unos esfuerzos horizontales que puede llegar afectar la estructura por el viento.

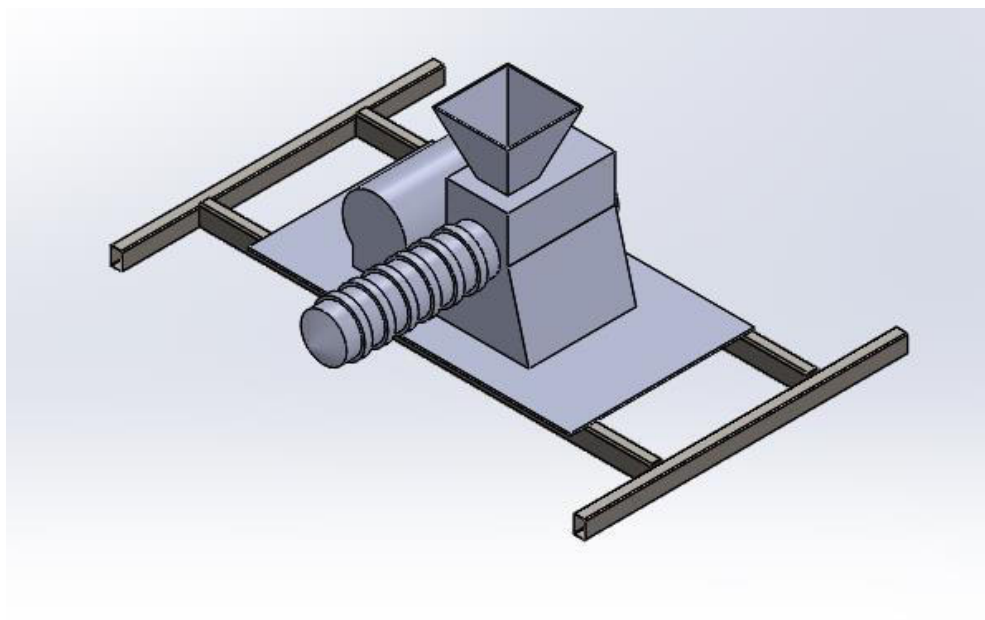


A continuación, vamos a desarrollar el diseño de la estructura para dicho fin, más adelante vamos a ir calculando los perfiles utilizados. Para esto, el peso total, 3.000

kg, será soportado por los dos perfiles horizontales, los cuales los llamaremos *perfiles de piso*, donde cada uno de ellos soportará 1.500 kg.

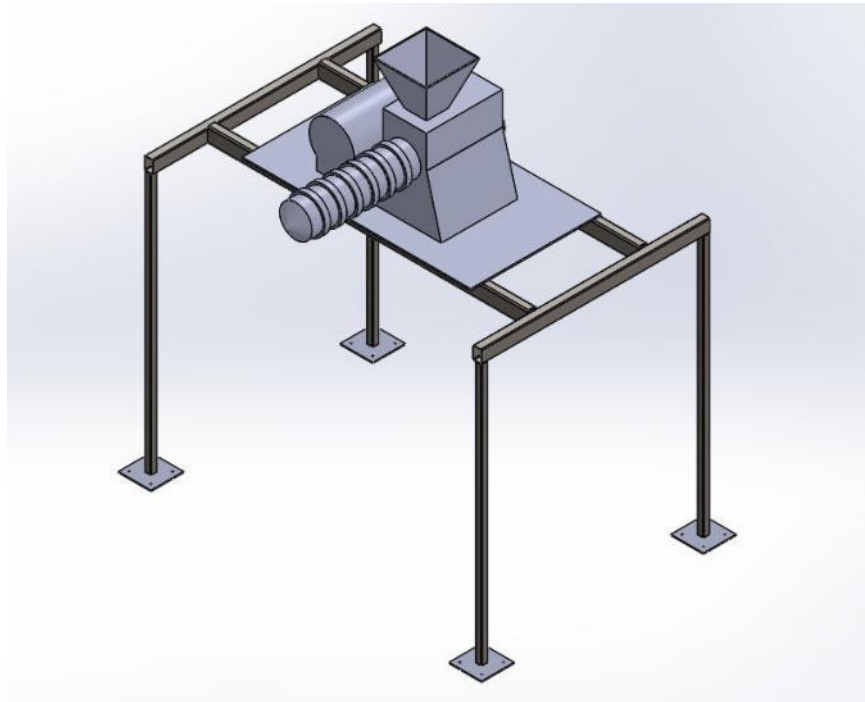


Estos dos perfiles de piso, en ambos extremos están unidos a un perfil horizontal, donde lo llamaremos *perfil transversal* transmitiendo el peso. En dichos extremos, la unión de los perfiles estará soldada.



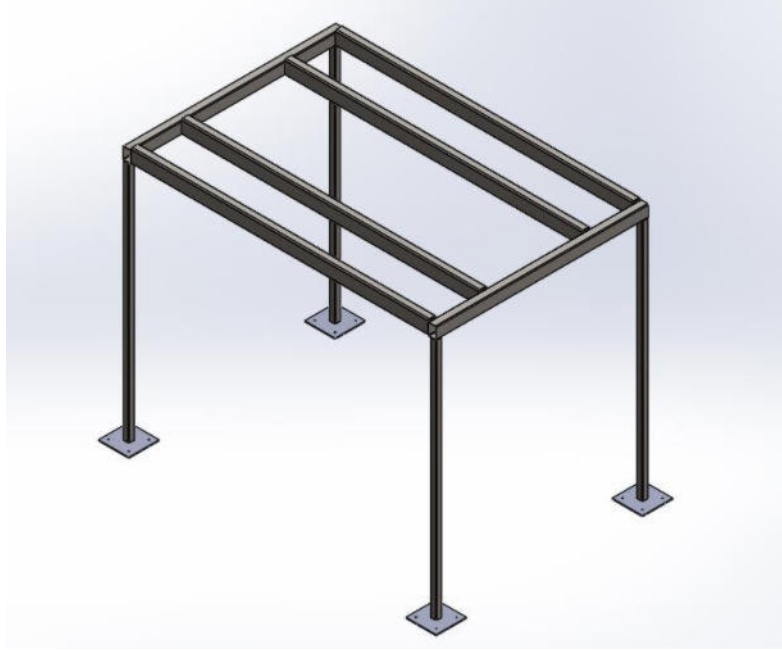
De cada extremo de los perfiles transversales, vamos a soldar 4 perfiles verticales, que van a ser las patas de la estructura, las mismas van a sostener cada una la cuarta

parte del peso del total de la estructura, las mismas van a tener soldadas una planchuela en la punta inferior, las mismas irán atornilladas al piso de la planta.

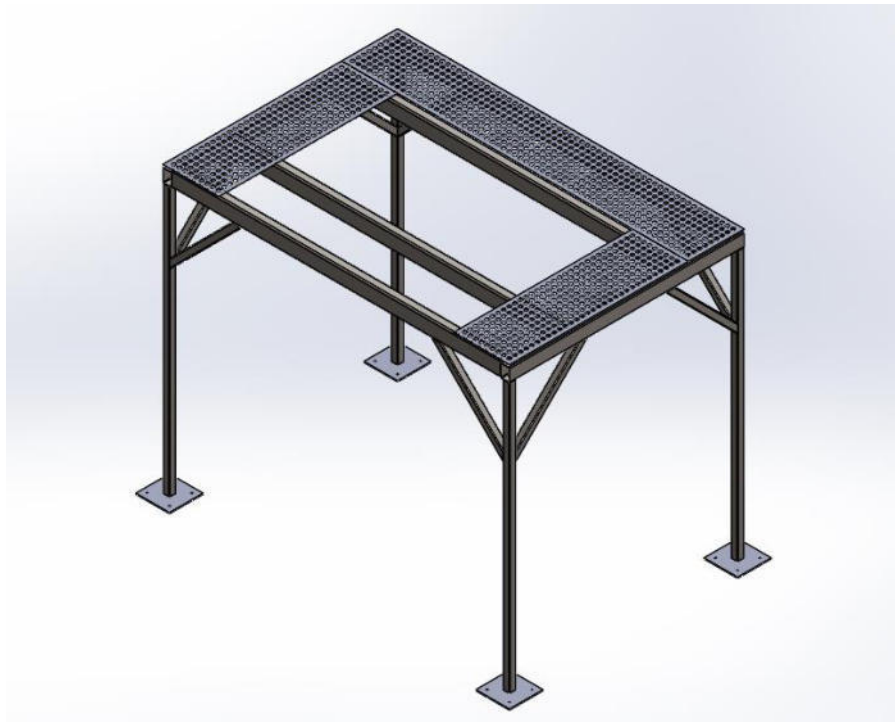


Todos los perfiles mencionados, son la estructura principal, que es la encargada de soportar el peso, a continuación, vamos agregar algunos detalles para darle más seguridad y rigidez a la estructura principal.

Vamos a agregar dos perfiles horizontales, ubicados en los extremos de los perfiles transversales; en la misma altura de los perfiles de piso, con la finalidad de darle mayor rigidez a la estructura, por una parte; y por la otra para servir de soporte para soldar nervios entre él y el perfil de patas.



Para proporcionar un buen camino de desplazamiento a los operarios se soldarán placas de chapa perforada según lo determina la figura siguiente.

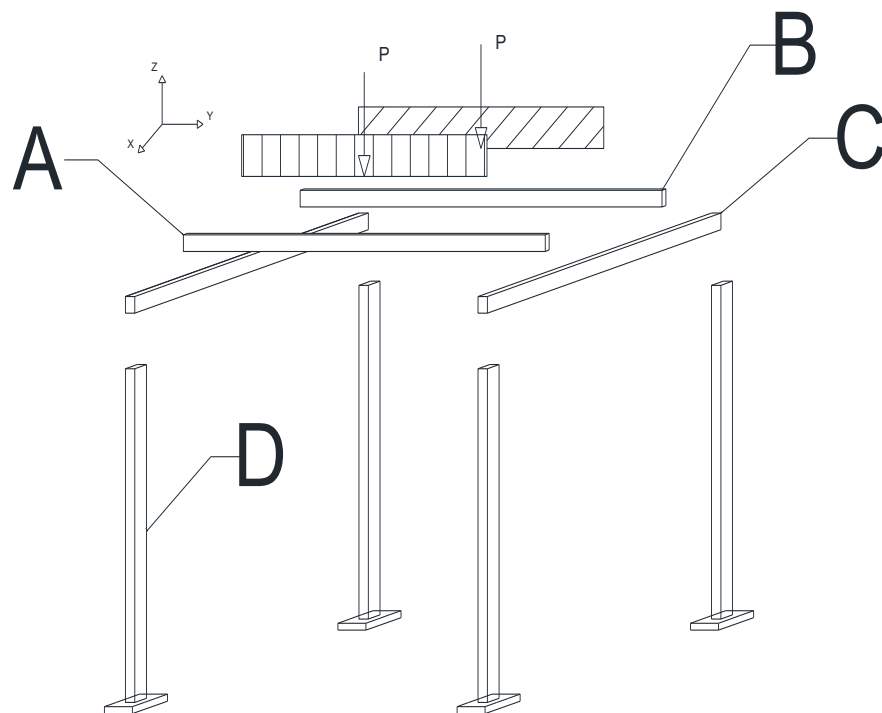


También le pondremos unas barandas para protección de seguridad del operario, para esto, usaremos una baranda trasera y una baranda lateral, del lado derecho. En el lateral izquierdo, no le vamos a colocar ninguna baranda de protección, porque estará la estructura de la extrusora ya instalada en la línea de producción.



Para empezar los cálculos de los perfiles dibujaremos el diagrama de cuerpo libre de la estructura, de manera mostrar gráficamente el peso ejercido por la extrusora; y como denominaremos a cada perfil.

Determinemos el DCL:



Dónde:

- P: Peso sobre perfil de soporte de piso.
- A: Perfil de soporte de piso.
- B: Perfil de soporte de piso.
- C: Perfil transversales.
- D: Perfiles Verticales (Patatas).

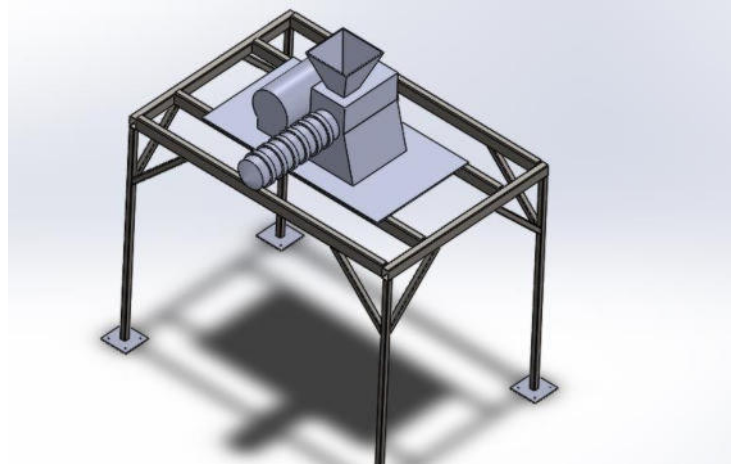
3.2 Cálculos de los Esfuerzos.

Introducción: nuestra estructura en teoría es un sistema hiperestático, lo cual dificulta el cálculo teórico de los esfuerzos, para una simplificación de los mismos vamos a calcular perfil por perfil, de manera que el cálculo de los esfuerzos de estos perfiles individuales se convierta en un sistema isostático, lo que facilita la resolución numérica del ejercicio.

Luego diseñando cada perfil en Solidworks, haremos el correspondiente estudio estático de los mismos, obtendremos el valor analítico de los esfuerzos y haremos la comparación con los cálculos manuales determinados primeramente.

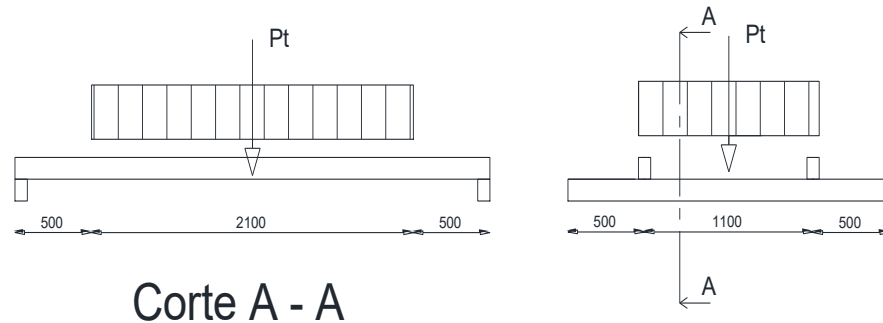
Para finalizar dibujaremos la estructura completa en 3D utilizando los perfiles seleccionados que verifican los cálculos manuales; con la ayuda de Solidworks, ejecutaremos un nuevo estudio estático y esta vez hallaremos los valores correspondientes a un sistema Hiperestático, ya que el software permite calcular estos sistemas complejos; y nuevamente haremos una comparación de valores y hallaremos una conclusión final.

- Primero determinamos los esfuerzos que tienen que soportar los perfiles.



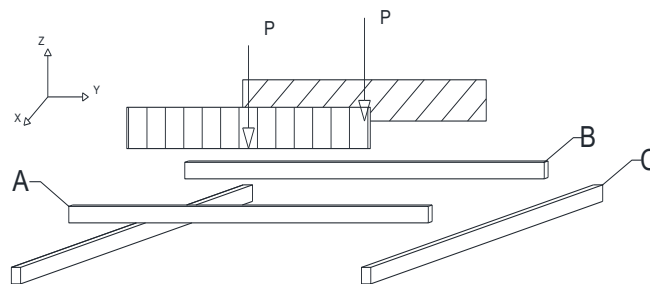
Como vemos en la imagen, el peso de la extrusora es soportado por 2 perfiles.

Lo primero que vamos a hacer es el DCL de la máquina.



Corte A - A

Determinemos las dos fuerzas que reaccionan sobre los dos perfiles (perfil A y B):



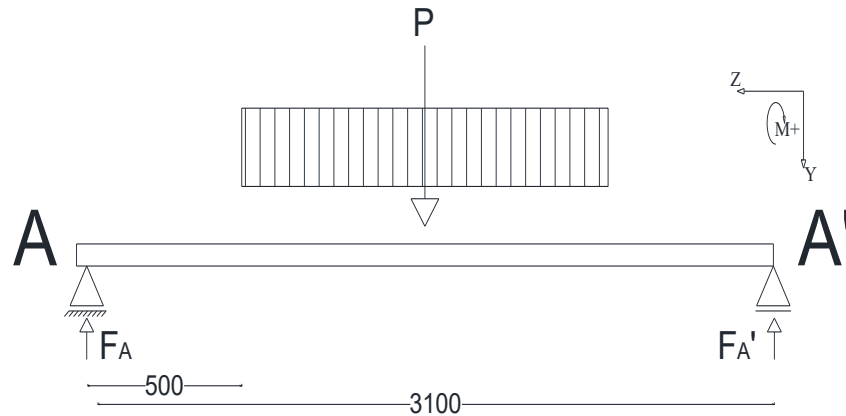
Suponemos que las dos reacciones en perfil A y B, son iguales, lo cual valen:

$$P = \frac{Pt}{2} = \frac{\text{Peso de maquina} + \text{Peso extra}}{2} = \frac{2.500\text{kg} + 500\text{kg}}{2}$$

$$\underline{P = 1.500\text{kg}}$$

3.3 Perfiles del piso de la estructura.

Determinamos los esfuerzos del perfil A de piso:



$$\sum Fy = P - F_A - F'_A = 0 \quad (1)$$

$$\sum M^A = P \times 1.550\text{mm} - F'_A \times 3.100\text{mm} = 0 \quad (2)$$

De (2) calculamos:

$$F'_A = \frac{P \times 1.550\text{mm}}{3.100\text{mm}} = \frac{1.500\text{Kg} \times 1.550\text{mm}}{3.100\text{mm}}$$

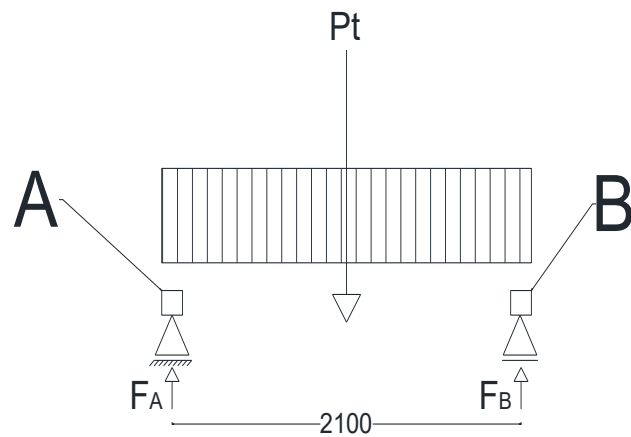
$$\underline{F'_A = 750\text{Kg}}$$

De (1) calculamos:

$$F_A = P - F'_A = 1.500\text{Kg} - 750\text{Kg}$$

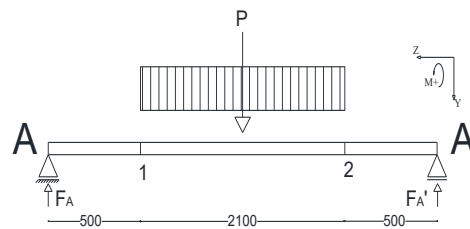
$$\underline{F_A = 750\text{Kg}}$$

A continuación, calculamos los esfuerzos para el perfil B; Como el peso se divide en dos perfiles A y B, la fuerza ejercida por el peso se distribuye de manera proporcional, por lo tanto, los esfuerzos van a ser los mismos que los calculados para el perfil anterior.



$$\underline{F_A = F'_A = F_B = F'_B = 750 \text{ Kg}}$$

3.3.1 Determinemos los esfuerzos de corte y momento:

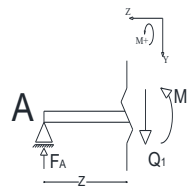


Primero determinemos la carga uniforme:

$$P = q \times l \rightarrow q = \frac{P}{l} = \frac{1.500 \text{ kg}}{2100 \text{ mm}} = \frac{5}{7} \text{ kg/mm}$$

A continuación vamos a ir calculando los cortes y momentos de cada tramo:

- Para A a 1, el tramo va de 0 a 500 mm.



El corte vale:

$$\sum Fy = -F_A = Q_1$$

$$Q_1 = -F_A = -750 \text{ kg}$$

El tramo A a 1 es una gráfica constante y vale -750 kg.

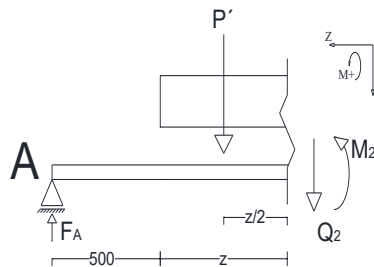
El momento vale:

$$\sum M = -F_A \times z = M_1$$

$$M_1 = -750 \cdot z \begin{cases} z = 0 \rightarrow M_1 = 0 \\ z = 500 \text{ mm} \rightarrow M_1 = -375.000 \text{ kg} \cdot \text{mm} \end{cases}$$

El tramo A a 1 es lineal

- Para 1 a 2, el tramo va de 500 a 2600, donde z va de 0 a 2100.



$$\sum Fy = -F_A + \frac{5}{7} \cdot z = Q_2 \quad \text{donde: } P' = q \times l = \frac{5}{7} \times z$$

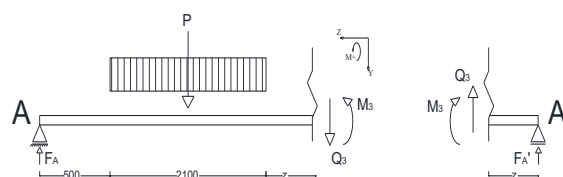
$$Q_2 = \frac{5}{7} \cdot z - F_A = \frac{5}{7} \cdot z - 750 \begin{cases} z = 0 \rightarrow Q_2 = -750 \text{ kg} \\ z = 2.100 \text{ mm} \rightarrow Q_2 = 750 \text{ kg} \end{cases}$$

$$\sum M = -F_A \times (500 + z) + \frac{5}{7} \cdot z \times \frac{z}{2} = M_2$$

$$M_2 = \frac{5}{14} \cdot z^2 - F_A \cdot z - F_A \times 500$$

$$M_2 = \frac{5}{14} \cdot z^2 - 750 \cdot z - 375.000 \begin{cases} z = 0 \rightarrow M_2 = -375.000 \text{ kg} \cdot \text{mm} \\ z = 2.100 \text{ mm} \rightarrow M_2 = -375.000 \text{ kg} \cdot \text{mm} \end{cases}$$

- Para 2 a A', el tramo va de 2600 a 3100, donde z va de 0 a 500.



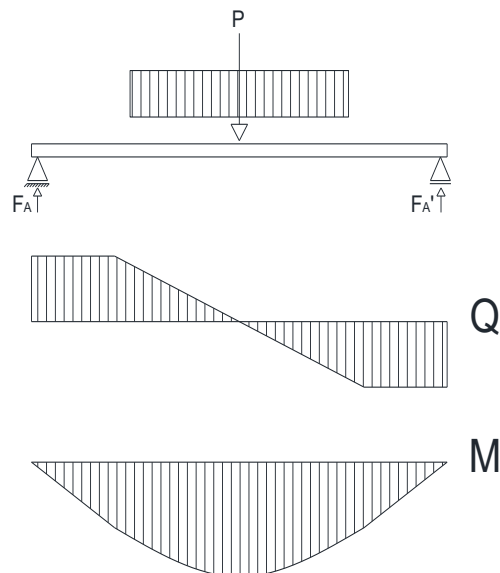
$$\sum Fy = -F_A = -Q_3$$

$$Q_3 = F_A = 750 \text{ kg}$$

$$\sum M = F_A \times z = -M_3$$

$$M_3 = -750 \cdot z \begin{cases} z = 0 \rightarrow M_3 = 0 \\ z = 500 \text{ mm} \rightarrow M_3 = -375.000 \text{ kg} \cdot \text{mm} \end{cases}$$

3.3.2 Diagramas de CORTE y MOMENTO.



- Determinemos el momento máximo.

El momento máximo es cuando el corte es $Q = 0$, del diagrama vemos que esto ocurre en el tramo 1-2.

$$Q_2 = \frac{5}{7} \cdot z - 750 = 0$$

Despejando:

$$z = 750 \times \frac{7}{5}$$

$$z = \underline{1.050 \text{ mm}}$$

El momento máximo vale:

$$M_2 = \frac{5}{14} \cdot z^2 - 750 \cdot z - 375.000$$

Reemplazando por $z = 1.050$ mm.

$$M_{max} = \frac{5}{14} \cdot (1.050)^2 - 750 \cdot 1.050 - 375.000$$

$$\underline{M_{max} = 768.750 \text{ kg} \cdot \text{mm}}$$

3.3.3 Selección de Perfil:

Para determinar la sección vamos a utilizar la fórmula:

$$\sigma = \frac{M}{W} \rightarrow W = \frac{M}{\sigma}$$

Calculamos la tensión admisible:

Para acero F-24: $\sigma_f = 2.400 \text{ kg/cm}^2$

Entonces la tensión admisible es:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_f}{n_1 \times n_2} = \frac{2.400 \text{ kg/cm}^2}{1,75 \times 1,5} = \underline{914,29 \text{ Kg/cm}^2};$$

Dónde:

η_1 : Coeficiente de seguridad = 1,75.

η_2 : Coeficiente de arranque en frío o fatiga = 1,5;

Entonces:

$$\sigma_{adm} = \frac{M}{W} \rightarrow W = \frac{M}{\sigma_{adm}} = \frac{76.875 \text{ Kgcm}}{914,29 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\underline{W = 84,082 \text{ cm}^3}$$

Adoptamos:

➤ Perfil Rectangular: 80 x 140

- B: 100 mm;
- H: 140 mm;

- e: 6,35 mm;
- Wx: 88,973 cm³;
- Wy: 64,505 cm³;
- A: 25,289 cm²;

Recalculamos:

$$\sigma_T = \frac{M}{W_z} = \frac{76.875 \text{ Kgcm}}{88,973 \text{ cm}^3}$$

$$\sigma_T = 864,026 \text{ Kg/cm}^2$$

Verificamos:

$$\sigma_{adm} > \sigma_T$$

$$\underline{914,29 \text{ kg/cm}^2 > 864,026 \text{ kg/cm}^2}$$

Verificamos al corte:

$$\text{Tesion admisible de corte } \tau_{adm} \geq \frac{F}{A}$$

En el caso de aceros comunes la tensión admisible de corte se toma aprox igual a:

$$\tau_{adm} = 0.8 \text{ a } 0.9 \cdot \sigma_{adm}$$

$$\tau_{adm} = 0.8 \times \sigma_{adm} = 0.8 \times 914,29 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 731,43 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Nuestra Tt vale } \tau_t = \frac{F}{A} = \frac{750 \text{ kg}}{25,289 \text{ cm}^2} = 29,657 \text{ kg/cm}^2$$

Verificamos:

$$\tau_{adm} \geq \tau_t$$

$$731,43 \text{ kg/cm}^2 > 29,657 \text{ kg/cm}^2$$

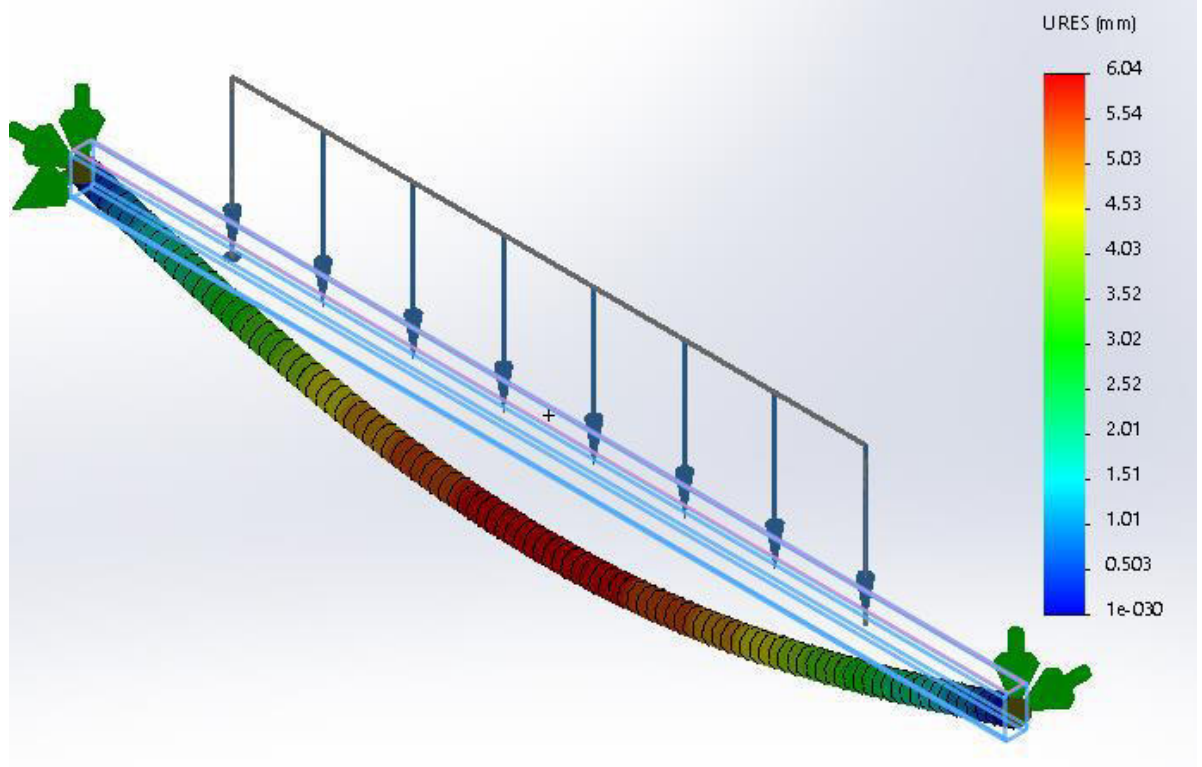
Vemos que para nuestro calculo; la verificación al corte es mucho menor que la tensión admisible; y se podría utilizar un perfil de sección mucho menor, pero que al momento no verificaría, por esto utilizaremos solo la verificación al momento.

3.3.4 Verificamos con SolidWorks:

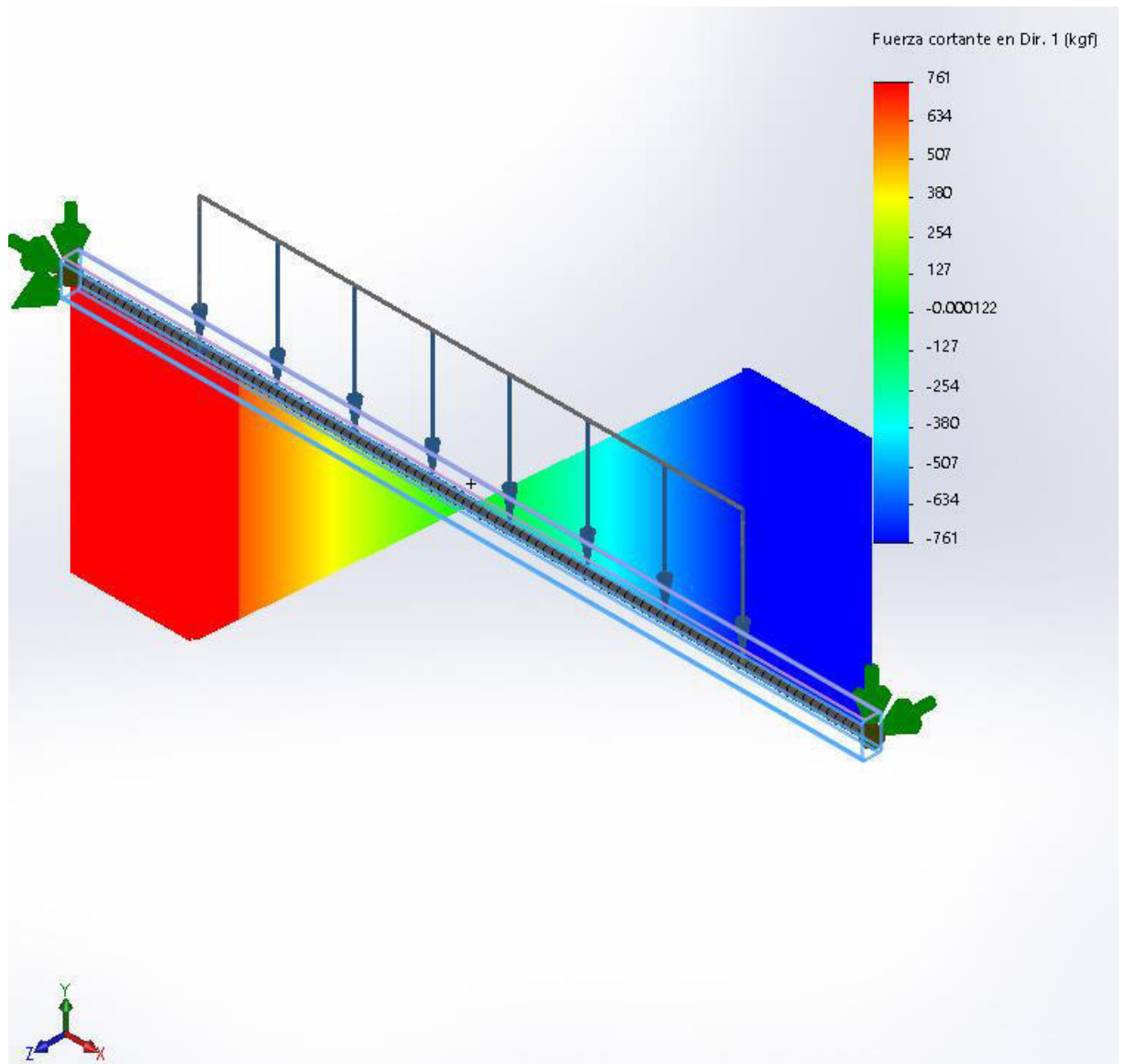
Utilizando el software solidworks, dibujamos el perfil y simulamos el efecto de la carga sobre el mismo, verificando los cálculos de esfuerzo de corte y momento. Realizamos el análisis estático y se obtienen los siguientes resultados. Detallamos sobre la viga las direcciones que el software considera para los esfuerzos que dibuja, Corte sobre Eje Y, y Momento sobre Eje Z.

Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Predeterminado < Como mecanizada > -)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 51.3385

Gráfico de desplazamiento

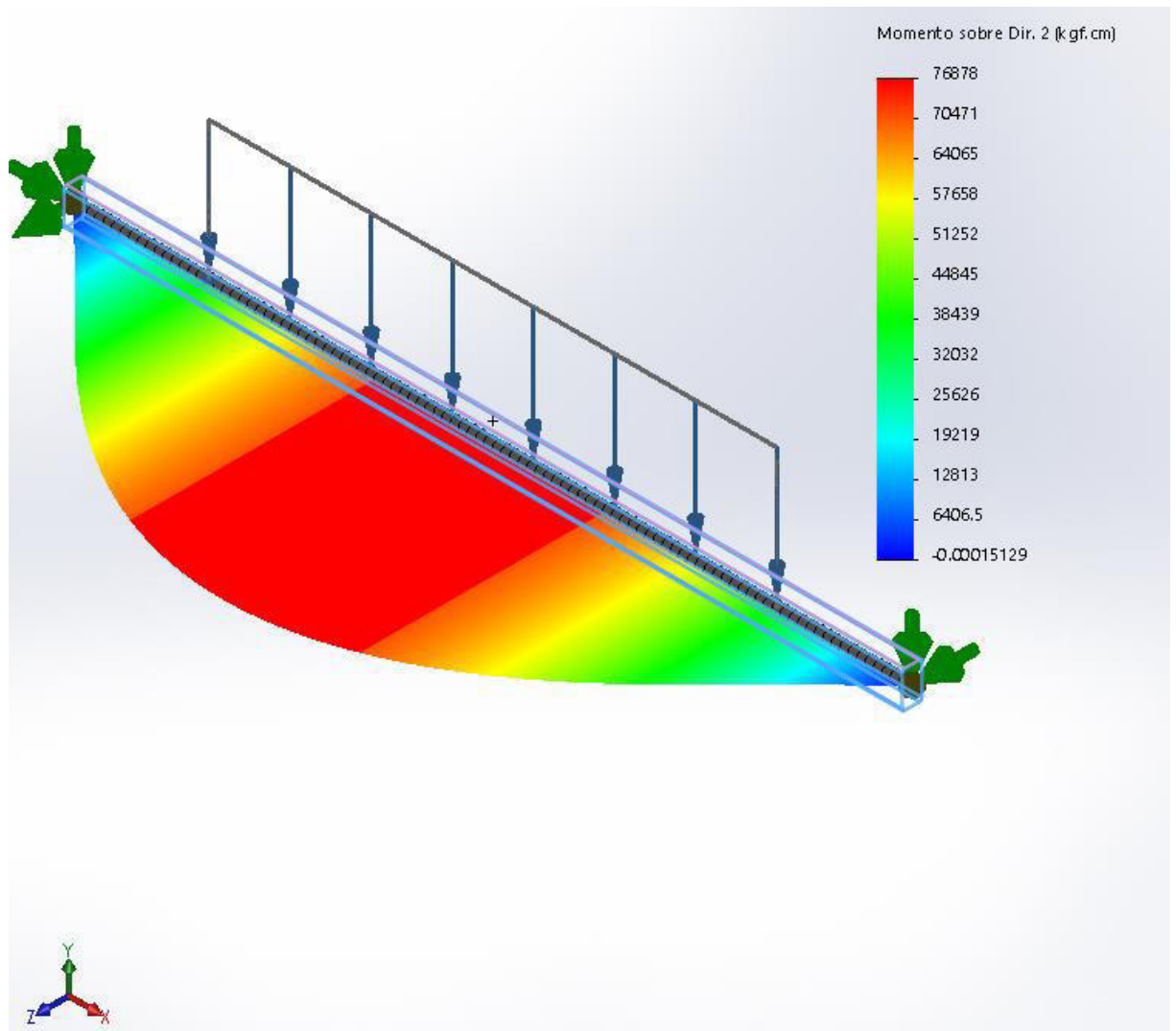


- Esfuerzo de Corte:



El valor calculado analíticamente del esfuerzo de Corte Q es 750 kgf de valor max positivo y de -750 kgf de valor max neg. Como se puede observar en el grafico obtenido por la simulación del software; la curva es igual a la graficada analíticamente y los valores obtenidos con el soft son de 761 kgf, hay una pequeña diferencia con el cálculo analítico.

- Momento:



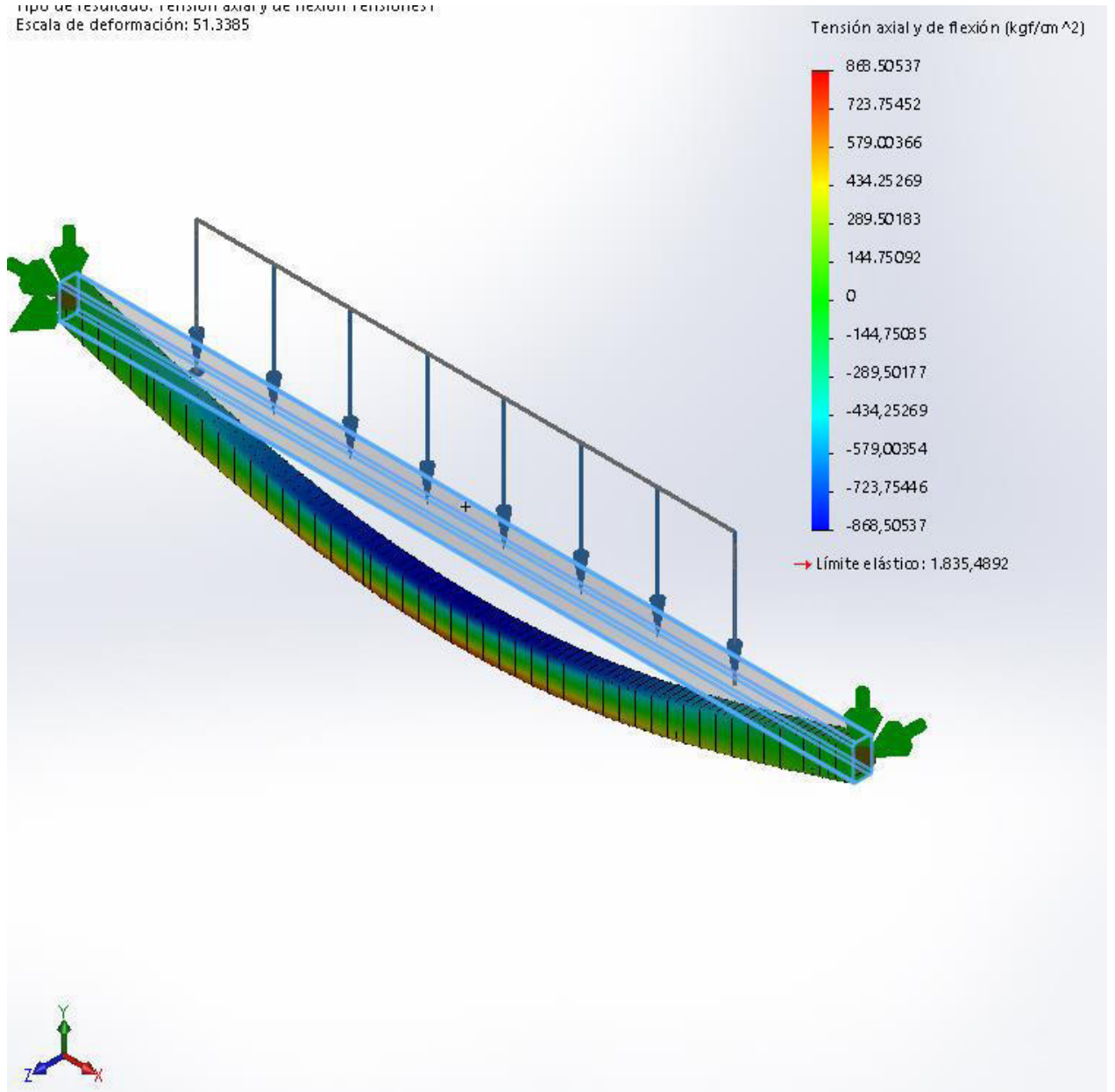
EL valor calculado analíticamente del Momento M es 76875 kgcm de valor max. Como se puede observar en el grafico obtenido por la simulación del software; la curva es igual a la graficada analíticamente y el valor del momento obtenido con el software da 76878 kgcm, prácticamente coincide con el cálculo analítico.

- Valor de tensión σ de trabajo.

El valor obtenido de la simulación para σ_t vale 868,5 kgf/cm².

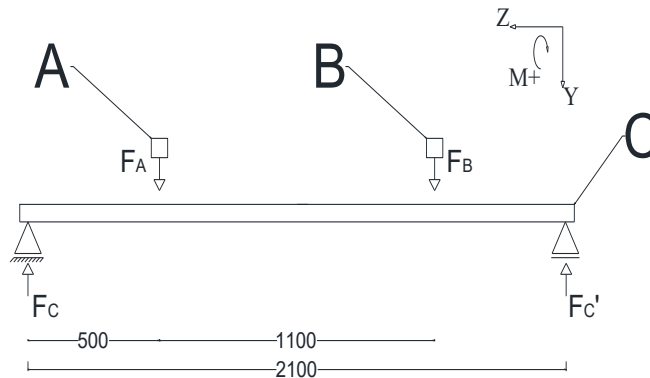
Como vemos el valor obtenido analíticamente es de 864 kgf/cm², prácticamente el mismo valor obtenido en la simulación de solidworks.

tipo de resultado: tensión axial y de flexión (tensiones)
Escala de deformación: 51.3385



3.4 Perfiles Transversales de la estructura.

Calculemos la viga transversal que soporta las vigas del piso.



La fuerza que tiene que soportar vale:

3.4.1 Determinemos los esfuerzos de corte y momento:

Determinemos los esfuerzos:

$$\sum F_y = F_A + F_B - F_C - F'_C = 0 \quad (1)$$

$$\sum M^C = F_A \times 500\text{mm} + F_B \times 1.600\text{mm} - F'_C \times 2.100\text{mm} = 0 \quad (2)$$

De (2) calculamos:

$$F'_C = \frac{F_A \times 500\text{mm} + F_B \times 1.600\text{mm}}{2.100\text{mm}}$$

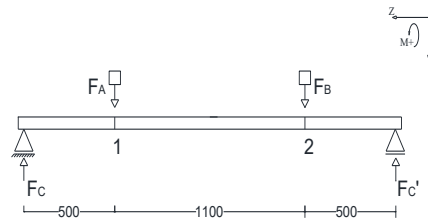
$$F'_C = \frac{750\text{Kg} \times 500\text{mm} + 750\text{kg} \times 1.600\text{mm}}{2.100\text{mm}}$$

$$\underline{F'_C = 750\text{Kg}}$$

De (1) calculamos:

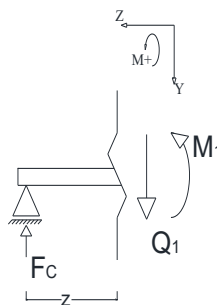
$$F_C = F_A + F_B - F'_C = 750\text{kg} + 750\text{kg} - 750\text{Kg};$$

$$\underline{F_C = 750\text{Kg}}$$

3.4.2 Diagramas de CORTE y MOMENTO.

A continuación vamos a ir calculando los cortes y momentos de cada tramo:

- Para C a 1, el tramo va de 0 a 500 mm.



El corte vale:

$$\sum Fy = -F_C = Q_1$$

$$Q_1 = -F_C = -750 \text{ kg}$$

El tramo C a 1 es una gráfica constante y vale -750 kg.

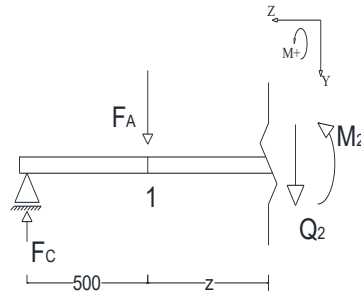
El momento vale:

$$\sum M = -F_C \times z = M_1$$

$$M_1 = -750 \cdot z \begin{cases} z = 0 \rightarrow M_1 = 0 \\ z = 500 \text{ mm} \rightarrow M_1 = -375.000 \text{ kg} \cdot \text{mm} \end{cases}$$

El tramo C a 1 es lineal

- Para 1 a 2, el tramo va de 500 a 1600, donde \$z\$ va de 0 a 1100.



$$\sum F_y = -F_C + F_A = Q_2$$

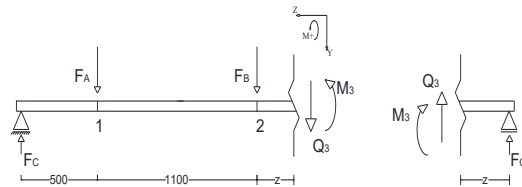
$$Q_2 = 750 - 750 = 0 \quad \begin{cases} z = 0 \rightarrow Q_2 = 0 \\ z = 1.100 \text{ mm} \rightarrow Q_2 = 0 \end{cases}$$

$$\sum M = -F_C \times (500 + z) + F_A \times z = M_2$$

$$M_2 = (F_A - F_C) \cdot z - F_C \times 500 = (750 - 750) \cdot z - 750 \times 500$$

$$M_2 = -375.000 \text{ kg} \cdot \text{mm} \quad \begin{cases} z = 0 \rightarrow M_2 = -375.000 \text{ kg} \cdot \text{mm} \\ z = 1.100 \text{ mm} \rightarrow M_2 = -375.000 \text{ kg} \cdot \text{mm} \end{cases}$$

- Para 2 a A', el tramo va de 1.600 a 2.100, donde z va de 0 a 500.

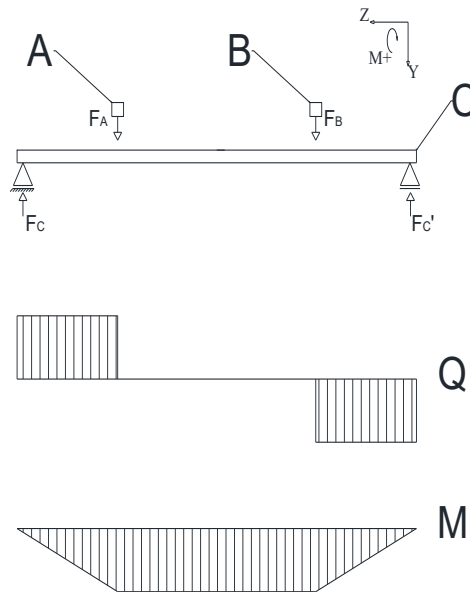


$$\sum F_y = -F_C = -Q_3$$

$$Q_3 = F_C = 750 \text{ kg}$$

$$\sum M = F_C \times z = -M_3$$

$$M_3 = -750 \cdot z \quad \begin{cases} z = 0 \rightarrow M_3 = 0 \\ z = 500 \text{ mm} \rightarrow M_3 = -375.000 \text{ kg} \cdot \text{mm} \end{cases}$$

Diagrama de corte y momento.**Determinemos el momento máximo.**

El momento máximo es cuando el corte es $Q = 0$, del diagrama vemos que esto ocurre en el tramo 1-2.

$$\underline{Q_2 = 0} ; \text{ para todo } 500 \leq z \leq 1.600$$

El momento máximo vale:

$$\underline{M_{max} = -375.000 \text{ kg.mm}} ; \text{ para todo } 500 \leq z \leq 1.600z$$

3.4.3 Selección de Perfil:

Para determinar la sección vamos a utilizar la fórmula:

$$\sigma = \frac{M}{W} \rightarrow W = \frac{M}{\sigma}$$

Calculamos la tensión admisible:

Para acero F-24: $\sigma_f = 2.400 \text{ kg/cm}^2$

Entonces la tensión admisible es:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_f}{n_1 \times n_2} = \frac{2.400 \text{ kg/cm}^2}{1,75 \times 1,5} = 914,28 \text{ Kg/cm}^2;$$

Dónde:

η_1 : Coeficiente de seguridad = 1,75.

η_2 : Coeficiente de arranque en frio o fatiga = 1,5;

Entonces:

$$\sigma_{adm} = \frac{M}{W} \rightarrow W = \frac{M}{\sigma_{adm}} = \frac{37.500 \text{ Kgcm}}{914,28 \text{ kg/cm}^2}$$

$$W = 41,016 \text{ cm}^3$$

Adoptamos:

➤ Perfil Rectangular: 80 x 120

- B: 80 mm;
- H: 120 mm;
- e: 4 mm;
- Wx: 49,064 cm³;
- Wy: 39,292 cm³;
- A: 15,948 cm²;

Recalculamos:

$$\sigma_T = \frac{M}{W_y} = \frac{37.500 \text{ Kgcm}}{49,064 \text{ cm}^3}$$

$$\sigma_T = 764,31 \text{ Kg/cm}^2$$

Verificamos:

$$\begin{aligned} \sigma_{adm} &> \sigma_T \\ 914,28 \text{ kg/cm}^2 &> 764,31 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Verificamos al corte:

$$\text{Tesion admisible de corte } \tau_{adm} \geq \frac{F}{A}$$

En el caso de aceros comunes la tensión admisible de corte se toma aprox igual a:

$$\tau_{adm} = 0.8 \text{ a } 0.9 \cdot \sigma_{adm}$$

$$\tau_{adm} = 0.8 \times \sigma_{adm} = 0.8 \times 914,29 \frac{kg}{cm^2} = 731,43 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\text{Nuestra } \tau_t \text{ vale } \tau_t = \frac{F}{A} = \frac{750 \text{ kg}}{15,948 \text{ cm}^2} = 47,028 \text{ kg/cm}^2$$

Verificamos: $\tau_{adm} \geq \tau_t$

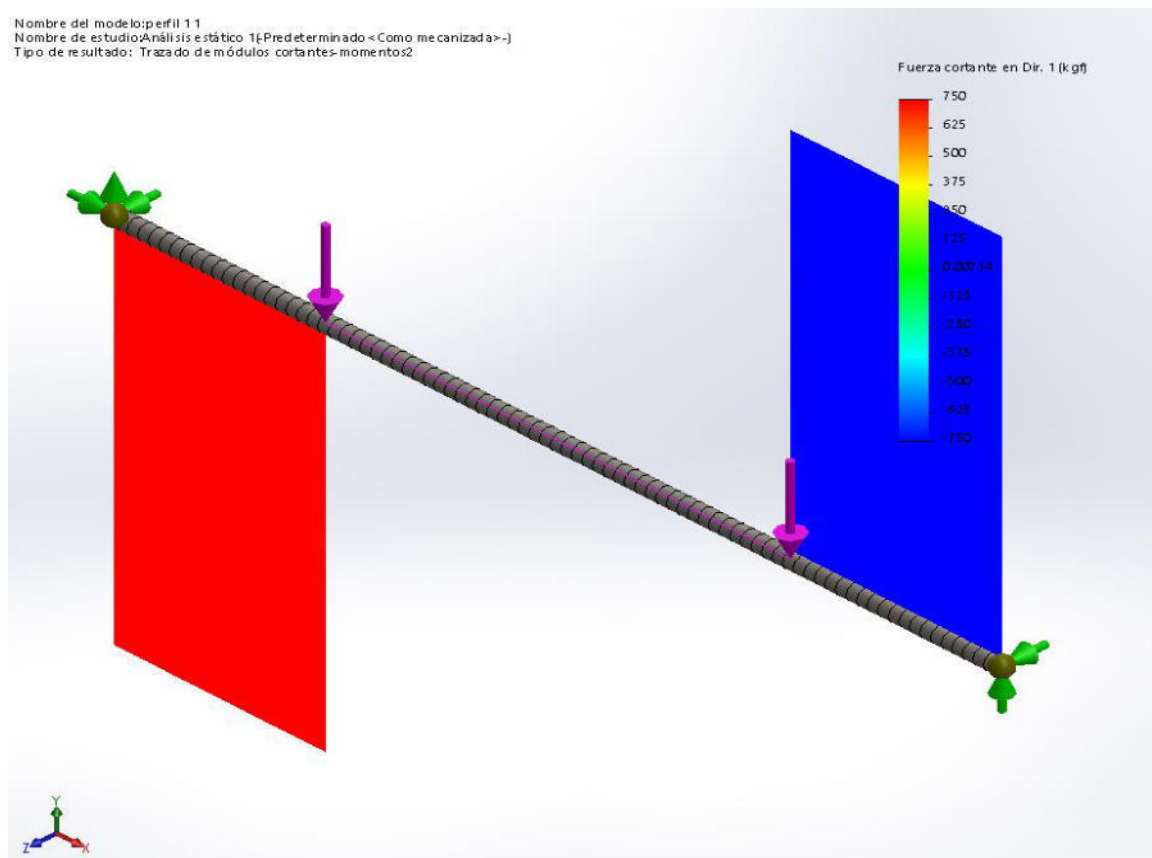
$$731,43 \text{ kg/cm}^2 > 47,028 \text{ kg/cm}^2$$

Vemos que para nuestro calculo; la verificación al corte es mucho menor que la tensión admisible; y se podría utilizar un perfil de sección mucho menor, pero que al momento no verificaría, por esto utilizaremos solo la verificación al momento.

3.4.4 Verificamos con SolidWorks:

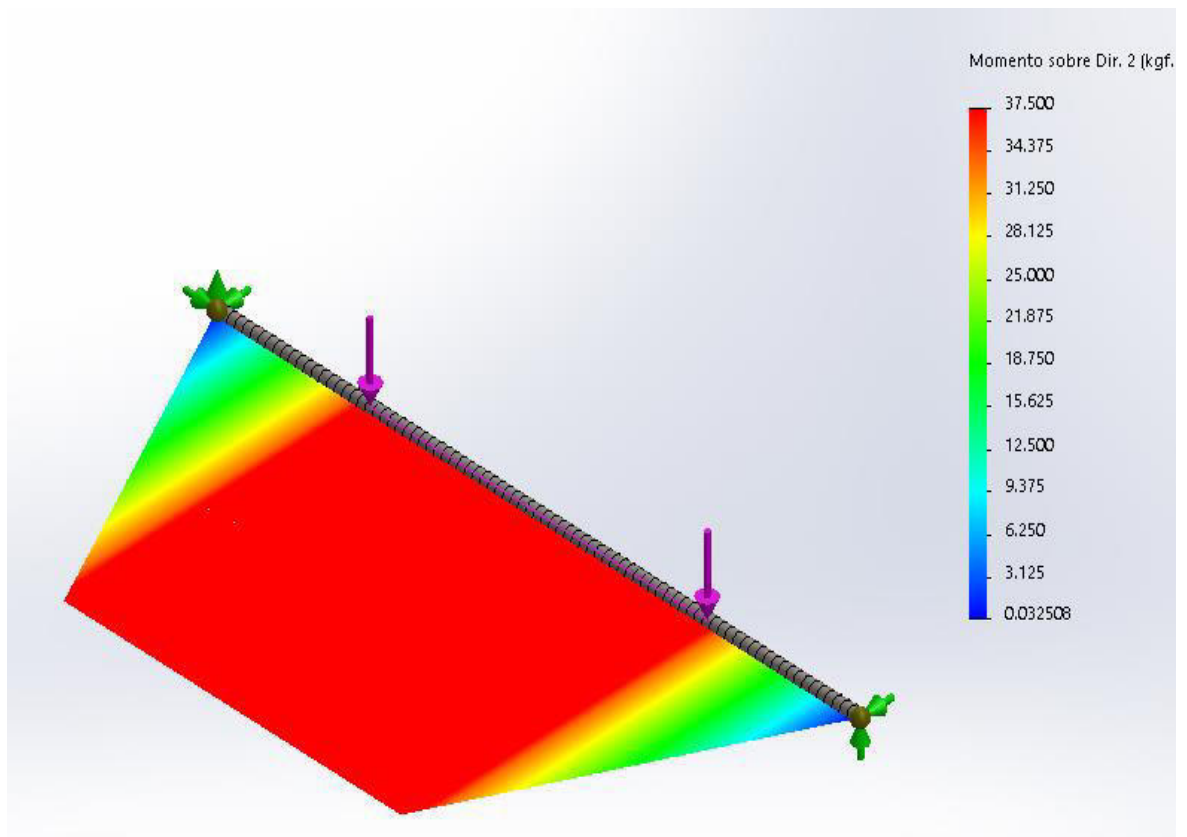
Utilizando el software solidworks, dibujamos el perfil y simulamos el efecto de la carga sobre el mismo, verificando los cálculos de esfuerzo de corte y momento. Realizamos el análisis estático y se obtienen los siguientes resultados. Detallamos sobre la viga las direcciones que el software considera para los esfuerzos que dibuja, Corte sobre Eje Y y Momento sobre Eje Z.

- **Esfuerzo de Corte:**



El valor calculado analíticamente del esfuerzo de Corte Q es 750 kgf de valor max positivo y de -750 kgf de valor max neg. Como se puede observar en el grafico obtenido por la simulación utilizando el software tanto la curva como los valores coinciden con el cálculo analítico.

- **Momento:**



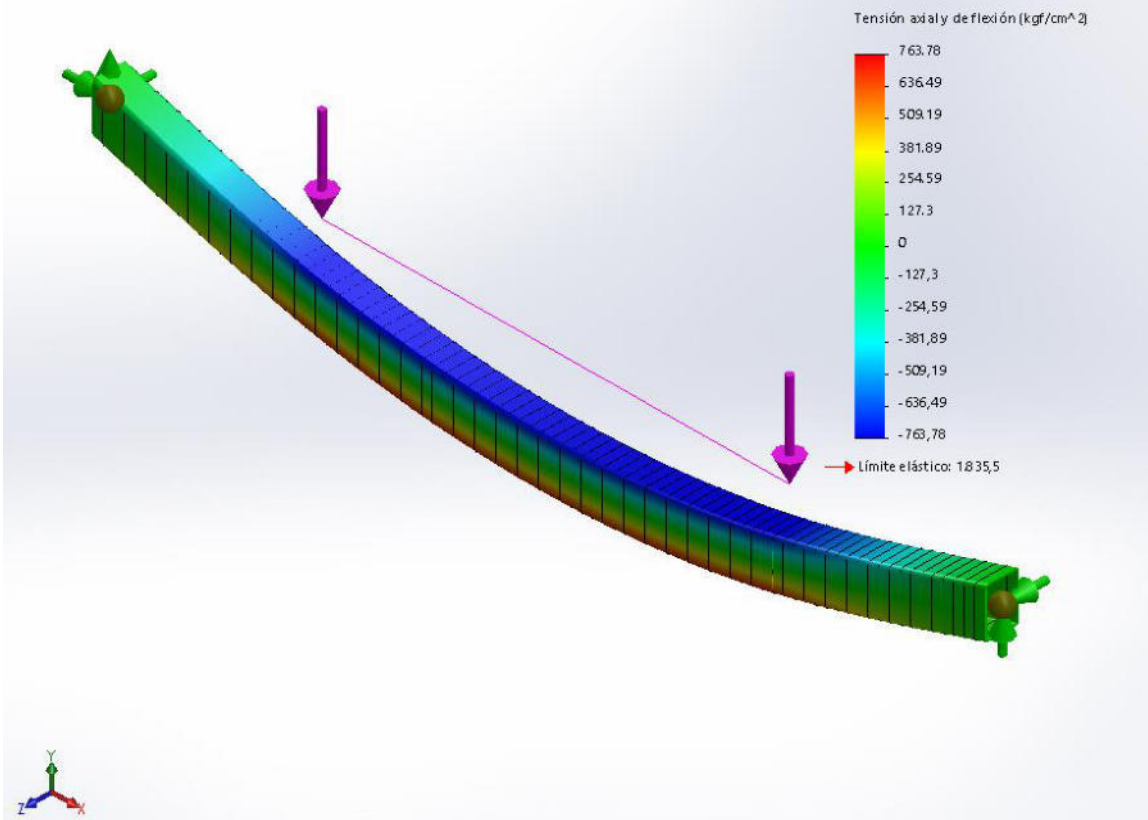
El valor calculado analíticamente del Momento M es 37500 kgcm de valor max. Como se puede observar en el grafico obtenido por la simulación utilizando el software tanto la curva como los valores coinciden con el cálculo analítico.

- Valor de tensión σ de trabajo.

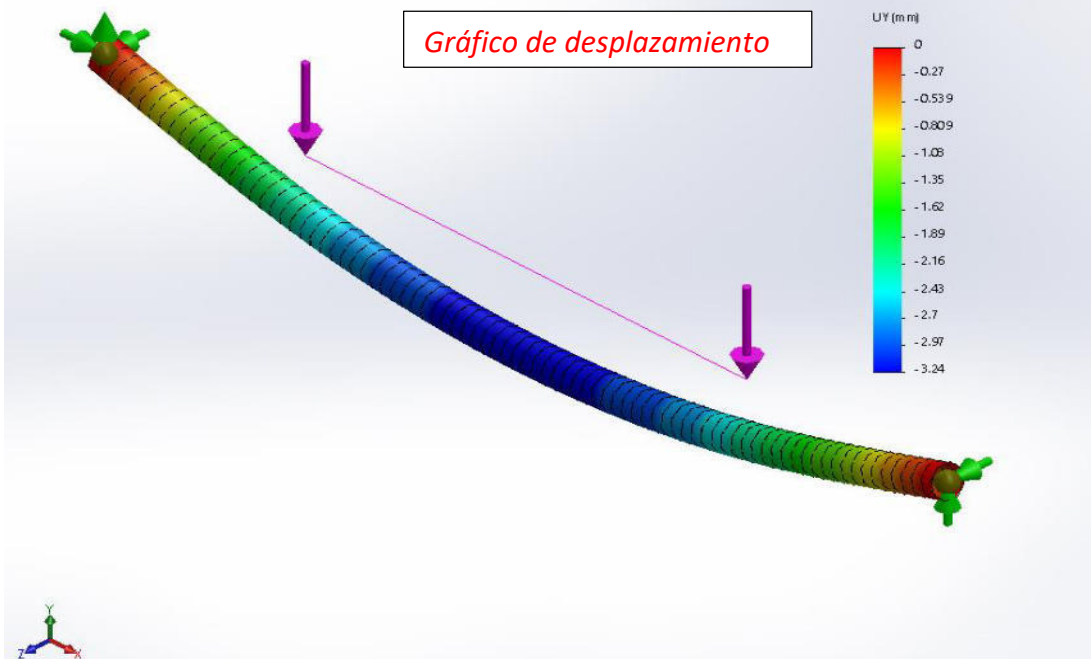
El valor obtenido de la simulación para σ_t vale 763,78 kgf/cm².

Como vemos el valor obtenido analíticamente es de 764,31 kgf/cm² , prácticamente el mismo valor obtenido en la simulación de solidworks.

Nombre del modelo: perfil 11
 Nombre de estudio: Análisis estático 1 (Predeterminado < Como mecanizada > -)
 Tipo de resultado: Tensión axial y de flexión Tensiones1
 Escala de deformación: 64,9052

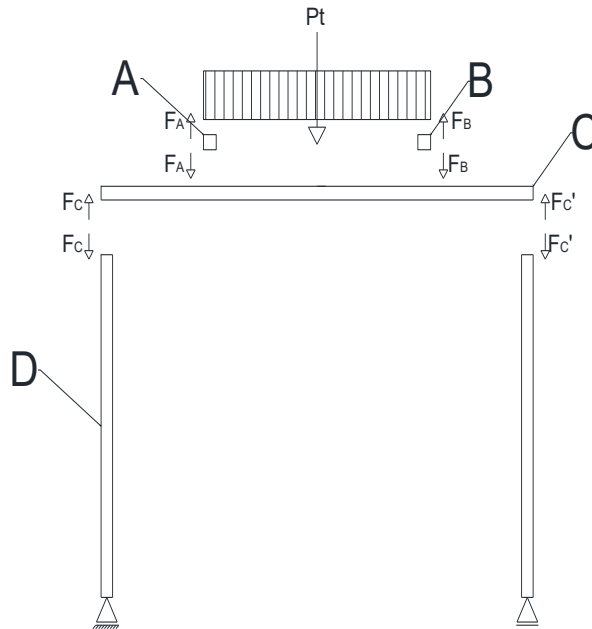


Nombre del modelo: perfil 11
 Nombre de estudio: Análisis estático 1 (Predeterminado < Como mecanizada > -)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamiento1
 Escala de deformación: 64,9052



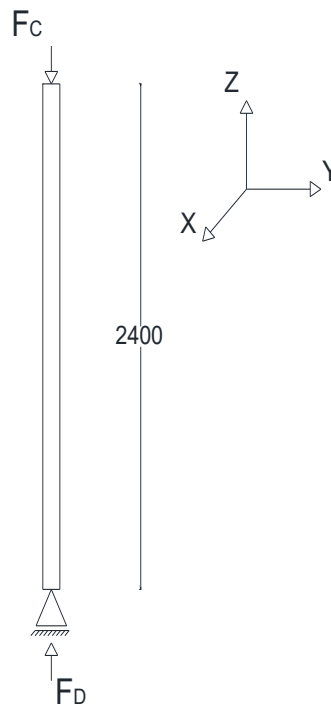
3.5 Perfiles para columnas de la estructura.

3.5.1 Esfuerzos.



Determinemos el DCL:

Perfil D:



Determinemos los esfuerzos:

$$\sum F_z = F_D - F_C = 0$$

Calculamos:

$$\underline{F_D = F_C = 750kg}$$

3.5.2 Selección de Perfil.

Verificamos a la compresión:

Para determinar la sección vamos a utilizar la fórmula:

$$\sigma_T = \frac{F}{A}; \rightarrow A = \frac{F}{\sigma}$$

Verificamos:

Para acero F-24: $\sigma_f = 2.400 \text{ kg/cm}^2$

Entonces la tensión admisible es:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_f}{n_1 \times n_2} = \frac{2.400 \text{ kg/cm}^2}{1,75 \times 1,5} = 914,28 \text{ Kg/cm}^2;$$

Dónde:

η_1 : Coeficiente de seguridad = 1,75.

η_2 : Coeficiente de arranque en frio o fatiga = 1,5;

Entonces:

$$\sigma_T = \frac{F}{A}; \rightarrow A = \frac{F}{\sigma} = \frac{750 \text{ kg}}{914,28 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A = 0,8203 \text{ cm}^2$$

Adoptamos:

- Perfil Rectangular: 20 x 20 con e: 1,6mm y A: 1,112cm²

Recalculamos:

$$\sigma_T = \frac{F}{A} = \frac{750 \text{ kg}}{1,112 \text{ cm}^2};$$

$$\sigma_T = 674,46 \text{ kg/cm}^2$$

Verificamos:

$$\sigma_{adm} > \sigma_T$$

$$914,28 \text{ kg/cm}^2 > 674,46 \text{ kg/cm}^2$$

3.5.3 Verificamos al Pandeo:



Calculemos la fuerza crítica:

$$P_{Cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I_{\min}}{(2l)^2} = \frac{\pi^2 \times 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 \times 0,607 \text{ cm}^4}{(2 \times 240 \text{ cm})^2}$$

$$P_{Cr} = 54,6 \text{ kg}$$

Como vemos esto no verifica, ya que la fuerza crítica está muy por debajo de la Fuerza de trabajo que vale 750 kg.

Recalculamos el perfil a seleccionar despejando de la fórmula de pandeo la inercia mínima. También agregamos un factor de seguridad ya que la carga está aplicada excéntricamente y aumenta el riesgo de falla del material; según el método de dimensionamiento a la compresión axial se debe cumplir la siguiente regla:

$$FS = \frac{P_{Cr}}{F} \geq 2,2$$

Es decir que la carga crítica sea al menos 2,2 veces más grande que la fuerza que debe soportar el perfil. Por ende la fórmula de despeje de la inercia queda:

$$I = \frac{P_{cr} * 2. l^2}{\pi^2 * E} = \frac{(2.2 * 750kg) * (2 * 240cm)^2}{\pi^2 * 2.1 * 10^6 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$I = 18,34 \text{ cm}^4$$

Entonces adoptamos el siguiente perfil:

Perfil cuadrado: 50 x 50 con e:3,2mm y I: 20,387cm⁴.

➤ Perfil cuadrado: 50 x 50

- B: 50 mm;
- H: 50 mm;
- e: 3,2 mm;
- I: 20,387 cm⁴;
- W: 8,155 cm³;
- A: 5,727 cm²;

Volvemos a calcular la fuerza crítica:

$$P_{Cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I_{\min}}{(2l)^2} = \frac{\pi^2 \times 2.1 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2} \times 20,387 \text{ cm}^4}{(2 \times 240 \text{ cm})^2}$$

$$P_{Cr} = 1833,96 \text{ kg}$$

Como vemos la fuerza crítica es mayor a la fuerza de trabajo, con lo cual no hay pandeo, es decir, para la barra en posición vertical, y mientras no haya una fuerza mayor a la crítica, bajo cualquier perturbación horizontal, la barra volverá a su posición original.

Verificamos:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{750 \text{ kg}}{5,727 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma = 130,96 \frac{kg}{cm^2}$$

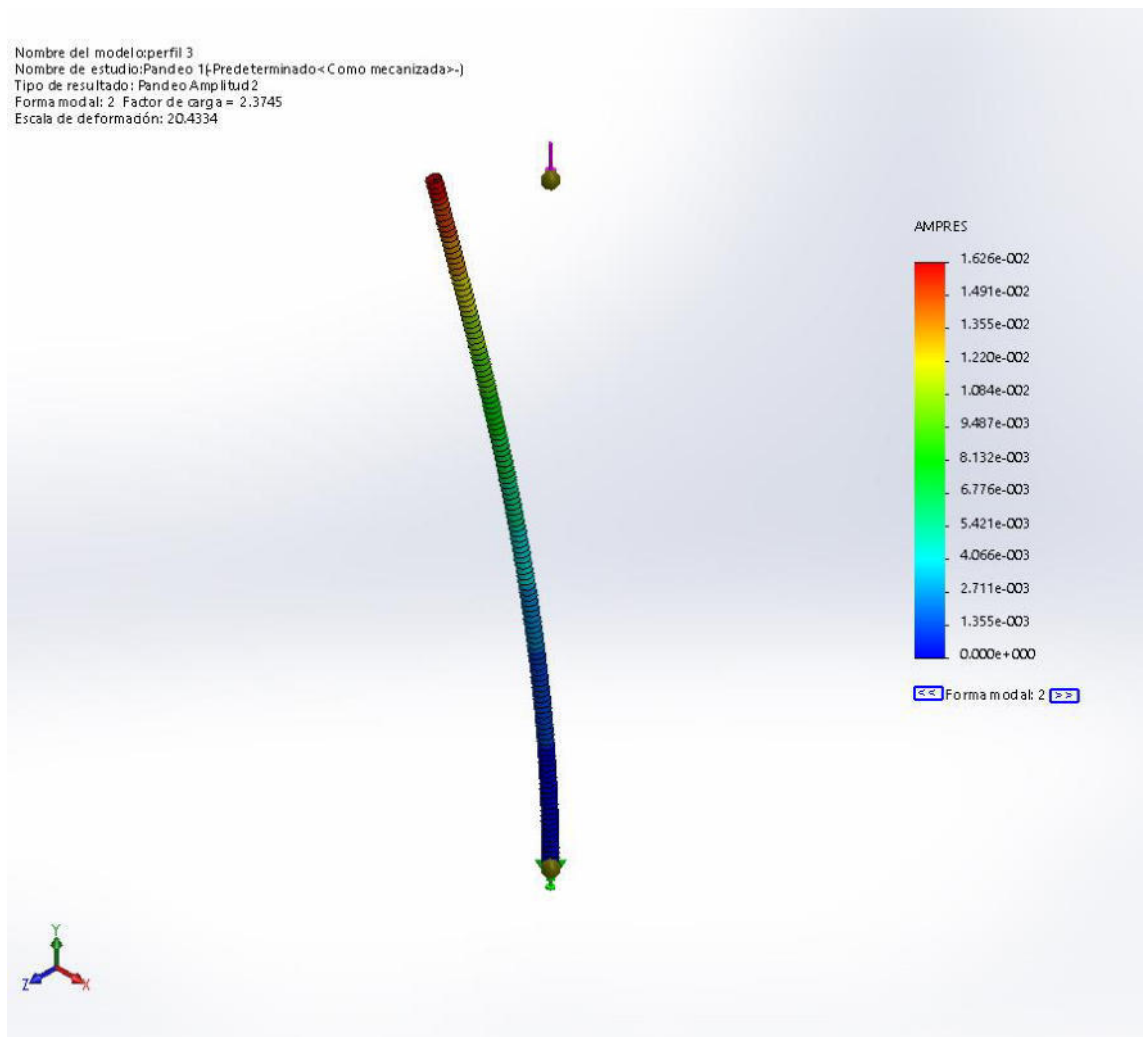
$$\sigma_{adm} > \sigma_c$$

$$914,28 \text{ kg/cm}^2 > 130,96 \text{ kg/cm}^2$$

3.5.4 Verificamos con SolidWorks

Utilizando el software solidworks, dibujamos la columna y simulamos el efecto de la carga sobre la misma. Realizamos el análisis estático y de pandeo y se obtienen los siguientes resultados

- Pandeo:



Lista de modos

Modo nº.	Factor de carga
1	2.3745
2	2.3745

Modo nº.	Factor de carga
3	21.226
4	21.226
5	58.168

Transcribimos la teoría que contiene la ayuda de solidworks donde explica “*La falla por pandeo se presenta cuando una carga crítica, a compresión, ocasiona un cambio estructural dramático y repentino, desestabilizando el sistema y, con frecuencia, ocasionando grandes deformaciones. Es frecuente observar deformaciones cóncavas o convexas de los elementos de máquinas delgados o elementos estructurales que presentan esta falla.*”

En elementos esbeltos sometidos a compresión, como columnas y vigas de longitud considerable, es importante tomar en cuenta el pandeo como fenómeno que podría ocurrir. Algo importante a considerar es que la carga a compresión puede ser mucho menor de lo necesario para ocasionar la fluencia del material, aún así podría ocasionar el pandeo de la estructura. Esto quiere decir que la estructura podría fallar primero por pandeo antes que por compresión o flexión.

*El software SOLIDWORKS Simulation posee un módulo específico para estimar si una estructura falla o no debido a pandeo. Esto se consigue a través de un análisis que reporte el Factor de Seguridad de Pandeo (**Buckling Factor of Safety, BFS**), el cual es el número por el que la carga aplicada debe ser multiplicado para convertirse en una carga crítica. Cuando el BFS está entre 0 y 1, o cuando es exactamente igual a 1, entonces podríamos asegurar que ocurrirá pandeo en nuestro diseño”*

Para nuestro caso de estudio el factor de carga o BFS tiene un valor de 2,37, esto implica en teoría que para que la estructura se vea afectada por el pandeo tendrá que aumentar la fuerza ejercida a la estructura 2,37 veces; es decir, $750\text{kg} \times 2,37 = 1777,5$ kg de fuerza para que esta estructura sufra pandeo.

- Valor de tensión σ de trabajo.

El valor obtenido de la simulación para σ_t vale 131,1 kgf/cm².

Como vemos el valor obtenido analíticamente es de 130,96 kgf/cm², prácticamente el mismo valor obtenido en la simulación de solidworks.

Nombre del modelo: perfil 3
Nombre de estudio: Análisis estático 1[-Predeterminado<Como mecanizada>-]
Tipo de resultado: Tensión axial y de flexión en el límite superior Tensiones1
Escala de deformación: 1557.23

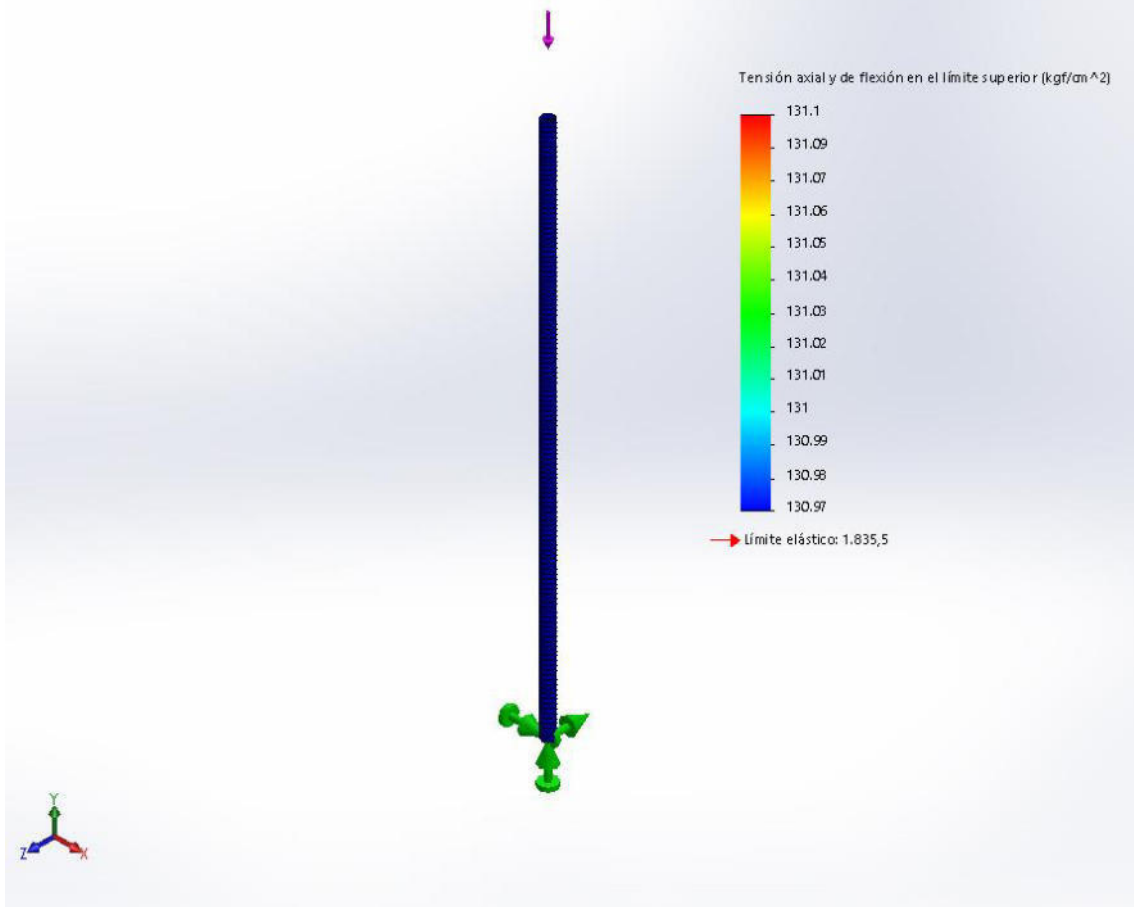
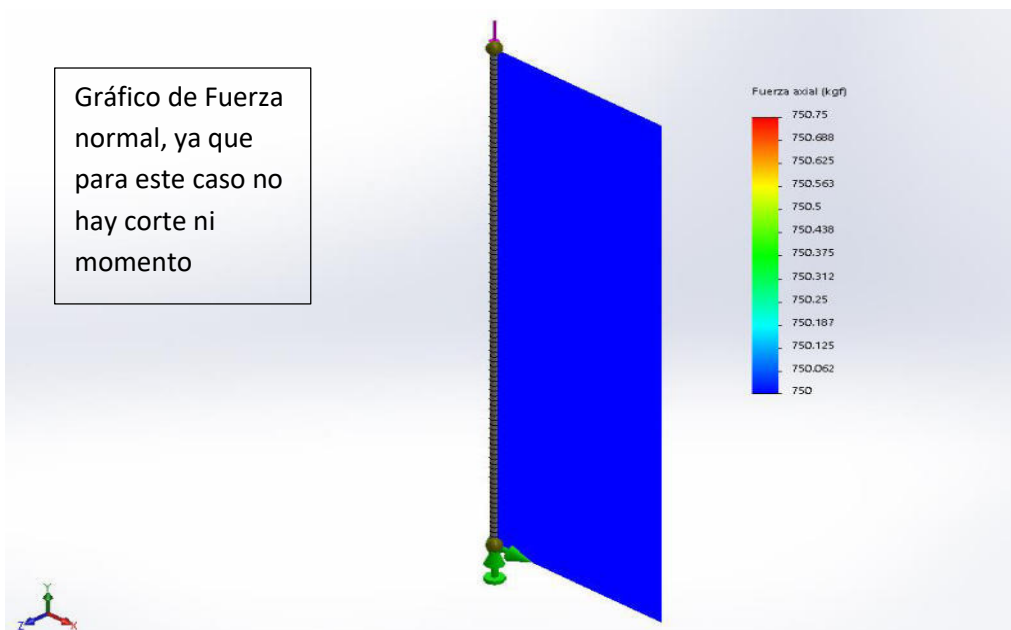


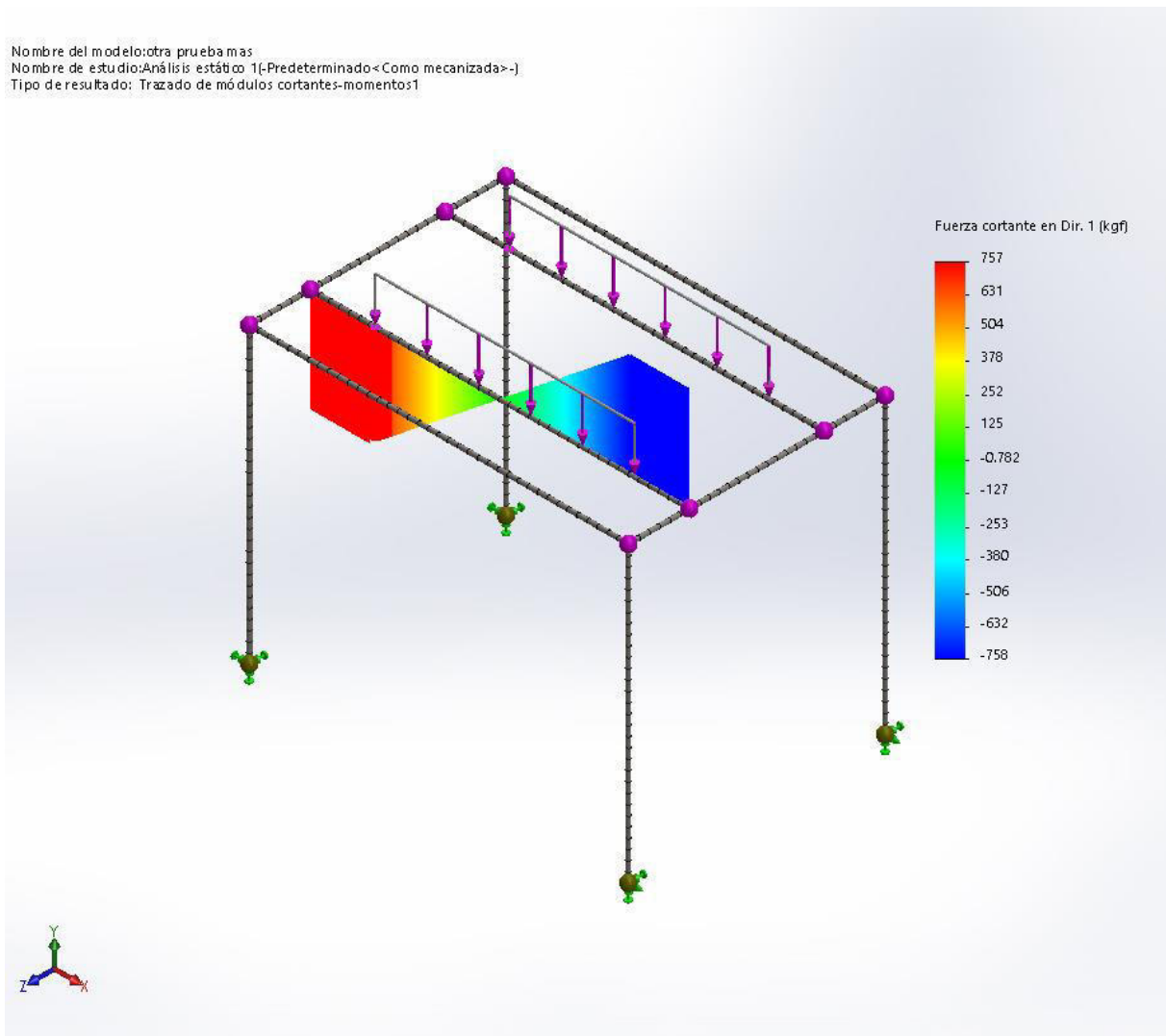
Gráfico de Fuerza normal, ya que para este caso no hay corte ni momento



3.6 Diseño en solidworks de la estructura completa.

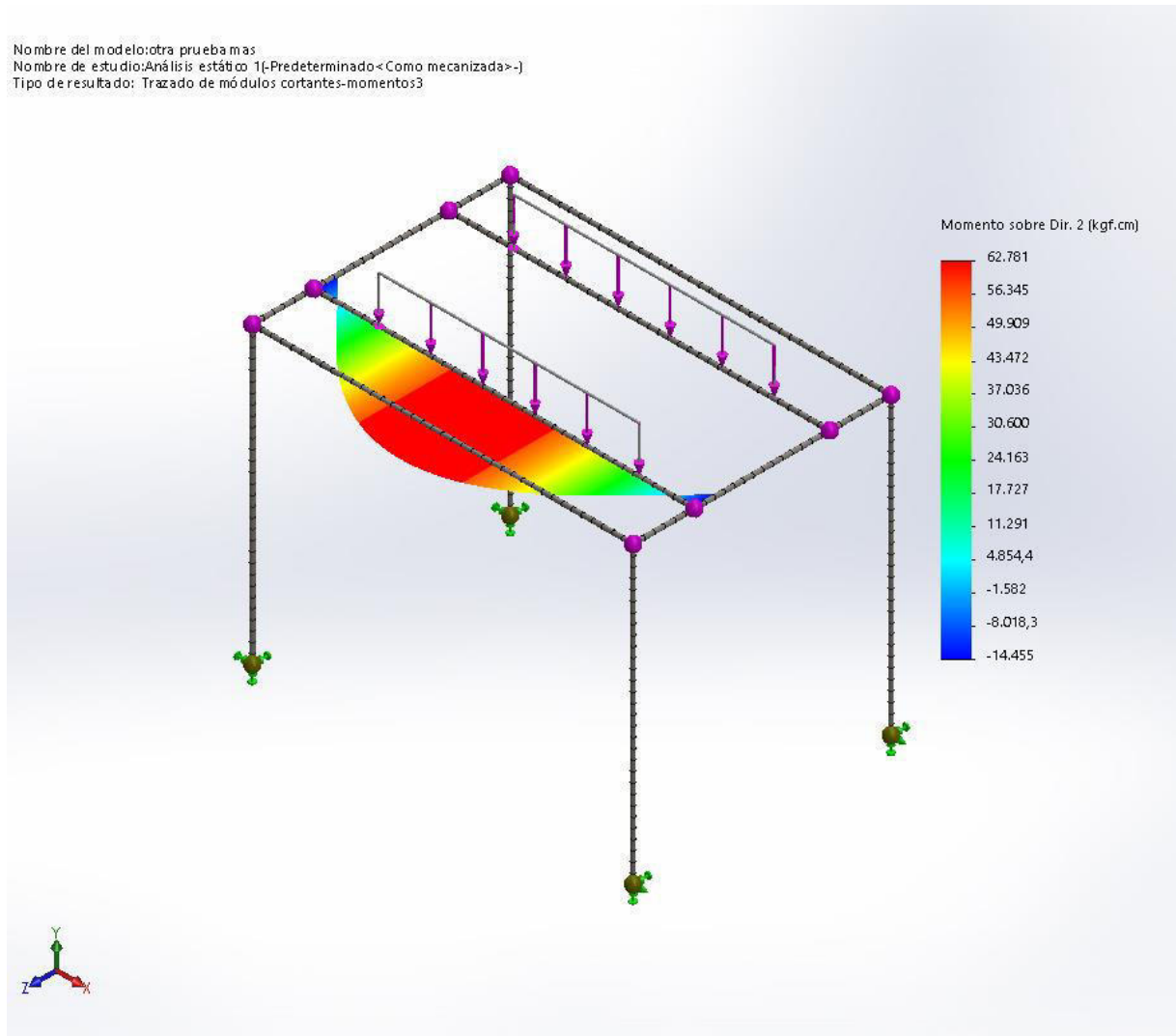
3.6.1 Ahora para contrastar los resultados dibujamos en solidworks la estructura completa, ejecutamos el analisis estatico de toda la estructura y los compararemos con los calculos de los perfiles hechos con anterioridad.

- **Esfuerzo de corte sobre perfil de piso.**



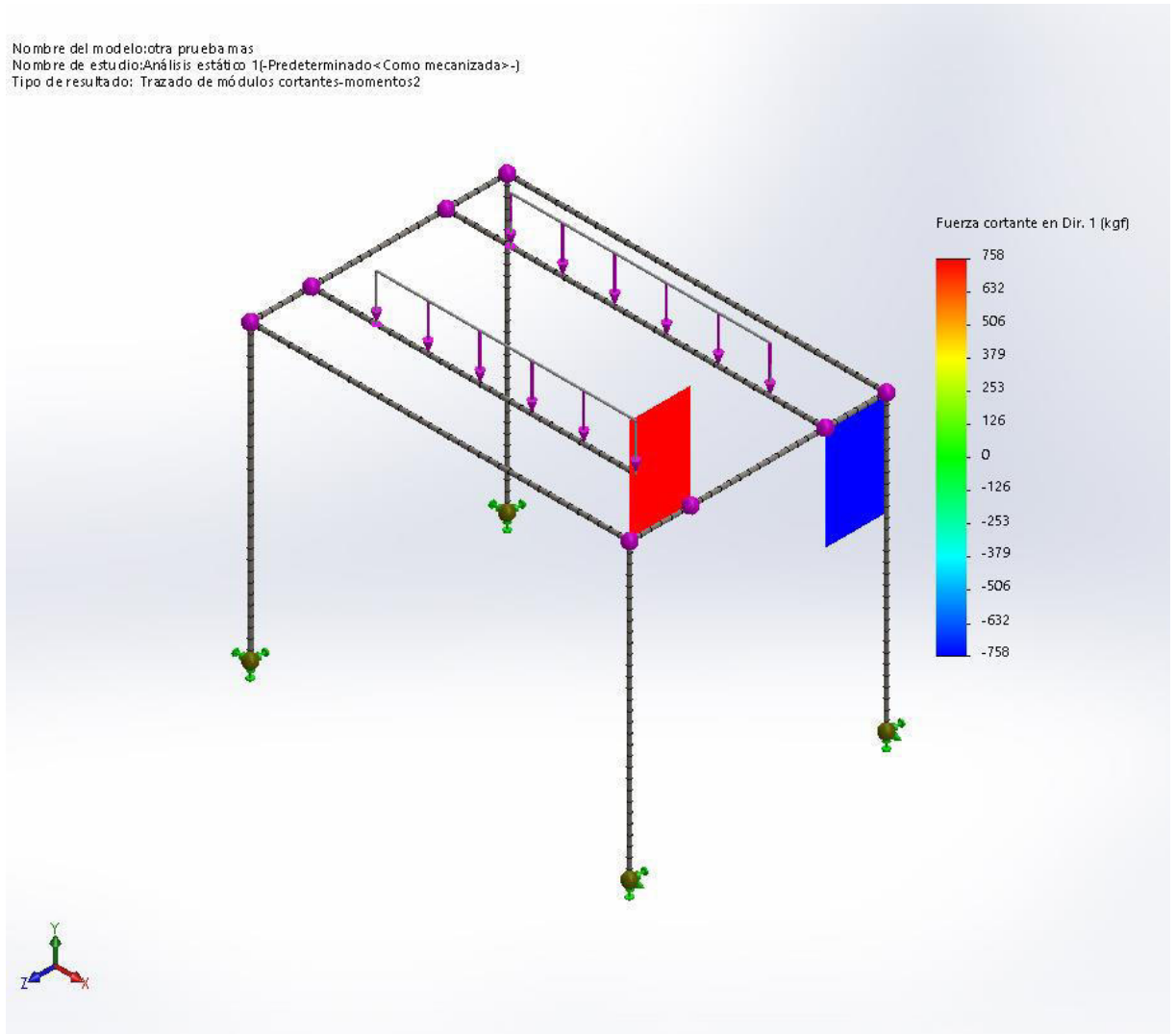
Vemos que el valor hallado es 757kgf, practicamente coincide con el calculo del perfil anterior.

- **Momento**



El valor hallado de momento para la estructura es -14455 kgfcm de valor mínimo y 62781 kgfcm de valor máximo. Sumados dan 77236 kgfcm, prácticamente el mismo valor hallado en el cálculo del perfil solo pero la curva da corrida. Como el momento máximo es menor al hallado para el perfil solo, podemos concluir que la estructura entera tendrá margen extra de carga para soportar, y el coeficiente de seguridad será mayor al utilizado en el cálculo manual.

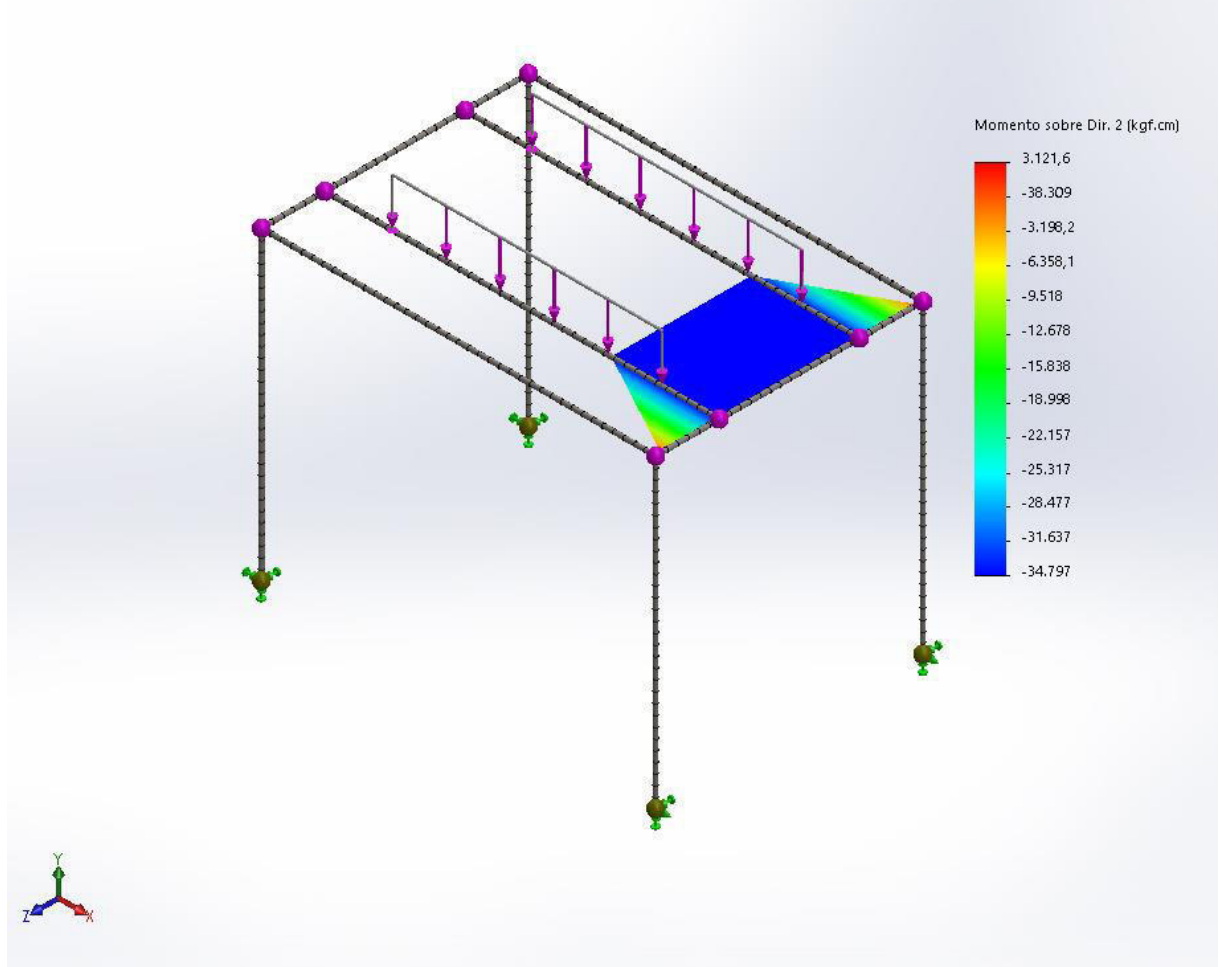
- **Esfuerzo de corte sobre perfil transversal.**



Vemos que el valor hallado es 768kgf, practicamente coincide con el calculo del perfil anterior.

- **Momento.**

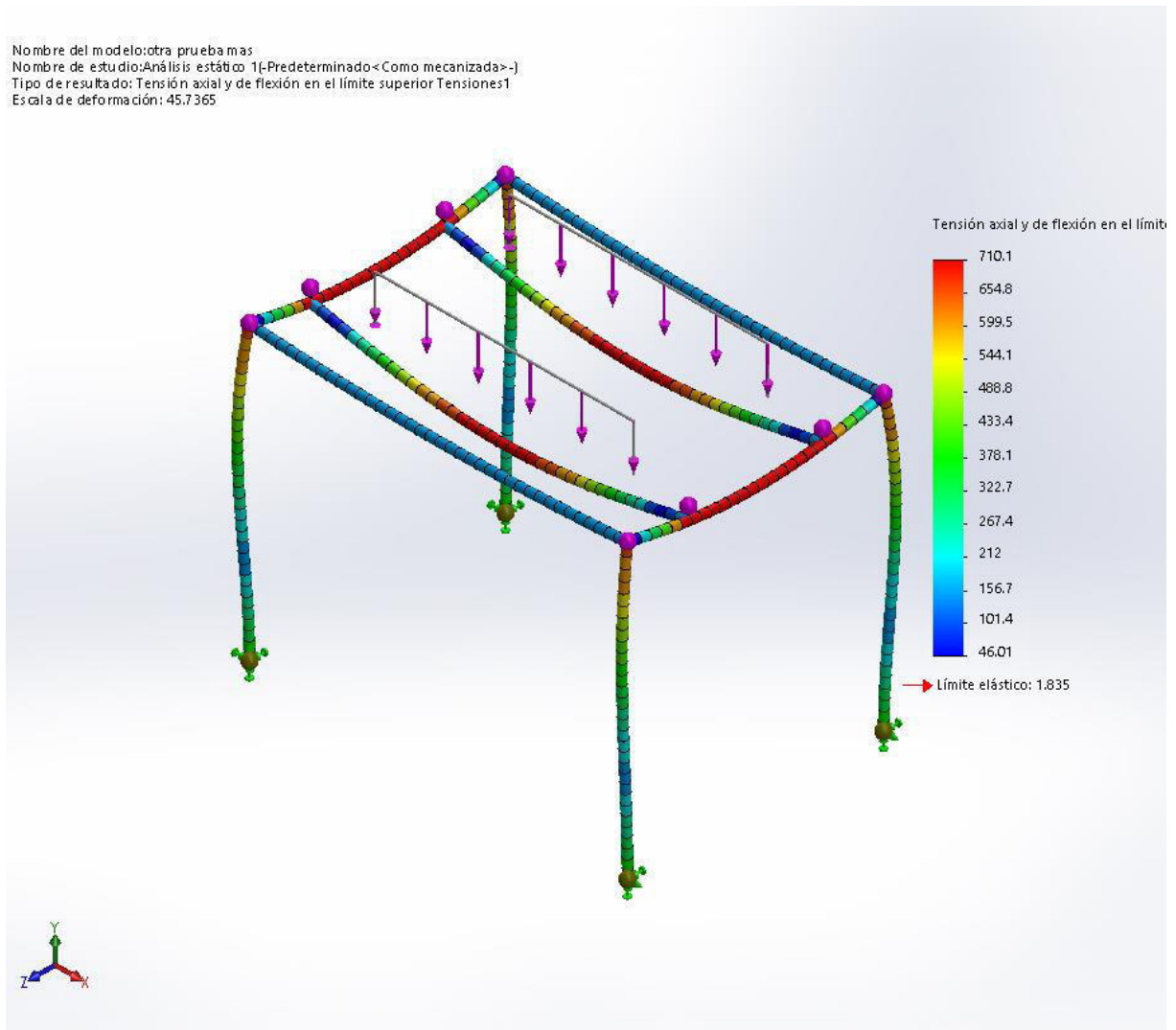
Nombre del modelo: otra prueba mas
Nombre de estudio: Análisis estático 1[-Predeterminado<Como mecanizada>-]
Tipo de resultado: Trazado de módulos cortantes-momentos4



El valor hallado de momento para la estructura es -34797 kgfcm de valor minimo y 3121,6 kgfcm de valor maximo. Sumados dan 37918,6 kgfcm, casi el mismo valor hallado en el calculo del perfil solo pero la curva da corrida. Como el momento maximo es menor al hallado para el perfil solo, podemos concluir que la estructura entera tendra margen extra de carga para soportar, y el coeficiente de seguridad da mayor al utilizado en el calculo manual.

- **Valor de tensión σ de trabajo de la estructura.**

El valor obtenido de la simulación para σ_t vale 710,1 kgf/cm².

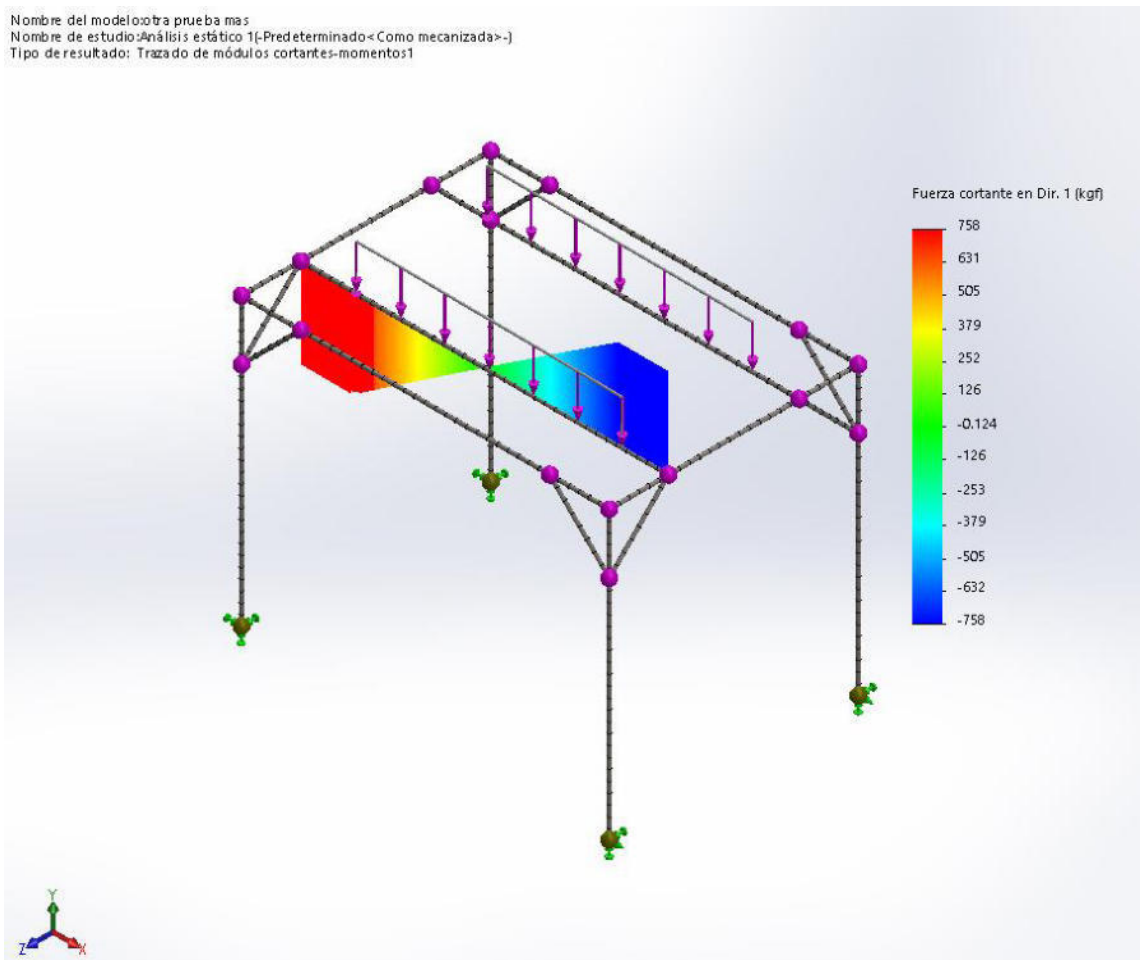


3.6.2 Ahora volvemos a calcular los esfuerzos de la estructura, esta vez agregando tramos de perfil del mismo utilizado en la columnas, instalados uniendo los perfiles del arco exterior de la estructura con las columnas, según el dibujo siguiente; para fortalecer el diseño y mejorar la estabilidad de la misma.



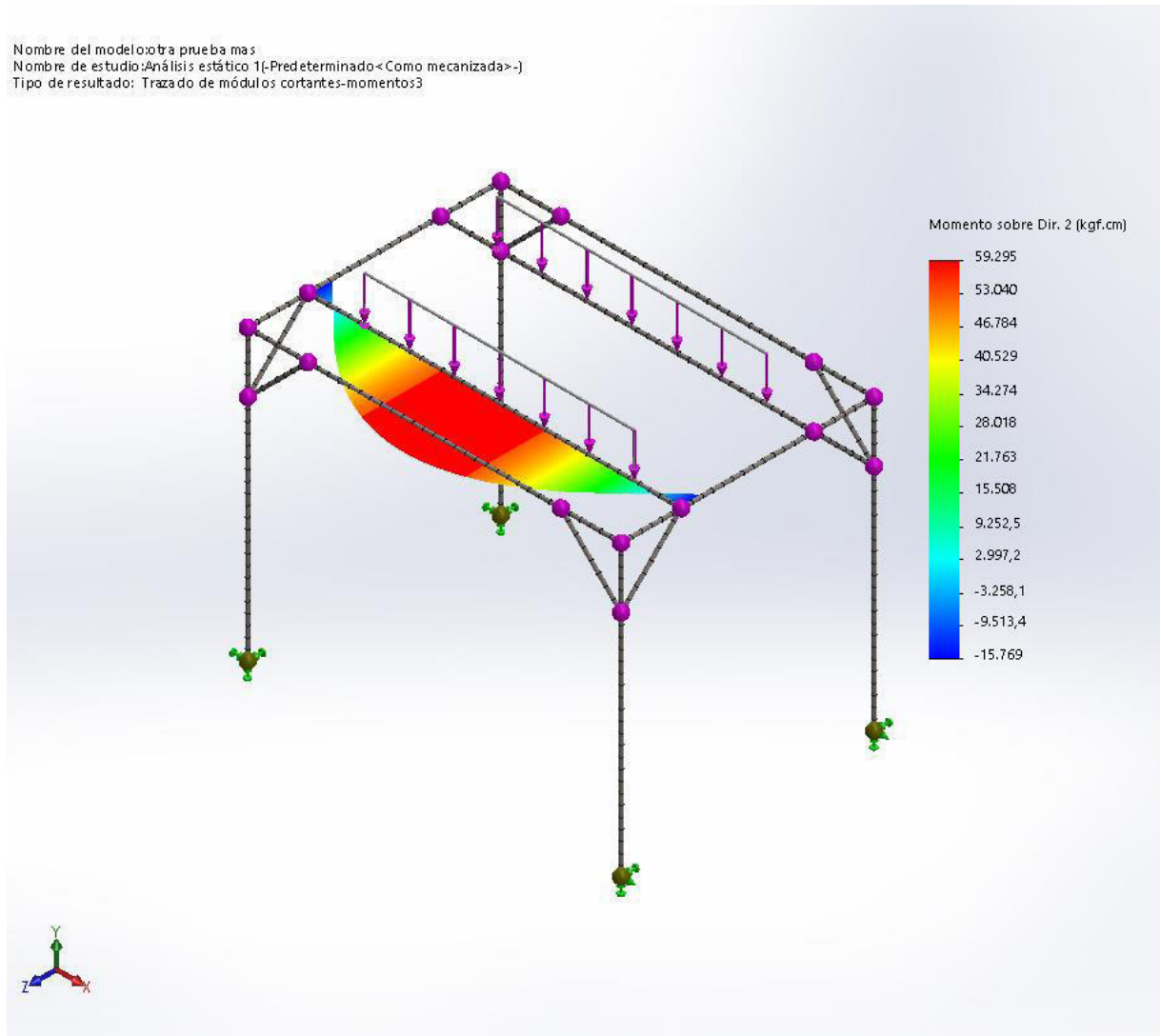
- **Esfuerzo de corte sobre perfil de piso.**

Nombre del modelo: otra prueba mas
Nombre de estudio: Análisis estático 1[-Predeterminado-< Como mecanizada>-]
Tipo de resultado: Trazado de módulos cortantes-momentos:1



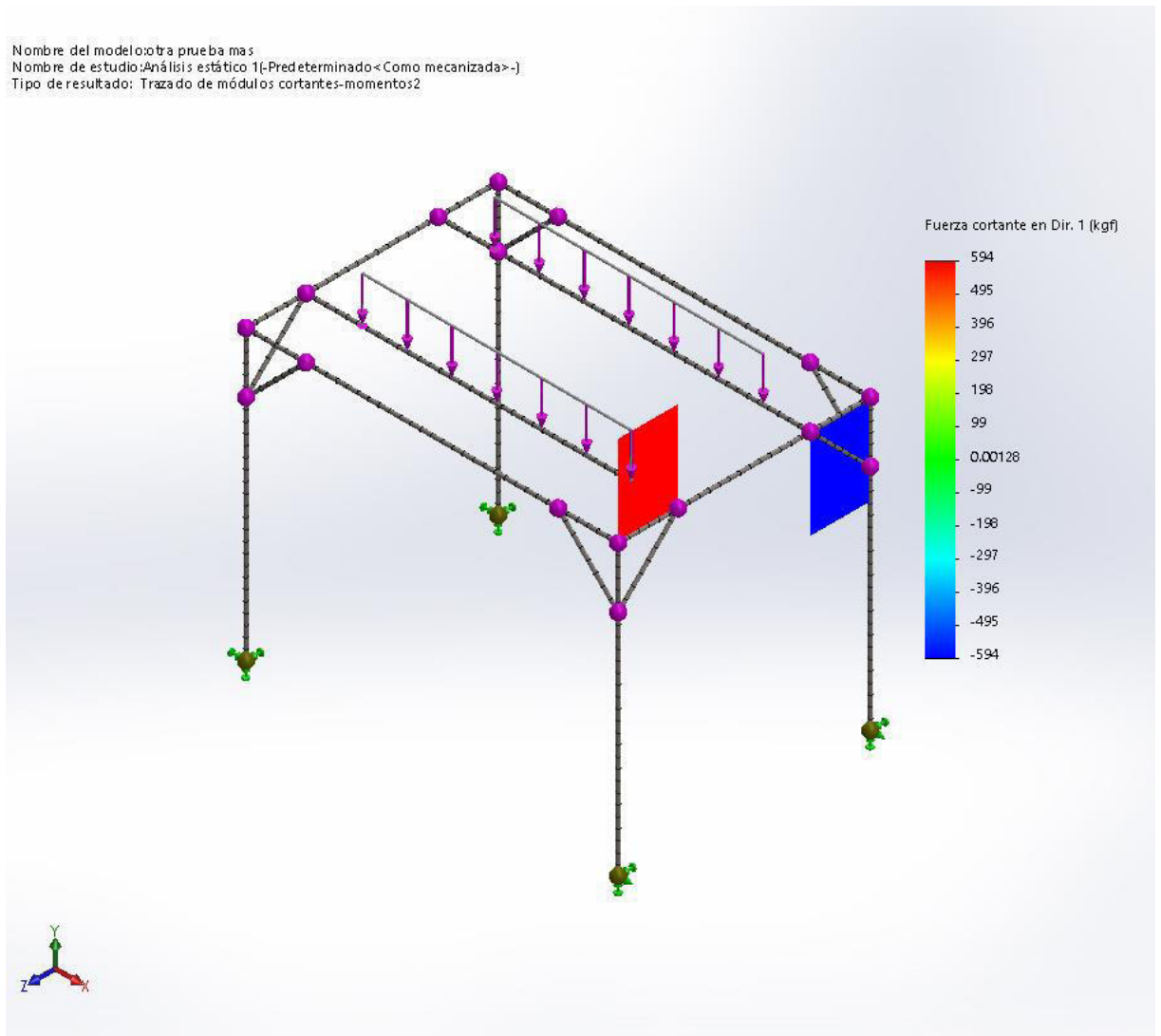
Vemos que el valor hallado es 758kgf, coincide con el calculo anterior, no modifica su valor a pesar de haber modificado la estructura.

- **Momento**



El valor hallado de momento para la estructura es -15769 kgfcm de valor mínimo y 59295 kgfcm de valor máximo. Sumados dan 75064 kgfcm, prácticamente el mismo valor hallado en el cálculo del perfil solo pero la curva da corrida. Como el momento máximo es menor al hallado para el perfil solo, podemos concluir que la estructura entera tendrá margen extra de carga para soportar, y el coeficiente de seguridad será mayor al utilizado en el cálculo manual.

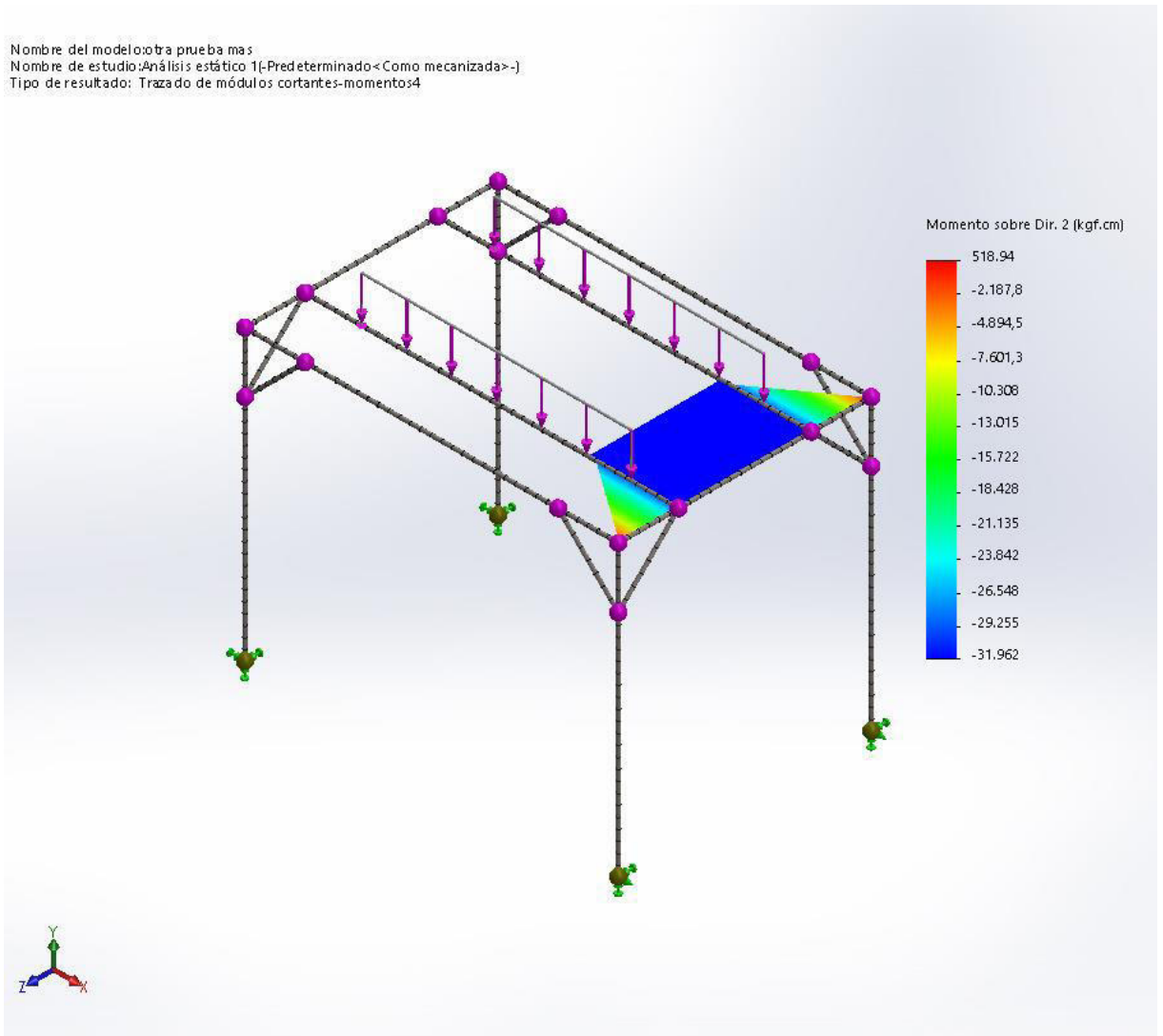
- **Esfuerzo de corte sobre perfil transversal.**



Como vemos, este valor da mas pequeño, vale 594 kgf, gracias al agregado de los refuerzos que dan mas estabilidad y mejoran exponencialmente el diseño de la estructura.

- **Momento.**

Nombre del modelo: otra prueba mas
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado<Como mecanizada>-)
Tipo de resultado: Trazado de módulos cortantes-momentos4

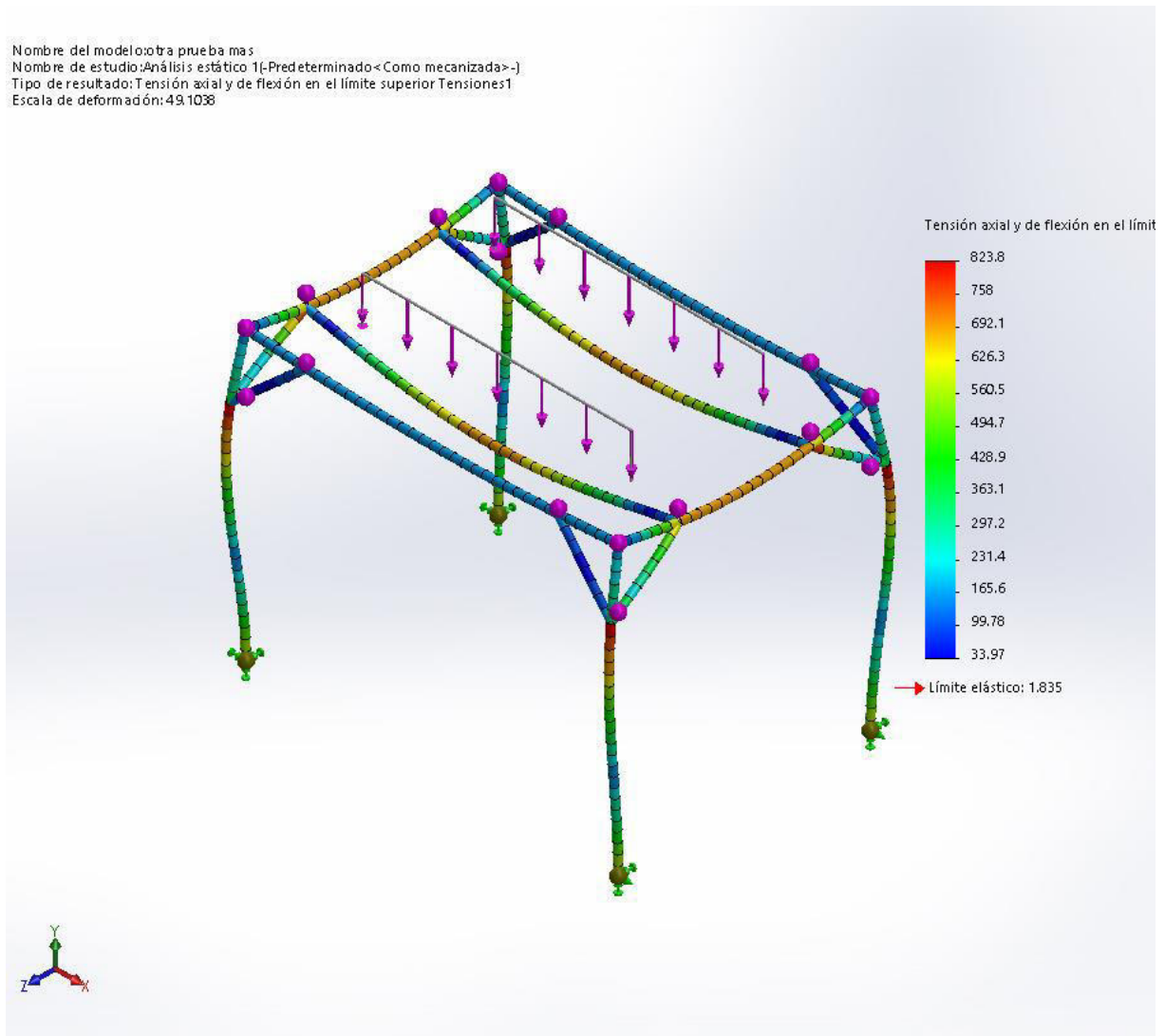


También podemos concluir que con la mejora en el diseño de la estructura, con los refuerzos, el momento que debe soportar la estructura baja considerablemente, ahora vale 32480,94 kgfcm.

Por ende logramos también una mejora en el coeficiente de seguridad, ya que la tensión de trabajo da menor.

- **Valor de tensión σ de trabajo de la estructura.**

El valor obtenido de la simulación para σ_t vale 823,8 kgf/cm².



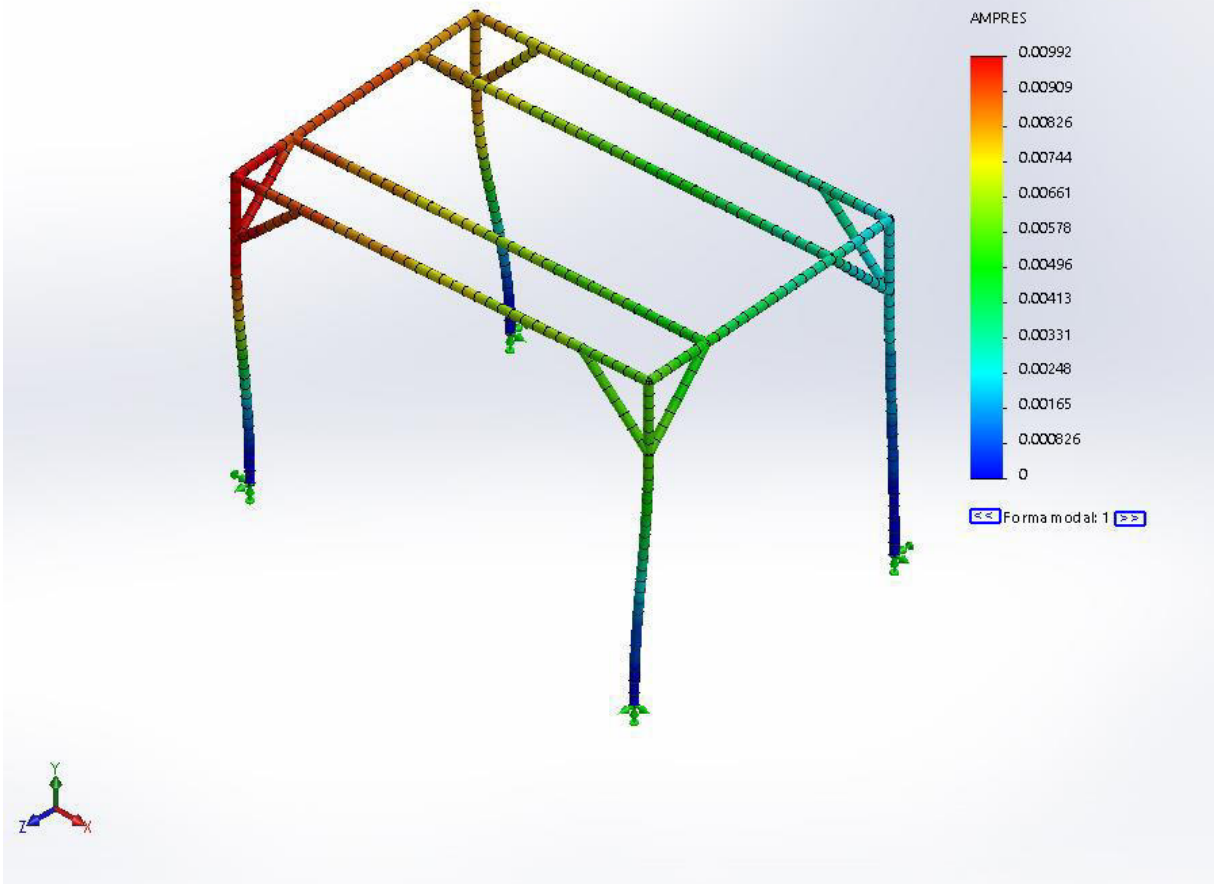
- **Pandeo sobre la estructura.**

Calculamos los valores de pandeo con solidworks obteniendo los siguientes factores de carga o seguridad:

Modo nº.	Factor de carga
1	13.024
2	13.116
3	13.348
4	48.289
5	49.219

Vemos que el F_c aumenta a 13, por lo que concluimos que no habrá pandeo sobre esta estructura, ya que en teoría podrá soportar esfuerzos más grandes.

Nombre del modelo: estructura final
Nombre de estudio: Pandeo 1 (Predeterminado < Como mecanizada >)
Tipo de resultado: Pandeo Amplitud 1
Forma modal: 1 Factor de carga = 13.024
Escala de deformación: 38.2703



3.7 CONCLUSIÓN

Podemos concluir que aplicando conocimientos de Estabilidad y de Dinámica de Estructuras hemos podido diseñar y calcular teóricamente la estructura de soporte perfil por perfil; y gracias a las bondades del software Solidworks pudimos comparar nuestros cálculos de perfiles individuales y realizar la verificación de la estructura completa, ya que al ser un cálculo complejo es muy difícil de determinar los valores analíticamente, en este caso Solidworks hace los cálculos complejos y permite obtener los resultados simulando la estructura completa en 3D.

3.8 Análisis de Frecuencias.

En este apartado analizaremos cómo se comportará la estructura ante las vibraciones, estudiando las frecuencias naturales de la estructura. Intentaremos descubrir si la estructura sufrirá resonancia cuando este la extrusora en marcha y trabajando.

Primero calcularemos teóricamente la frecuencia natural de la estructura utilizando el siguiente criterio obtenido de apuntes sobre Dinámica Estructural.

Periodo natural del sistema, viene dado por la formula $T_n = \frac{2.\pi}{\omega_n}$

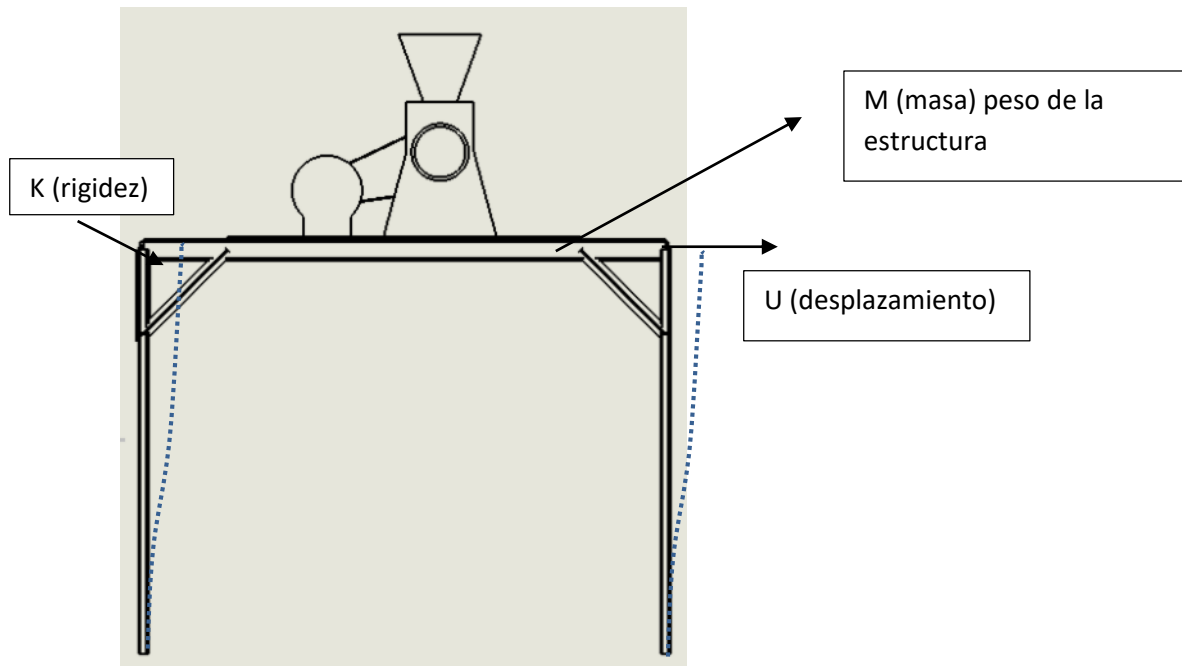
Siendo ω_n la frecuencia natural del sistema, la cual viene dada por $\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$

Siendo m la masa aplicada al sistema y k la rigidez, la cual estaría dada por la fuerza estática que habría que aplicar en el punto de colocación de la masa para causar un desplazamiento unitario de la estructura.

En síntesis, el sistema está compuesto de un resorte sin masa, en el que se concentra toda la información sobre la rigidez de la estructura en el parámetro k , y un cuerpo rígido caracterizado por m , que corresponde al peso propio de la estructura. La frecuencia natural de la estructura no depende de las fuerzas que actúan sobre ella, sino de las características físicas y geométricas de los elementos que la componen

Para nuestro ejemplo se puede modelar como un desplazamiento sobre el eje x de las columnas al cual denominaremos U .

Esto se produce dado que las columnas están amuradas al piso, restringiendo el movimiento de la estructura.



Para nuestro estudio el valor de K se determina por la formula $k = \frac{12 \cdot E \cdot I}{H^3}$

Siendo E = modulo elasticidad longitudinal = $2,1 \cdot 10^6 \frac{kg}{cm^2}$

I = momento de inercia del pórtico obtenido de solidworks = $59,7 cm^4$

H = altura de la columna = 2400mm

Para nuestro caso k se multiplica por dos, y al ser cuatro columnas en total la rigidez total de la estructura K vale 2 k.

Calculamos:

$$k = 2 * \frac{12 * E * I}{H^3} = 2 * \frac{12 * 2.1 * 10^6 \frac{kg}{cm^2} * 59,7 cm^4}{(240 cm)^3} =$$

$$k = 217,65 \frac{kg}{cm}$$

$$K = 2 * k = 435,21 \frac{kg}{cm}$$

$$\text{La masa vale } m = \frac{P}{g} = \frac{378kg}{981 \frac{cm}{s^2}} = 0.385 \frac{kg.s^2}{cm}$$

$$\text{La frecuencia natural } \omega_n = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{435,21 \frac{kg}{cm}}{0,385 \frac{kg.s^2}{cm}}} = 33,62 \frac{rad}{s}$$

$$\text{El frecuencia en Hz vale } f_n = \frac{\omega_n}{2.\pi} = \frac{33,62 \frac{rad}{s}}{2*3.14} = 5,35 \text{ Hz}$$

De esta manera podemos afirmar que la frecuencia natural tiene el valor de 5,35 Hz.

Ahora utilizando el software Solidworks determinaremos mediante un análisis de frecuencia cuales son las frecuencias naturales f_n de la estructura, que servirán para contrastar nuestro calculo analítico; luego suponiendo la frecuencia de trabajo de la extrusora compararemos sus valores y podremos obtener como conclusión cual sería la frecuencia de trabajo que generaría resonancia sobre nuestra estructura.

Definición de Análisis de frecuencia transcripto de Solidworks: “Un sólido alterado de su posición de descanso tiende a vibrar a ciertas frecuencias denominadas naturales o resonantes. Para cada frecuencia natural, el sólido adquiere una determinada forma denominada forma modal. El análisis de frecuencia calcula las frecuencias naturales y las formas modales asociadas”

La teoría implica que nuestro cálculo de frecuencia natural debería coincidir con el cálculo de solidworks.

Obtenemos el siguiente cuadro de Frecuencias.

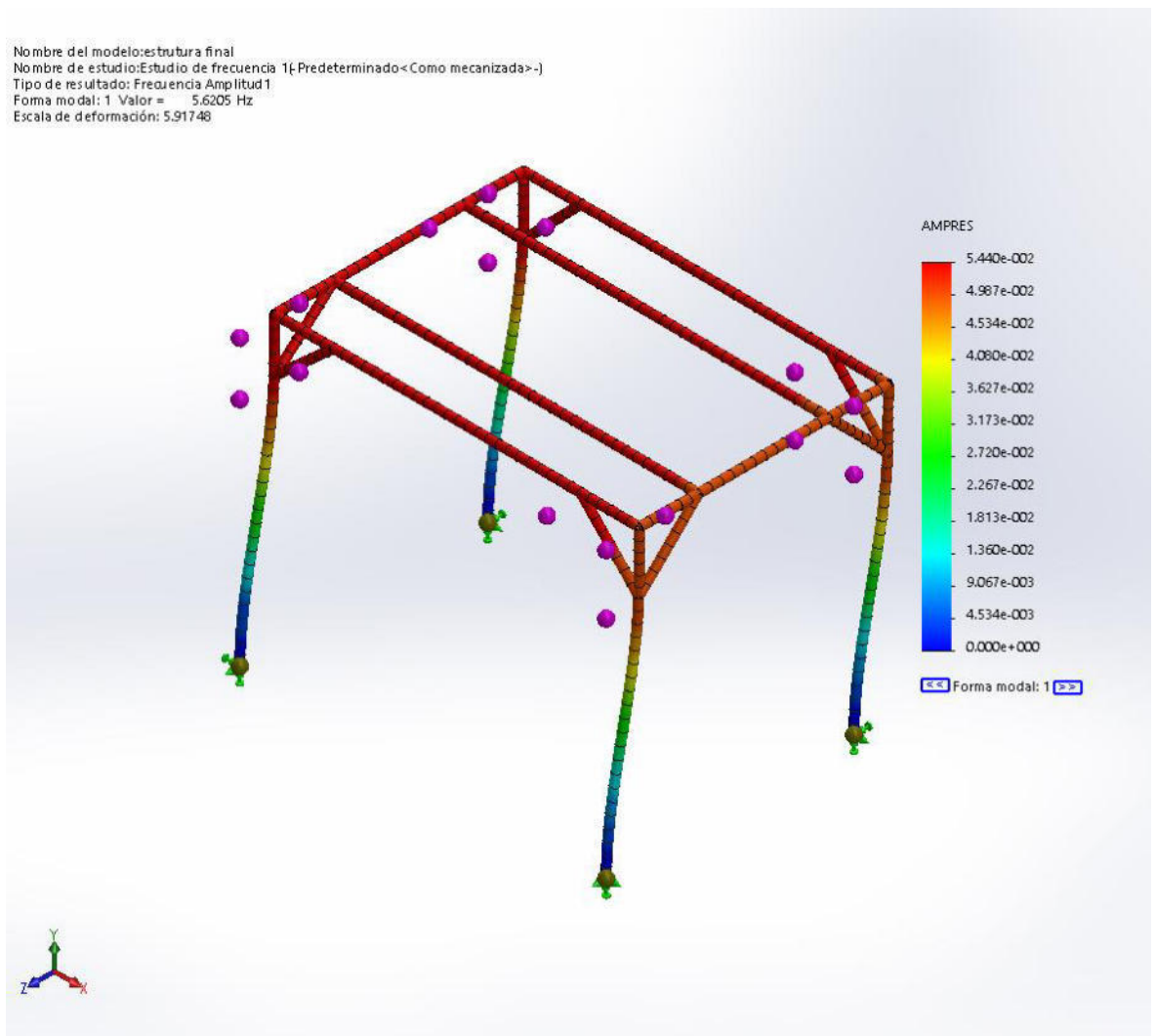
Lista de modos

Frecuencia nº.	Rad/seg	Hertz	Segundos
1	35.315	5.6205	0.17792
2	35.35	5.6261	0.17774
3	49.065	7.809	0.12806
4	168.62	26.837	0.037262
5	214.63	34.16	0.029274

Participación de masa (Normalizada)

Modo n°.	Frecuencia(Hertz)	Dirección X	Dirección Y	Dirección Z
1	5.6205	0.0049069	5.1753e-007	0.95116
2	5.6261	0.95146	4.3723e-007	0.0049358
3	7.809	0.00014326	1.2468e-007	0.00031201
4	26.837	2.9536e-007	2.9154e-008	1.527e-007
5	34.16	3.0371e-007	0.57361	1.1057e-006
		Sum X = 0.95651	Sum Y = 0.57361	Sum Z = 0.95641

Por ultimo mostramos el grafico que proporciona Solidwork con un ejemplo de cómo se comportaría la estructura si la frecuencia de trabajo es igual a la Frecuencia Natural, sufriendo deformaciones y desplazamientos.



Como vemos nuestro valor obtenido de F_n analíticamente fue de **5.35Hz**

El valor de F_n obtenido de solidworks es de **5,62Hz**

Concluimos en que los valores son muy similares. Ahora obtendremos la frecuencia de trabajo cuando este la extrusora en marcha.

$$F_t = 1500\text{rpm} = 25 \text{ rad/seg} = \mathbf{3,98 \text{ Hz}}$$

Las frecuencias naturales son diferentes de las **frecuencias forzadas o de trabajo**, que se producen aplicando fuerza a un objeto a una velocidad específica. la frecuencia forzada puede ocurrir a una frecuencia igual o diferente de la frecuencia natural.

- cuando la frecuencia forzada no es igual a la frecuencia natural, la amplitud de la onda resultante es pequeña.
- cuando la frecuencia forzada es igual a la frecuencia natural, se dice que el sistema experimenta "resonancia": la amplitud de la onda resultante es grande en comparación con otras frecuencias.

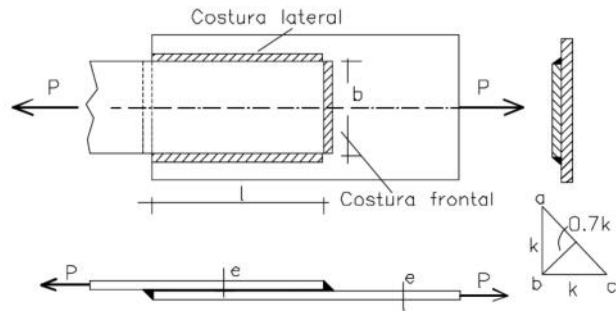
El fenómeno de la resonancia requiere por tanto:

- a) De un sistema elástico que presente frecuencias naturales de vibración
- b) De una fuerza externa de tipo periódico que actúe sobre el sistema elástico
- c) De una coincidencia entre ambos tipos de frecuencia y en el sentido y dirección.

Por ende concluimos que nuestra estructura no presentara resonancia ante las vibraciones o el esfuerzo que generara la extrusora en marcha.

3.9 Cálculos de las soldaduras.

Vamos a calcular la soldadura de las uniones de los perfiles de piso con los perfiles transversales, dichos perfiles están apoyados uno con el otro; es decir, el extremo del perfil de piso con el lateral del perfil transversal; verificando por la fórmula:



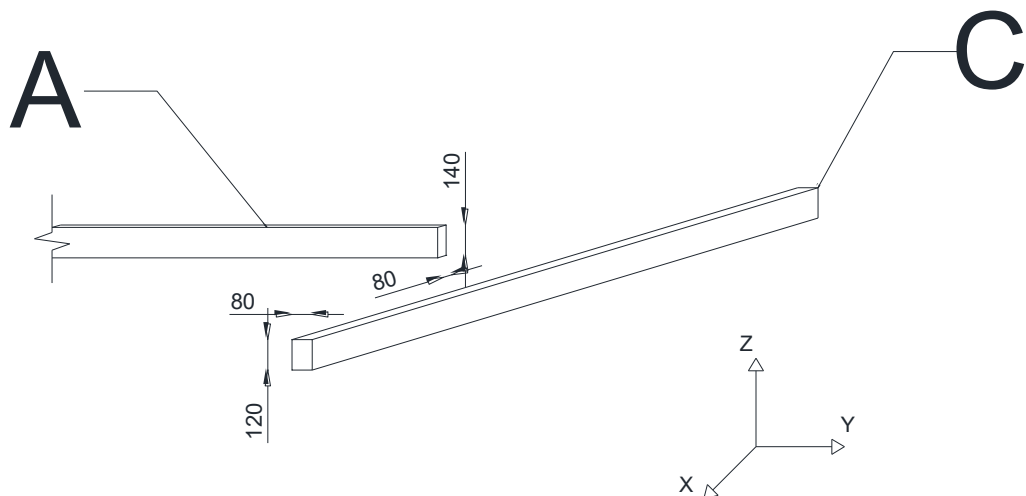
Al calcular las soldaduras en ángulo, se considera que la sección peligrosa de la costura coincide con el plano de la bisectriz del ángulo recto ABC. Así pues, el área de la sección peligrosa de una costura frontal es: $b \times 0.7 k$ y el de una costura lateral es: $l \times 0.7 k$, siendo k el cateto de la costura.

En el plano representado en la figura, el cateto es igual al espesor de las planchas. Las tensiones tangenciales se consideran distribuidas uniformemente en el área de la sección peligrosa. Teniendo en cuenta esta hipótesis, la carga admisible correspondiente a la costura serán:

$$T_{adm \text{ frontal}} = (b \cdot 0.7 k) \cdot \tau_{adm}$$

$$T_{adm \text{ lateral}} = (L \cdot 0.7 k) \cdot \tau_{adm}$$

3.9.1 Verifiquemos la soldadura del Perfil A y C:



Calculamos:➤ Fuerza frontal resistente:

Como vemos vamos a tener 3 soldaduras, las cuales van a reaccionar con fuerzas frontales en el plano X-Z.

• Fuerza frontal resistente en plano X-Z:

$$T_{admF_{A-C}}^{X-Z} = (b \times 0,7 \times k) \times \tau_{adm}$$

Dónde:

- b: ancho del perfil A.
- k: es el cateto de la soldadura, q tomamos igual al espesor del Perfil C (para nuestro caso 4mm).

Determinemos:

Para acero: $\sigma = 1.200 \text{ Kg/cm}^2$

$$\tau = 804 \text{ Kg/cm}^2$$

Entonces:

$$\tau_{adm} = \frac{\tau}{\eta_1 \times \eta_2} = \frac{804 \text{ Kg/cm}^2}{1,75 \times 1,5}$$

$$\tau_{adm} = 306 \text{ Kg/cm}^2$$

Dónde:

η_1 : Coeficiente de seguridad = 1,75.

η_2 : Coeficiente de arranque en frio o fatiga = 1,5;

Entonces:

$$T_{admF_{A-C}}^{X-Z} = (8 \text{ cm} \times 0,7 \times 0,4 \text{ cm}) \times 306 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\underline{T_{admF_{A-C}}^{X-Z} = 685,44 \text{ kg}}$$

- Fuerza lateral resistente en plano X-Z:

$$T_{admF_{A-C}}^{X-Z} = (l \times 0,7 \times k) \times \tau_{adm}$$

Dónde:

- l: alto del perfil C.
- k: es el cateto de la soldadura, q tomamos igual al espesor del Perfil C (para nuestro caso 4mm).

Determinemos:

Para acero: $\sigma = 1.200 \text{ Kg/cm}^2$

$$\tau = 804 \text{ Kg/cm}^2$$

Entonces:

$$\tau_{adm} = \frac{\tau}{\eta_1 \times \eta_2} = \frac{804 \text{ Kg/cm}^2}{1,75 \times 1,5}$$

$$\tau_{adm} = 306 \text{ Kg/cm}^2$$

Dónde:

η_1 : Coeficiente de seguridad = 1,75.

η_2 : Coeficiente de arranque en frio o fatiga = 1,5;

Entonces:

$$T_{admF_{A-C}}^{Y-Z} = (12 \text{ cm} \times 0,7 \times 0,4 \text{ cm}) \times 306 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T_{admF_{A-C}}^{Y-Z} = 1028,16 \text{ kg}$$

Verificamos:

Para conseguir una junta resistente, es necesario que la resistencia total admisible de la costura de soldadura no sea inferior a la fuerza que actúa sobre la junta:

$$T_{admF_{A-C}}^{X-Z} + 2 \times T_{admF_{A-C}}^{Y-Z} > F_A$$

$$685,44 \text{ kg} + 2 \times 1028,16 \text{ kg} > 750 \text{ kg}$$

$$\underline{2.741,76 \text{ kg} > 750 \text{ kg}}$$

Como vemos se verifica que el cordón de soldadura va a soportar bien los esfuerzos, manteniendo unidos los perfiles soldados.

Bibliografía Consultada.

- Gomez, Jorge Hurtado. Introducción a la Dinámica de estructuras. Universidad de Colombia.
- Apuntes de Cátedra Estabilidad.
- Apuntes de Cátedra Diseño y Fabricación Asistida con Solidworks.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

PLANTA PROCESADORA DE ACEITE DE SOJA

CAPÍTULO 4

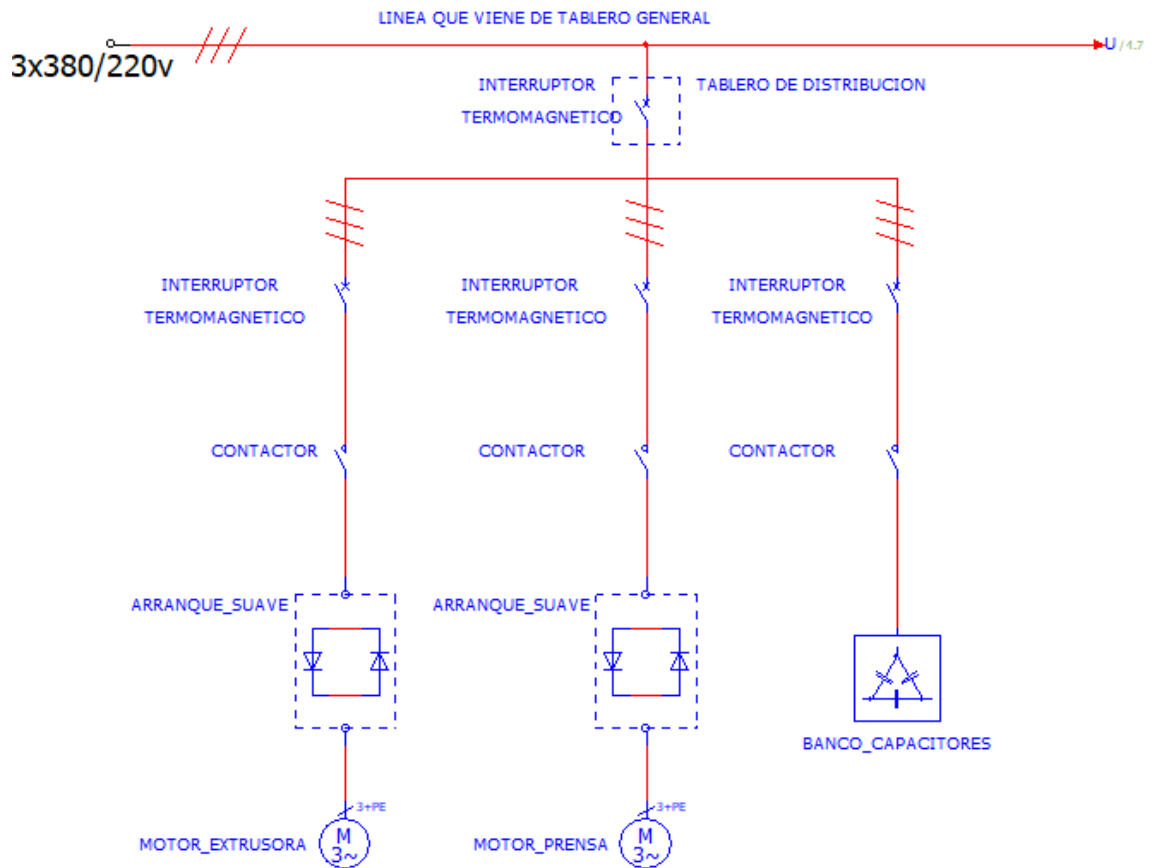
CÁLCULO ELÉCTRICO

4.1 - Introducción.

En el siguiente capítulo determinaremos y verificaremos la correcta selección de conductores; protecciones y corrección de potencia (cálculo y selección de baterías de condensadores) para las nuevas máquinas empleadas en las mejoras propuestas.

Para complejizar los cálculos evaluaremos la mejor opción para instalar el método de arranque que seleccionaremos; de manera de obtener la mejor configuración de elementos del circuito eléctrico; una mejora adicional al tener la menor corriente circulante y el beneficio económico adicional al no tener que sobredimensionar los elementos del circuito.

4.2 - Diagrama Eléctrico Unifilar.



Siguiendo el esquema unifilar seleccionaremos en base a los motores a utilizar los distintos componentes de la instalación a detallar: interruptores, contactores (si hace falta se instalará), método de arranque y banco de capacitores.

4.3 - Selección de Motores:

Las maquinas detalladas llevan Motores Trifásicos de inducción Jaula de Ardilla; la extrusora utiliza un motor de 150HP de potencia, la prensa utiliza un motor de 100HP de potencia.

Adjuntamos datos de los detalles característicos de los motores según tabla del fabricante ABB:

- Una Extrusora

<i>Motor Tipo M2QA 315S4A;</i>	<i>P = 147 HP;</i>
<i>cos φ = 0,88;</i>	<i>Frecuencia 50 Hz 4 polo;</i>
<i>In = 192 A;</i>	<i>Is/In = 6,9; v = 1486 rpm;</i>
<i>Fs = 1,15;</i>	<i>Peso : 930 Kg;</i>

- Motor de Prensa

<i>Motor Tipo M2QA 225S4A;</i>	<i>P = 100 HP;</i>
<i>cos φ = 0,87;</i>	<i>Frecuencia : 50 Hz 4 polo;</i>
<i>In = 133 A;</i>	<i>Is/In = 6,5; v = 1480 rpm;</i>
<i>Fs = 1,15;</i>	<i>Peso: 534 Kg;</i>

Potencia [kW]	[HP]	Tipo	r/min	Eficiencia [%]			Factor de potencia			Corriente			Torque			Momento de inercia		Peso [kg]	Ruido [dBA]	
				50	75	100	50	75	100	FS	In [A]	Is/In	Ivacio [A]	Tn [Nm]	Ts [Nm]	Tmax [Nm]	J=1/4GD2 [kgm2]			
4 polos = 1500 r/min				400 V			50 Hz			Diseño básico										
0,25	0,34	M2QA	71 M4A	1395	59,8	63,3	65,5	0,55	0,66	0,72	1,15	0,77	5,2	0,6	1,7	2,1	2,7	0,00053	11	43
0,37	0,5	M2QA	71 M4B	1395	63,6	69,4	68,5	0,55	0,68	0,75	1,15	1,0	5,2	0,7	2,5	2,1	2,7	0,00066	11	45
0,55	0,74	M2QA	80 M4A	1410	68,3	71,4	73,5	0,52	0,65	0,72	1,15	1,5	5,2	1,1	3,7	2,4	2,7	0,00145	16	46
0,75	1	M2QA	80 M4B	1415	72,1	75,2	74,5	0,53	0,67	0,75	1,15	1,9	6,0	1,4	5,1	2,4	2,6	0,00174	17	46
1	1,5	M2QA	90 S4A	1400	74,7	77,8	77,5	0,61	0,73	0,78	1,15	2,7	6,0	1,5	7,5	2,3	2,4	0,00254	21	52
1,5	2	M2QA	90 L4A	1390	78,2	79,2	78,5	0,63	0,75	0,79	1,15	3,5	6,0	1,8	10,3	2,3	2,6	0,00317	25	52
2,2	2,9	M2QA	100 L4A	1430	80,0	82,3	81,5	0,65	0,78	0,81	1,15	4,9	6,0	2,8	14,7	2,3	2,7	0,00679	32	53
3	4	M2QA	100 L4B	1420	82,2	82,5	82,8	0,67	0,79	0,83	1,15	6,3	6,5	3,1	20,2	2,3	2,8	0,00862	36	53
4	5,4	M2QA	112 M4A	1430	82,3	84,6	85,0	0,64	0,77	0,82	1,15	8,3	6,5	4,8	26,7	2,3	2,8	0,01306	45	56
5,5	7,4	M2QA	132 S4A	1430	86,2	87,1	86,0	0,59	0,71	0,85	1,15	10,9	6,5	4,6	37	2,3	2,9	0,02673	60	59
7,5	10	M2QA	132 M4A	1440	88,0	88,3	88,5	0,60	0,72	0,85	1,15	14,4	6,5	5,9	50	2,3	2,7	0,03432	73	59
11	15	M2QA	160 M4A	1460	89,0	90,0	89,5	0,72	0,84	0,85	1,15	20,9	6,5	8,4	72	2,4	2,8	0,06543	116	66
15	20	M2QA	160 L4A	1460	89,5	90,4	90,0	0,75	0,84	0,86	1,15	28	6,5	9,4	98	2,3	2,4	0,09349	137	66
18,5	25	M2QA	180 M4A	1470	89,1	90,9	91,0	0,79	0,88	0,86	1,15	34	6,5	13,9	120	2,3	3,0	0,16049	170	66
22	29	M2QA	180 L4A	1470	89,2	90,0	91,5	0,75	0,84	0,88	1,15	39	6,5	16,4	143	2,4	3,0	0,18046	186	66
30	40	M2QA	200 L4A	1470	91,0	91,8	92,2	0,77	0,86	0,88	1,15	53	6,5	22	195	2,2	2,9	0,28190	254	71
37	50	M2QA	225 S4A	1480	89,9	91,2	92,6	0,76	0,83	0,85	1,15	67	7,0	29	239	2,2	2,7	0,37000	308	73
45	60	M2QA	225 M4A	1480	90,0	91,7	92,8	0,79	0,86	0,87	1,15	80	7,0	32	290	2,2	2,7	0,42000	335	73
55	74	M2QA	250 M4A	1480	90,6	91,3	93,4	0,83	0,90	0,87	1,15	98	7,0	27	355	2,4	2,7	0,78000	450	76
75	101	M2QA	280 S4A	1480	93,1	93,9	94,0	0,83	0,84	0,87	1,15	133	6,5	33	484	2,4	2,3	1,10000	534	78
90	121	M2QA	280 M4A	1480	93,9	94,5	94,2	0,83	0,87	0,87	1,15	158	7,2	41	581	2,3	2,7	1,35000	592	78
110	147	M2QA	315 S4A	1486	92,2	93,5	94,5	0,83	0,88	0,88	1,15	192	6,9	51	707	2,1	2,9	2,85960	930	80
132	177	M2QA	315 M4A	1486	93,9	94,0	94,8	0,83	0,88	0,88	1,15	229	6,9	58	848	2,1	2,8	3,18480	1030	80

Tabla de Motores de inducción según catálogo ABB

4.4 - SELECCIÓN DE PROTECCIONES Y CONDUCTORES.

En un capítulo anexo hemos detallado la instalación existente, además calculamos las Icc que sirven para seleccionar los interruptores y la correcta filiación de los mismos para que las protecciones sean las adecuadas.

Para esta nueva línea de producción se instalará un nuevo Interruptor Automático en el tablero de distribución existente: debe soportar 292 A y una Icc = 16 kA.

Seleccionamos: **INTERRUPTOR COMPACT NSX630F:**

- 4P.
- I: 320 A.
- Icu: 36 KA.
- Ref.: LV432815.

Para determinar la sección de los conductores y protecciones, nos basaremos en la norma de AEA (Asociación Eléctrica Argentina) la cual establece:

AEA:

En todas las instalaciones, deben ser previstos dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores de un circuito antes que ella pueda provocar un daño por calentamiento a la aislación, a las conexiones, a los terminales o al ambiente que rodea a los conductores.

La característica de funcionamiento u operación de un dispositivo de protección de un cable o un conductor contra las sobrecargas debe satisfacer las dos condiciones siguientes:

1. $I_B \leq I_N \leq I_Z$;
2. $I_2 \leq 1,45 \times I_Z$;

Dónde:

- I_B : Corriente de proyecto;
- I_Z : Corriente admisible del cable;
- I_2 : Corriente efectiva de operación o disparo seguro para dispositivo de protección
 - Disparo seguro de los pequeños interruptores automáticos conforme a IEC 60898:

$$I_2 = 1,45 \times I_n$$
 - Disparo seguro de los pequeños interruptores automáticos conforme a IEC 60947-2:

$$I_2 = 1,3 \times I_n$$

- I_n : Corriente nominal del dispositivo de protección;

Comenzamos determinando la corriente de proyecto:

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi; \quad \rightarrow I_B = \frac{P_1}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi_1}$$

Debemos verificar:

- Primero verificamos la caída de tensión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \operatorname{sen} \varphi)$$

- Para motores: $\Delta U_{\%} \leq 5 \%$;
- Para iluminarias: $\Delta U_{\%} \leq 3 \%$;

- Segundo verificamos al corto circuito:

Primero vemos el tiempo en que actúa la protección.

$$I_{cc_{falla}} = \frac{C \times S}{\sqrt{t}}$$

- si $t \leq 0,1 \text{ seg}$ $I_{cc_f}^2 \times t \leq C^2 \times S^2$
 $\rightarrow I_{cc_f}^2 \times t = \text{dato suministrado por fabricante (protección)}$
- si $0,1 \leq t \leq 0,5 \text{ seg}$ $S = \frac{I_{cc_f} \times \sqrt{t}}{C}$

4.5 - Cálculos para determinar secciones de los cables de alimentación de las máquinas.

4.5.1 - Extrusora:

Primero determinemos la corriente:

$$P = \sqrt{3} \times U_L \times I_L \times \cos \varphi \times \mu$$

$$\rightarrow I_{Ext} = \frac{P_{Ext}}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos \varphi_{Ext} \cdot \mu} = \frac{147 \text{ HP} \cdot 0,746 \text{ KW/HP}}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ KV} \cdot 0,88 \cdot 0,945}$$

$$\underline{\underline{I_{Ext} = 190,33 \text{ [28,357}^\circ \text{ A}}}}$$

Como vemos el cálculo coincide con el valor de placa: $I_{ext} = 192 \text{ A}$; vamos a usar la corriente de placa del motor.

Afectamos la corriente por el factor de simultaneidad:

$$I_{Ext} = I_{Ext} \times F_s = 192 \text{ A} \times 0,9$$

$$\underline{\underline{I_{Ext} = 172,8 \text{ A}}}$$

Factor de corrección:

En caso de que las condiciones de la instalación no sean las referencias antes citadas, deberán aplicarse los factores de corrección para determinar la Intensidad máxima admisible en servicio.

FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

En el caso de que la temperatura ambiente fuera distinta de 40° C, se aplicará el factor de corrección correspondiente, tomado de la tabla que sigue.

T.(°C)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Fact.	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,84	0,77

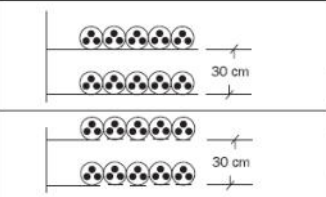
Adopto:

$$\text{Temperatura: } 40^\circ \text{C} \rightarrow \eta_1 = 1;$$

FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO

En la tabla siguiente se indican los factores de corrección a aplicar en los agrupamientos de varios circuitos constituidos por cables unipolares o multipolares, de acuerdo con el tipo de instalación. Esto se debe a que el cable de alimentación del motor de la extrusora va a ir instalado por la bandeja de cables existente, donde están instalados los cables tripolares que alimentan los motores del resto de las máquinas de la planta.

c-1) Tendidos en bandejas continuas, o en bandejas perforadas en contacto entre sí.

	Nº de bandejas	Nº de cables por bandeja			
		2	3	6	9
	1	0,84	0,80	0,75	0,73
	2	0,80	0,76	0,71	0,69
	3	0,78	0,74	0,70	0,68
	6	0,76	0,72	0,68	0,66

De tabla adoptamos:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Cant. de Bandejas: 1} \\ \text{Nº de cables por Bandejas: 9} \end{array} \right\} \rightarrow \eta_2 = 0,73;$$

La corriente vale:

$$I_{CON1} = \frac{I_{Ext}}{\eta_1 \times \eta_2} = \frac{172,8 \text{ A}}{1 \times 0,73}$$

$$I_{CON1} = 236,712 \text{ A}$$

Adoptamos un conductor PIRELLI.

Sección nominal	Método F Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares en contacto			Método G Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares separados un	
	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
mm ²					
4 (12)	36	29	30	39	34
6 (12)	46	37	39	51	44
10 (12)	64	52	55	70	62
16 (12)	86	71	74	96	84
25	114	96	99	127	113
35	141	119	124	157	141
50	171	145	151	191	171
70	218	199	196	244	221
95	264	230	239	297	271
120	306	268	279	345	315
150	353	310	324	397	365
185	403	356	371	453	418
240	475	422	441	535	495
300	547	488	511	617	573
400	656	571	599	741	692

Adoptamos un cable:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Instalación al Aire} \\ \text{Sección } 120 \text{ mm}^2 \\ \text{3 cables unipolares (9)} \end{array} \right\} \rightarrow I_n = 279 \text{ A};$$

4.5.2 - Selección de interruptor para línea de extrusora:

Debe cumplir según lo calculado en el anexo con $I_n = 172,8 \text{ A}$ y $I_{cc} = 13,5 \text{ kA}$

Del catálogo de Schneider, adoptamos un interruptor automático:

NSX250B: I: 250 A. (regulado a 200A)

- Icu: 25 KA.
- Ref.: LV431395.

Verificamos

I- Iz de conductor:

$$1. \quad I_B \leq I_N \leq I_Z;$$

$$\underline{172,8 \text{ A} \leq 200 \text{ A} \leq 279 \text{ A}}$$

$$2. \quad I_2 \leq 1,45 \times I_Z \rightarrow I_2 = 1,45 \times I_n$$

$$1,45 \times 200 \text{ A} \leq 1,45 \times 279 \text{ A}$$

$$\underline{290 \text{ A} \leq 404,55 \text{ A}}$$

II- Caída de tensión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I_{arr} \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi)$$

Utilizando un arranque suave, determinamos la corriente de arranque:

$$\frac{I_{ARR_{Ext}}}{I_{Ext}} = 3 \quad \rightarrow \quad I_{ARR_{Ext}} = 3 \times I_{Ext} = 3 \times 172,8 \text{ A}$$

$$\underline{I_{ARR_{Ext}} = 518,4 \text{ A}}$$

El cable 120 mm², calculamos la resistencia y la reactancia.

$$\left. \begin{array}{l} R_{Ext} = 0,194 \text{ } \Omega / \text{Km} \\ X_{Ext} = 0,139 \text{ } \Omega / \text{Km} \end{array} \right\}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 518,4 \text{ A} \times 0,02 \text{ Km} \times (0,194 \text{ } \Omega/\text{km} \times 0,88 + 0,139 \text{ } \Omega/\text{km} \times 0,474)$$

$$\Delta U = 4,248 \text{ V} \quad \rightarrow \Delta U_{\%} = \frac{\Delta U}{U_n} = \frac{4,248 \text{ V}}{380 \text{ V}}$$

$$\underline{\Delta U_{\%} = 1,118 \% \leq 5 \%}$$

III- Al corto circuito:

Primero vemos el tiempo en que actúa la protección.

$$I_{cc_{falla}} = \frac{C \times S}{\sqrt{t}}$$

$$\text{si } t \leq 0,1 \text{ seg} \quad I_{cc_f}^2 \times t \leq C^2 \times S^2$$

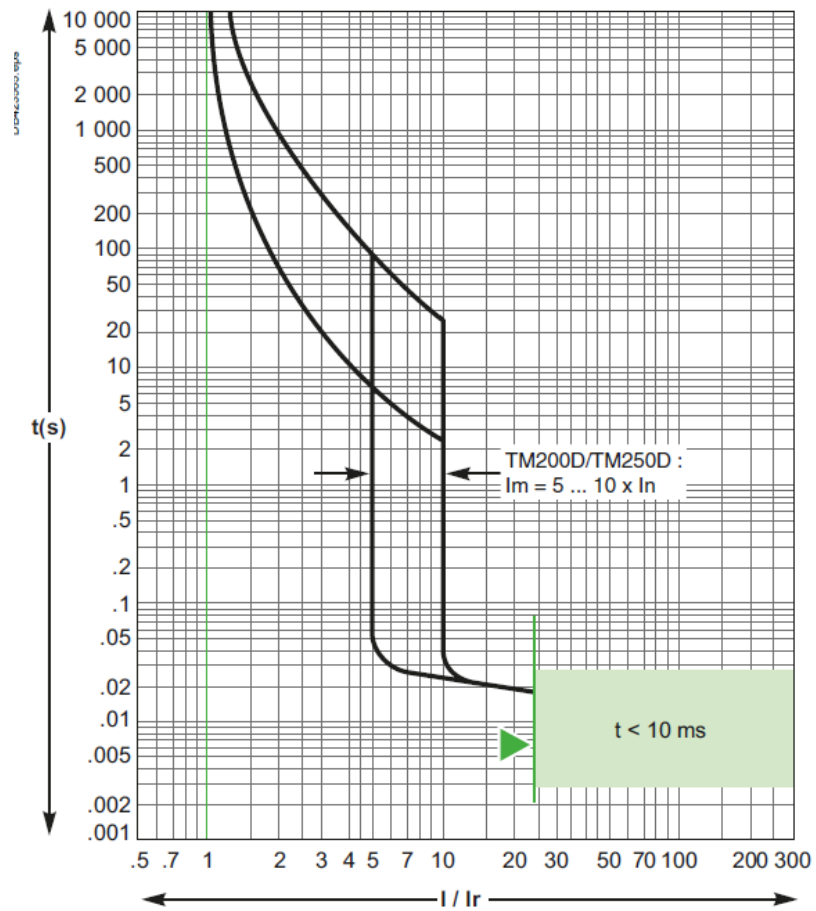
$$\rightarrow I_{cc_f}^2 \times t = \text{dato suministrado por fabricante(proteccion)}$$

$$\text{si } 0,1 \leq t \leq 0,5 \text{ seg} \quad S = \frac{I_{cc_f} \times \sqrt{t}}{C}$$

Para la protección del cable del motor uno debemos verificarlo para las dos corrientes de cortocircuito:

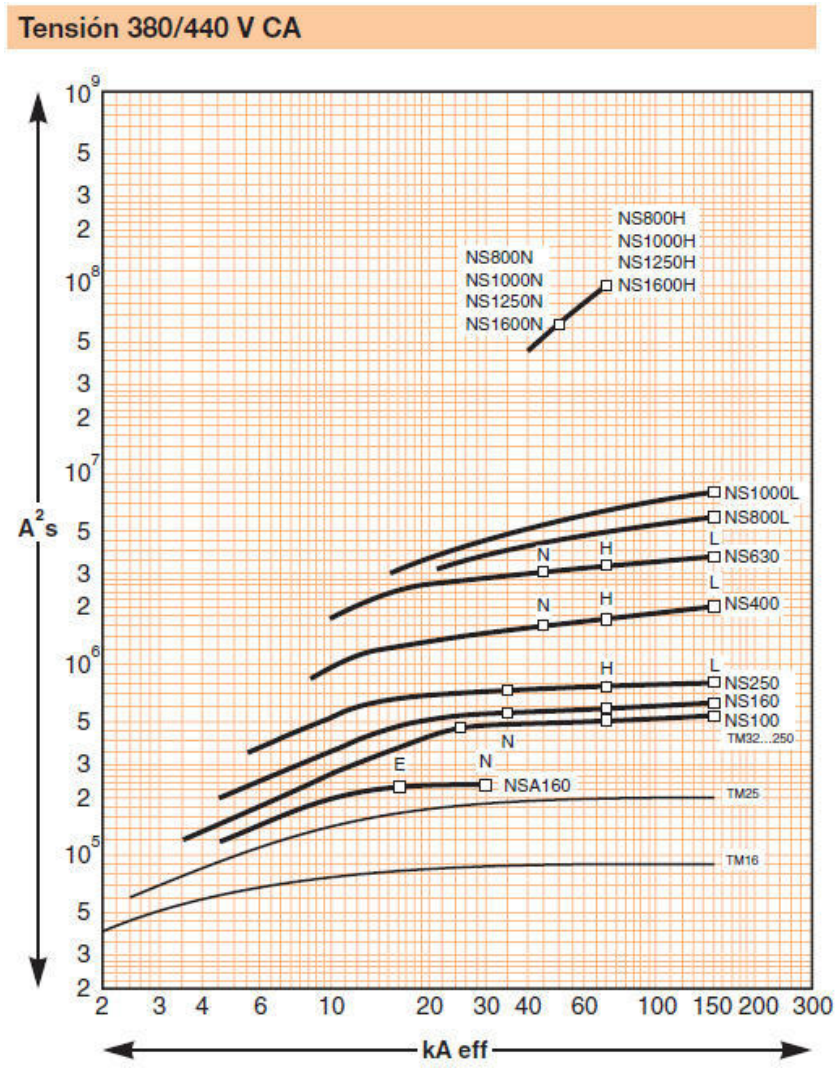
Icc en el punto C: corriente de cortocircuito máximo en el cable del motor:

TM200D / TM250D



Para determinar el tiempo de actuación, entramos por debajo de la curva con $\frac{I_{cc}}{I_n}$.

$$\frac{I_{cc}}{I_n} = \frac{13,5 \text{ kA}}{200 \text{ A}} = 67,5 \rightarrow t < 0,1 \text{ seg}$$



Entonces determinamos:

$$I_{ccf}^2 \times t = 7 \times 10^5$$

Verificamos:

$$I_{ccf}^2 \times t \leq C^2 \times S^2$$

$$7 \times 10^5 \leq 115^2 \times (120 \text{ mm}^2)^2$$

$$7 \times 10^5 \leq 1,91 \times 10^8$$

4.5.3 - Prensa:

Primero determinemos la corriente:

$$P = \sqrt{3} \times U_L \times I_L \times \cos \varphi \times \mu$$

$$\rightarrow I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos \varphi_p \cdot \mu} = \frac{100 \text{ HP} \cdot 0,746 \text{ KW/HP}}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ KV} \cdot 0,87 \cdot 0,94}$$

$$\underline{\underline{I_p = 131,66 \text{ [29,541}^\circ \text{ A}}}$$

Como vemos el cálculo coincide con el valor de placa: $I_p = 133 \text{ A}$; vamos a usar la corriente de placa del motor.

Afectamos la corriente por el factor de simultaneidad:

$$I_p = I_p \times F_s = 133 \text{ A} \times 0,9$$

$$\underline{\underline{I_p = 119,7 \text{ A}}}$$

Factor de corrección:**FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA**

T.(°C)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Fact.	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,84	0,77

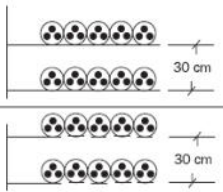


Adopto:

$$\text{Temperatura: } 40^\circ \text{C} \rightarrow \eta_1 = 1;$$

FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO

En la tabla siguiente se indican los factores de corrección a aplicar en los agrupamientos de varios circuitos constituidos por cables unipolares o multipolares, de acuerdo con el tipo de instalación. Esto se debe a que el cable de alimentación del motor de la prensa va a ir instalado por la bandeja de cables existente, donde están instalados los cables tripolares que alimentan los motores del resto de las máquinas de la planta.

c-1) Tendidos en bandejas continuas, o en bandejas perforadas en contacto entre sí.

	Nº de bandejas	Nº de cables por bandeja			
		2	3	6	9
	1	0,84	0,80	0,75	0,73
	2	0,80	0,76	0,71	0,69
	3	0,78	0,74	0,70	0,68
	6	0,76	0,72	0,68	0,66

Adopto:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Cant. de Bandejas: } 1 \\ \text{Nº de cables por Bandejas: } 9 \end{array} \right\} \rightarrow \eta_2 = 0,73;$$

La corriente vale:

$$I_{CON_2} = \frac{I_P}{\eta_1 \times \eta_2} = \frac{119,7 A}{1 \times 0,73}$$

$$I_{CON_2} = 163,972 A$$

Adoptamos un conductor PIRELLI.

Sección nominal	Método F Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares en contacto			Método G Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares separados un	
	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
mm ²					
4 (12)	36	29	30	39	34
6 (12)	46	37	39	51	44
10 (12)	64	52	55	70	62
16 (12)	86	71	74	96	84
25	114	96	99	127	113
35	141	119	124	157	141
50	171	145	151	191	171
70	218	199	196	244	221
95	264	230	239	297	271
120	306	268	279	345	315
150	353	310	324	397	365
185	403	356	371	453	418
240	475	422	441	535	495
300	547	488	511	617	573
400	656	571	599	741	692

Adoptamos un cable:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Instalación al Aire} \\ \text{Sección } 70 \text{ mm}^2 \\ \text{3 cables unipolares (9)} \end{array} \right\} \rightarrow I_n = 196 A;$$

4.5.4 - Selección de interruptor para línea de prensa:

Debe cumplir según lo calculado en el anexo con $I_n = 119,7 \text{ A}$ y $I_{cc} = 13,5 \text{ kA}$

Del catálogo de Schneider, adoptamos un interruptor automático: **NSX160B**

- I: 125 A.
- Icu: 25 KA.
- Ref.:LV433820.

Verificamos**I- Iz de conductor:**

$$1. I_B \leq I_N \leq I_Z;$$

$$\underline{119,7 \text{ A} \leq 125 \text{ A} \leq 196 \text{ A}}$$

$$2. I_2 \leq 1,45 \times I_Z \rightarrow I_2 = 1,45 \times I_n$$

$$1,45 \times 125 \text{ A} \leq 1,45 \times 196 \text{ A}$$

$$\underline{181,25 \text{ A} \leq 284,2 \text{ A}}$$

II- Caída de tensión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I_{arr} \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \text{sen } \varphi);$$

Utilizando un arranque suave, determinamos la corriente de arranque:

$$\frac{I_{ARRP}}{I_P} = 3 \rightarrow I_{ARRP} = 3 \times I_P = 3 \times 119,7 \text{ A}$$

$$\underline{I_{ARRExt} = 359,1 \text{ A}}$$

El cable 70 mm², calculamos la resistencia y la reactancia.

$$\left. \begin{aligned} R_P &= 0,326 \text{ } \Omega/\text{Km} \\ X_P &= 0,143 \text{ } \Omega/\text{Km} \end{aligned} \right\}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 359,1 \text{ A} \times 0,02 \text{ Km} \times (0,326 \text{ } \Omega/\text{km} \times 0,87 + 0,143 \text{ } \Omega/\text{km} \times 0,493)$$

$$\Delta U = 7,629 \text{ V} \rightarrow \Delta U_{\%} = \frac{\Delta U}{U_n} = \frac{7,629 \text{ V}}{380 \text{ V}}$$

$$\underline{\Delta U_{\%} = 2,007 \% \leq 5 \%}$$

III- Al corto circuito:

Primero vemos el tiempo en que actúa la protección.

$$I_{cc_{falla}} = \frac{C \times S}{\sqrt{t}}$$

si $t \leq 0,1 \text{ seg}$ $I_{cc_f}^2 \times t \leq C^2 \times S^2$

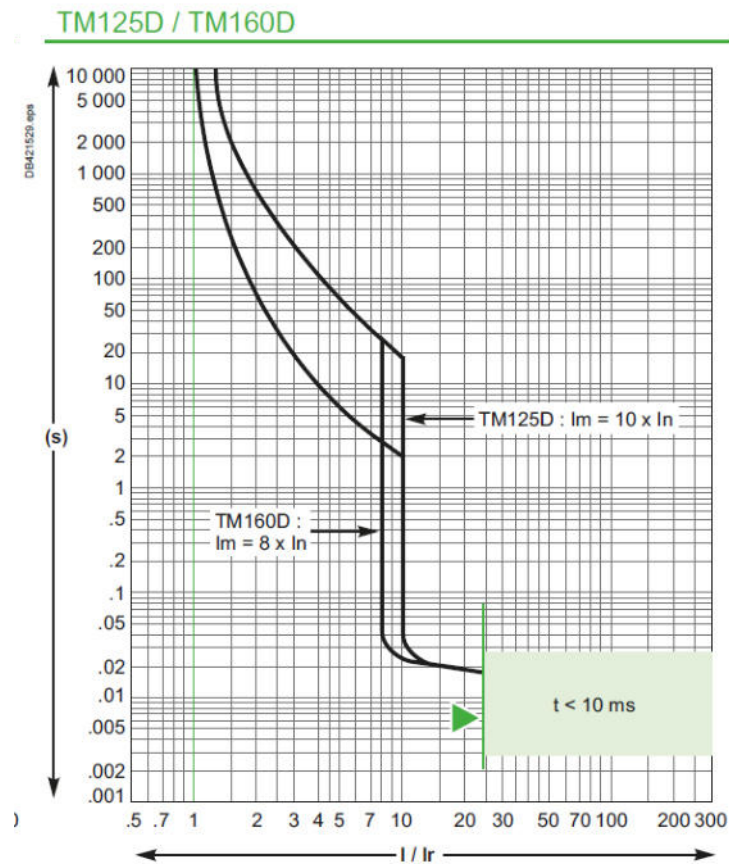
$\rightarrow I_{cc_f}^2 \times t = \text{dato suministrado por fabricante(proteccion)}$

si $0,1 \leq t \leq 0,5 \text{ seg}$ $S = \frac{I_{cc_f} \times \sqrt{t}}{C}$

Determinemos el tiempo de actuación.

Para la protección del cable del motor uno debemos verificarlo para las dos corrientes de cortocircuito:

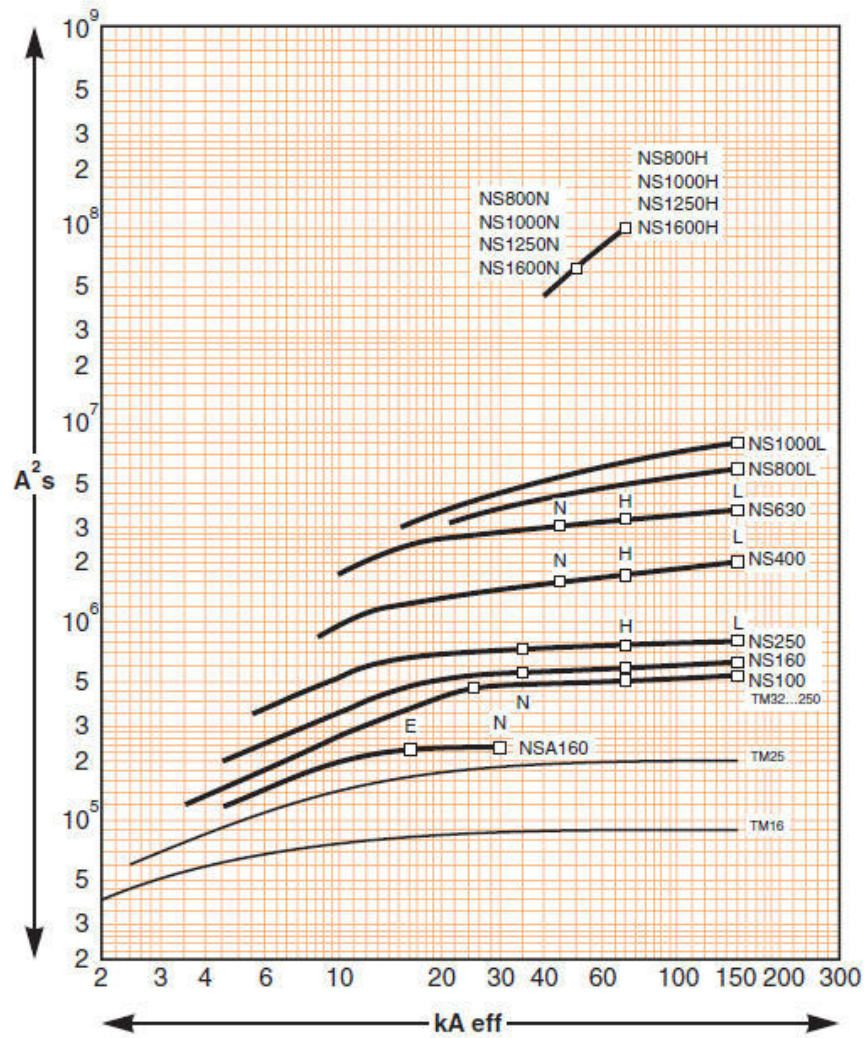
Icc en el punto C: corriente de cortocircuito máximo en el cable del motor:



Para determinar el tiempo de actuación, entramos por debajo de la curva con $\frac{I_{cc}}{I_n}$.

$$\frac{I_{cc}}{I_n} = \frac{13,5 \text{ KA}}{125 \text{ A}} = 108 \rightarrow t < 0,1 \text{ seg}$$

Tensión 380/440 V CA



Entonces determinamos:

$$I_{cc}^2 \times t = 4 \times 10^5$$

Verificamos:

$$I_{cc}^2 \times t \leq C^2 \times S^2$$

$$4 \times 10^5 \leq 115^2 \times (70 \text{ mm}^2)^2$$

$$4 \times 10^5 \leq 6,48 \times 10^7$$

4.6 - Cálculo para determinar elementos de arranque de Extrusora y prensa; comparación de distintos esquemas de conexión del arranque:

Para el arranque del motor de la extrusora podemos elegir entre dos opciones, un convencional arranque estrella-triángulo, (opción más económica pero actualmente en desuso) o la selección de un arranque suave, opción moderna y de amplia aplicación en la actualidad, ya que es la opción más elegida por los instaladores para el arranque y protección integral de motores de 75 HP en adelante. El arranque suave provee un sistema de protección muy completo tanto para el motor como para la máquina y mayor seguridad y eficiencia en las maniobras, prolongando la vida útil del motor.

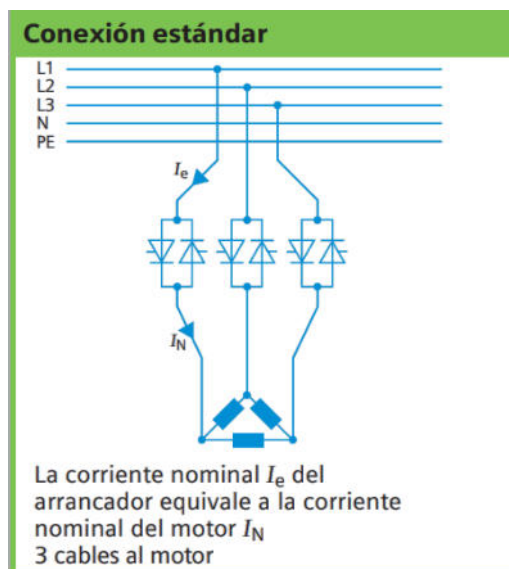
Para esta selección de elementos no hace falta la instalación de un contactor para las maniobras.

4.6.1 - Arranque suave directo

4.6.1.1 – Arranque suave directo Extrusora.

Adoptamos elementos Schneider para 110 KW:

- Arranque suave Altistar 48 ATS 48C21Q 210 A 230-415 V



Para este primer cálculo el arranque suave se conectará en conexión estándar.

La corriente del arrancador equivale a la corriente Nominal del Motor I_N

Conclusión:

Seleccionamos:

- 3 Cables unipolares de 120 mm²;
- Interruptor automático: Schneider NSX250B de In:200 A;
- Arranque suave ATS48C21Q

4.6.1.2 - Arranque suave directo Prensa.

Para el caso del motor de 100 HP de la prensa también optamos por la utilización de un arranque suave, que como mencionamos en el punto anterior, es la opción más utilizada en la actualidad, si bien es costosa es muy alto el grado de protección que provee tanto al motor como a la máquina.

En esta selección de elementos no hace falta un contactor para las maniobras, solo instalaremos un arranque suave.

Adoptamos elementos Schneider para 100 HP ~ 75 KW

- Arranque suave Altistart 48 ATS48C14Q 140A 230/415 V;

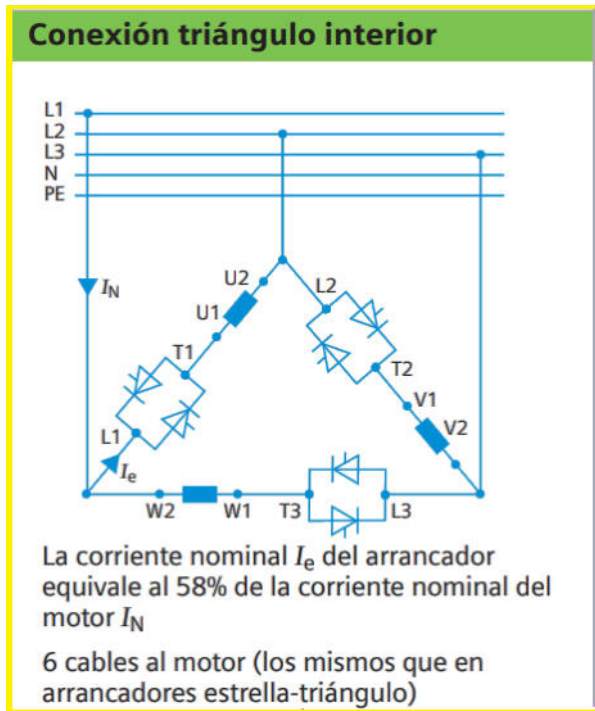
Conclusión:

Seleccionamos:

- 3 Cables unipolares de 70 mm²;
- Interruptor automático: Schneider NSX160B de In:125 A;
- Arranque suave ATS48C14Q.

4.6.2 - Cálculos con Arranque suave en Triangulo.

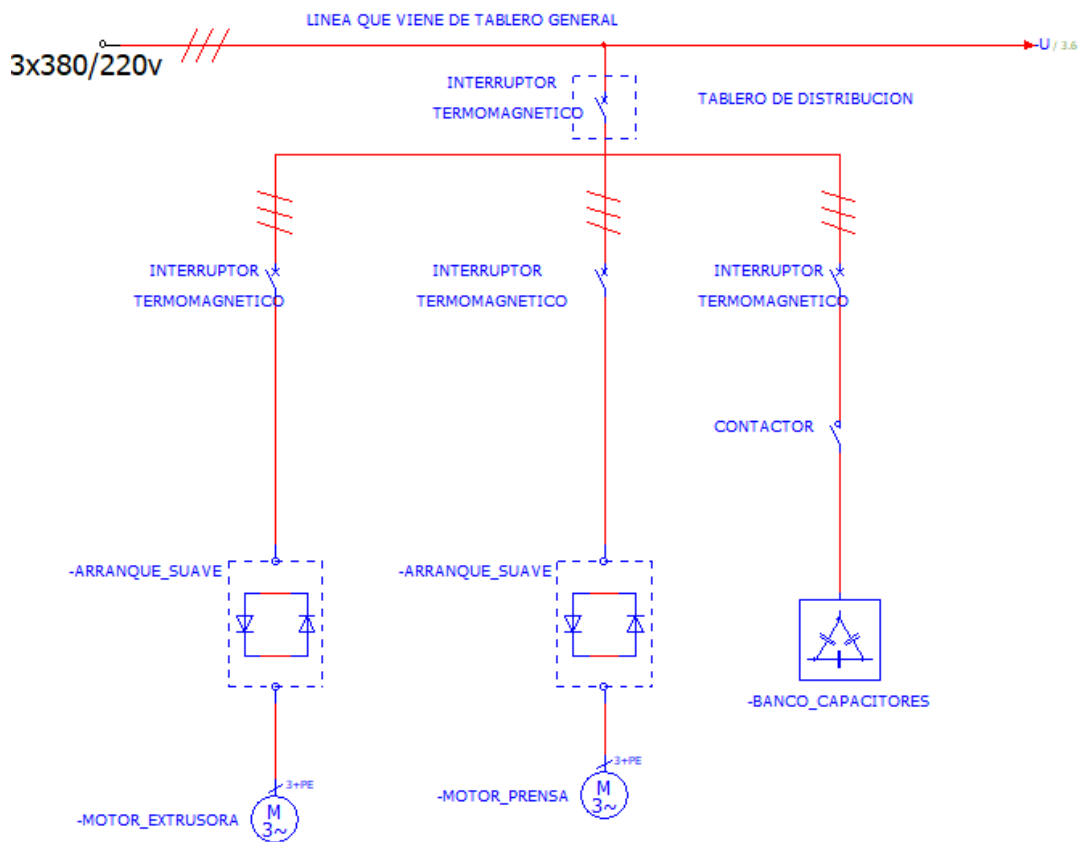
Ahora repetiremos los cálculos cambiando el esquema de conexión del arranque suave, se conectará el arranque suave dentro del esquema de triangulo del motor.



Para este ejemplo la corriente del arranque suave equivale al 58% de la corriente nominal del Motor

Pero se necesitan 6 cables que lleguen al motor.

Nuevo diagrama unifilar.



Seleccionamos los arranques suaves para este cálculo:

- **Selección de arranque suave Extrusora:**

Según catalogo Schneider:

Motor		Arrancador 230 / 400 V (+ 10% - 15%) - 50 / 60 Hz		
Potencia indicada en la placa del motor		Corriente máx. permanente en clase 10	Calibre ICL	Referencia del arrancador
230 V	400 V			
kW	kW	A	A	
7,5	15	29	29	ATS 48D17Q
9	18,5	38	38	ATS 48D22Q
15	22	55	55	ATS 48D32Q
18,5	30	66	66	ATS 48D38Q
22	45	81	81	ATS 48D47Q
30	55	107	107	ATS 48D62Q
37	55	130	130	ATS 48D75Q
45	75	152	152	ATS 48D88Q
55	90	191	191	ATS 48C11Q
75	110	242	242	ATS 48C14Q
90	132	294	294	ATS 48C17Q
110	160	364	364	ATS 48C21Q

Adoptamos: **ATS 48C14Q Pot: 110 KW/150 HP I: 242 A.**

- **Selección de arranque suave Prensa:**

Según catalogo Schneider:

Motor		Arrancador 230 / 400 V (+ 10% - 15%) - 50 / 60 Hz		
Potencia indicada en la placa del motor		Corriente máx. permanente en clase 10	Calibre ICL	Referencia del arrancador
230 V	400 V			
kW	kW	A	A	
7,5	15	29	29	ATS 48D17Q
9	18,5	38	38	ATS 48D22Q
15	22	55	55	ATS 48D32Q
18,5	30	66	66	ATS 48D38Q
22	45	81	81	ATS 48D47Q
30	55	107	107	ATS 48D62Q
37	55	130	130	ATS 48D75Q
45	75	152	152	ATS 48D88Q
55	90	191	191	ATS 48C11Q
75	110	242	242	ATS 48C14Q
90	132	294	294	ATS 48C17Q
110	160	364	364	ATS 48C21Q

Adoptamos: **ATS 48D88Q Pot: 75 KW/100 HP I: 152 A.**

Para el arranque en estrella necesitaremos 6 cables los cuales tienen que llevar una corriente $\frac{I_L}{\sqrt{3}}$. Para ello recalculamos la corriente a soportar por los cables:

4.6.2.1 - Calculo Sección Cable y Protecciones Extrusora:

La corriente vale 192 A, vamos a usar la corriente de placa, afectado por Fs es 172,8 A.

$$I_{ext\Delta} = \frac{I_{Ext}}{\sqrt{3}} = \frac{172,8 A}{\sqrt{3}} = \underline{99,766 A}$$

FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

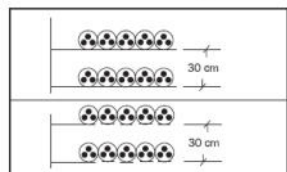
T.(°C)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Fact.	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,84	0,77

Adopto:

$$\text{Temperatura: } 40\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow \eta_1 = 1;$$

FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO

c-1) Tendidos en bandejas continuas, o en bandejas perforadas en contacto entre sí.

	N° de bandejas	N° de cables por bandeja			
		2	3	6	9
1	1	0,84	0,80	0,75	0,73
2	2	0,80	0,76	0,71	0,69
3	3	0,78	0,74	0,70	0,68
6	6	0,76	0,72	0,68	0,66

Adopto:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Cant. de Bandejas: } 1 \\ \text{N° de cables por Bandejas: } 9 \end{array} \right\} \rightarrow \eta_2 = 0,73;$$

La corriente vale:

$$I_{CON1} = \frac{I_{Ext\Delta}}{\eta_1 \times \eta_2} = \frac{99,766 A}{1 \times 0,73}$$

$$\underline{I_{CON1} = 136,665 A}$$

Adoptamos un conductor PIRELLI.

Sección nominal mm ²	Método F Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares en contacto			Método G Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares separados un	
	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
4 (12)	36	29	30	39	34
6 (12)	46	37	39	51	44
10 (12)	64	52	55	70	62
16 (12)	86	71	74	96	84
25	114	96	99	127	113
35	141	119	124	157	141
50	171	145	151	191	171
70	218	199	196	244	221
95	264	230	239	297	271
120	306	268	279	345	315
150	353	310	324	397	365
185	403	356	371	453	418
240	475	422	441	535	495
300	547	488	511	617	573
400	656	571	599	741	692

Adoptamos un cable:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Instalación al Aire} \\ \text{Sección } 50 \text{ mm}^2 \\ \text{6 cable Unipolares (9)} \end{array} \right\} \rightarrow I_n = 151 \text{ A};$$

SEGUNDO CALCULAMOS LAS PROTECCIONES:**Protección del cable:**

Como la Corriente nominal de línea no cambia, utilizaremos el mismo interruptor seleccionado en el punto anterior, del catálogo de Schneider, adoptamos un interruptor automático: NSX250B Ref.: LV431395

Características:

- Ir: 250 A (lo regulamos a 200 A);
- Icc: 25 kA;

Verificamos

I- Caída de tensión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I_{arr} \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi)$$

Utilizando un arranque suave, determinamos la corriente de arranque:

$$\frac{I_{ARR_{Ext}}}{I_{Ext}} = 3 \quad \rightarrow \quad I_{ARR_{Ext}} = 3 \times I_{Ext} = 3 \times 99,766 \text{ A} = 299,298 \text{ A}$$

$$\underline{I_{ARR_{Ext}} \cong 299,5 \text{ A}}$$

El cable 50 mm², calculamos la resistencia y la reactancia.

$$\left. \begin{aligned} R_{Ext} &= 0,462 \text{ } \Omega/\text{Km} \\ X_{Ext} &= 0,147 \text{ } \Omega/\text{Km} \end{aligned} \right\}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 299,5 \text{ A} \times 0,02 \text{ Km} \times (0,462 \text{ } \Omega/\text{km} \times 0,88 + 0,147 \text{ } \Omega/\text{km} \times 0,474)$$

$$\Delta U = 4,9409 \text{ V} \quad \rightarrow \quad \Delta U_{\%} = \frac{\Delta U}{U_n} = \frac{4,9409 \text{ V}}{380 \text{ V}}$$

$$\underline{\Delta U_{\%} = 1,3 \% \leq 5 \%}$$

II- Al corto circuito:

Verificado en el punto anterior.

Conclusión:

Seleccionamos:

- 6 Cable unipolares de 50 mm²;
- Interruptor automático: Schneider NSX250B de In:200 A;

4.6.2.2 - Calculo sección Cable y Protecciones Prensa:

La corriente de placa es 133 A, vamos a usar la corriente de placa, afectado por Fs es 119,7 A.

$$I_{P_{\Delta}} = \frac{I_P}{\sqrt{3}} = \frac{119,7 \text{ A}}{\sqrt{3}} = \underline{69,108 \text{ A}}$$

Factor de corrección:

FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

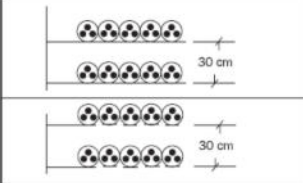
T.(°C)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Fact.	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,84	0,77

Adopto:

$$\text{Temperatura: } 40\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow \eta_1 = 1;$$

FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO

c-1) Tendidos en bandejas continuas, o en bandejas perforadas en contacto entre sí.

	N° de bandejas	N° de cables por bandeja			
		2	3	6	9
	1	0,84	0,80	0,75	0,73
	2	0,80	0,76	0,71	0,69
	3	0,78	0,74	0,70	0,68
	6	0,76	0,72	0,68	0,66

Adopto:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Cant. de Bandejas: } 1 \\ \text{N° de cables por Bandejas: } 9 \end{array} \right\} \rightarrow \eta_2 = 0,73;$$

La corriente vale:

$$I_{CON_2} = \frac{I_P}{\eta_1 \times \eta_2} = \frac{69,108 \text{ A}}{1 \times 0,73}$$

$$\underline{I_{CON_2} = 94,669 \text{ A}}$$

Adoptamos un conductor PIRELLI.

Sección nominal mm ²	Método F Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares en contacto			Método G Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares separados un	
	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
4 (12)	36	29	30	39	34
6 (12)	46	37	39	51	44
10 (12)	64	52	55	70	62
16 (12)	86	71	74	96	84
25	114	96	99	127	113
35	141	119	124	157	141
50	171	145	151	191	171
70	218	199	196	244	221
95	264	230	239	297	271
120	306	268	279	345	315
150	353	310	324	397	365
185	403	356	371	453	418
240	475	422	441	535	495
300	547	488	511	617	573
400	656	571	599	741	692

Adoptamos un cable:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Instalación al Aire} \\ \text{Sección } 25 \text{ mm}^2 \\ \text{6 cable Unipolares (9)} \end{array} \right\} \rightarrow I_n = 99 \text{ A};$$

Protección del cable:

Como la Corriente nominal de línea no cambia, utilizaremos el mismo interruptor seleccionado en el punto anterior, del catálogo de Schneider, adoptamos un interruptor automático: NSX160B Ref.: LV433820

Características:

- I_r: 125 A;
- I_{cc}: 25 kA;

Verificamos

I- Caída de tensión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I_{arr} \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi);$$

Utilizando un arranque suave, determinamos la corriente de arranque:

$$\frac{I_{ARRP}}{I_P} = 3 \quad \rightarrow \quad I_{ARRP} = 3 \times I_P = 3 \times 69,108 \text{ A} = 207,324 \text{ A}$$

$$\underline{I_{ARR_{Ext}} \cong 207,5 \text{ A}}$$

El cable 25 mm², calculamos la resistencia y la reactancia.

$$\left. \begin{array}{l} R_p = 0,933 \ \Omega/Km \\ X_p = 0,154 \ \Omega/Km \end{array} \right\}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 207,5 \text{ A} \times 0,02 \text{ Km} \times (0,933 \ \Omega/km \times 0,85 + 0,154 \ \Omega/km \times 0,554)$$

$$\Delta U = 6,314 \text{ V} \quad \rightarrow \quad \Delta U_{\%} = \frac{\Delta U}{U_n} = \frac{6,314 \text{ V}}{380 \text{ V}}$$

$$\underline{\Delta U_{\%} = 1,662 \% \leq 5 \%}$$

II- Al corto circuito:

Verificado en el punto anterior.

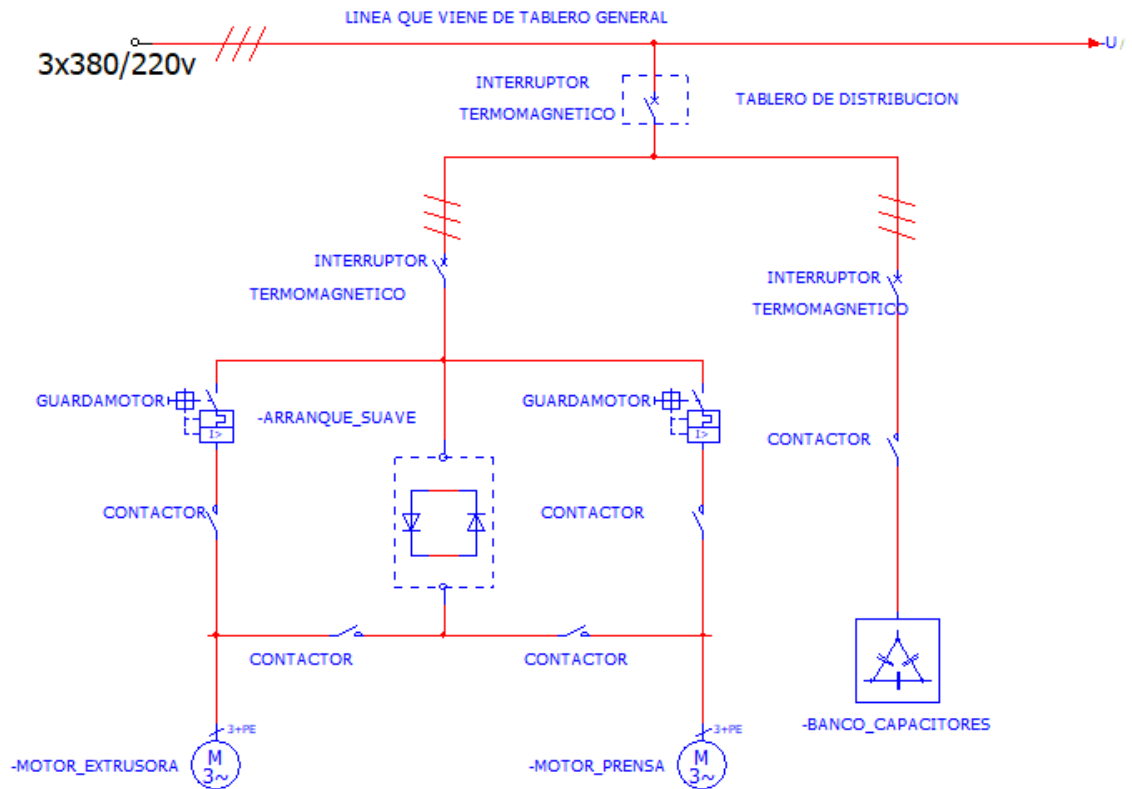
Conclusión:

Seleccionamos:

- 6 Cable Unipolares de 25 mm²;
- Interruptor automático: Schneider NSX160B de In: 125 A;

4.6.3 - Cálculos con Arranque suave en bypass.

En este cálculo utilizaremos un solo arrancador suave para encender los dos motores, y por medio de 4 Contactores maniobramos para desconectar el arrancador y dejar conectado directo a la alimentación a los motores.



El arrancador suave lo vamos a seleccionar según la potencia del motor más grande:

- Adoptamos: **ATS 48C21Q Pot: 110 KW/150 HP I: 210 A.**

4.6.3.1 - Calculo Sección Cables y Protecciones Extrusora:

De catálogo la corriente del motor, afectado por Fs es 172,8 A.

FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

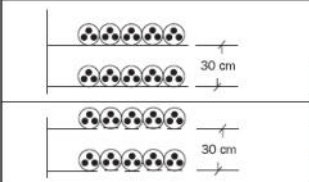
T.(°C)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Fact.	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,84	0,77

Adopto:

$$\text{Temperatura: } 40\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow \eta_1 = 1;$$

FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO

c-1) Tendidos en bandejas continuas, o en bandejas perforadas en contacto entre sí.

	N° de bandejas	N° de cables por bandeja			
		2	3	6	9
	1	0,84	0,80	0,75	0,73
	2	0,80	0,76	0,71	0,69
	3	0,78	0,74	0,70	0,68
	6	0,76	0,72	0,68	0,66

Adopto:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Cant. de Bandejas: } 1 \\ \text{N° de cables por Bandejas: } 9 \end{array} \right\} \rightarrow \eta_2 = 0,73;$$

La corriente vale:

$$I_{\text{CON}_1} = \frac{I_{\text{Ext}}}{\eta_1 \times \eta_2} = \frac{172,8 \text{ A}}{1 \times 0,73}$$

$$\underline{I_{\text{CON}_1} = 236,712 \text{ A}}$$

Adoptamos un conductor PIRELLI.

Sección nominal mm ²	Método F Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares en contacto			Método G Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares separados un	
	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
4 (12)	36	29	30	39	34
6 (12)	46	37	39	51	44
10 (12)	64	52	55	70	62
16 (12)	86	71	74	96	84
25	114	96	99	127	113
35	141	119	124	157	141
50	171	145	151	191	171
70	218	199	196	244	221
95	264	230	239	297	271
120	306	268	279	345	315
150	353	310	324	397	365
185	403	356	371	453	418
240	475	422	441	535	495
300	547	488	511	617	573
400	656	571	599	741	692

Adoptamos un cable:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Instalación al Aire} \\ \text{Sección } 120 \text{ mm}^2 \\ \text{3 cable Unipolares (9)} \end{array} \right\} \rightarrow I_n = 279 \text{ A};$$

SEGUNDO CALCULEMOS LAS PROTECCIONES:**Protección del cable:**

Del catálogo de Schneider, adoptamos un interruptor automático: NSX250B Ref.: LV431395

Características:

- I_r: 250 A; (regulado a 200A)
- I_{cc}: 25 kA;

Verificamos***I- I_z de conductor:***

$$1. \quad I_B \leq I_N \leq I_Z;$$

$$\underline{172,8 \text{ A} \leq 200 \text{ A} \leq 279 \text{ A}}$$

$$2. \quad I_2 \leq 1,45 \times I_Z \rightarrow I_2 = 1,45 \times I_n$$

$$1,45 \times 200 A \leq 1,45 \times 279 A$$

$$\underline{290 A \leq 404,55 A}$$

II- Caída de tensión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I_{arr} \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \operatorname{sen} \varphi)$$

Utilizando un arranque suave, determinamos la corriente de arranque:

$$\frac{I_{ARR_{Ext}}}{I_{Ext}} = 3 \quad \rightarrow \quad I_{ARR_{Ext}} = 3 \times I_{Ext} = 3 \times 172,8 A$$

$$\underline{I_{ARR_{Ext}} = 518,4 A}$$

El cable 120 mm², calculamos la resistencia y la reactancia.

$$\left. \begin{aligned} R_{Ext} &= 0,194 \, \Omega/Km \\ X_{Ext} &= 0,139 \, \Omega/Km \end{aligned} \right\}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 518,4 A \times 0,02 Km \times (0,194 \, \Omega/km \times 0,88 + 0,139 \, \Omega/km \times 0,474)$$

$$\Delta U = 4,248 V \quad \rightarrow \quad \Delta U_{\%} = \frac{\Delta U}{U_n} = \frac{4,248 V}{380 V}$$

$$\underline{\Delta U_{\%} = 1,118 \% \leq 5 \%}$$

III- Al corto circuito:

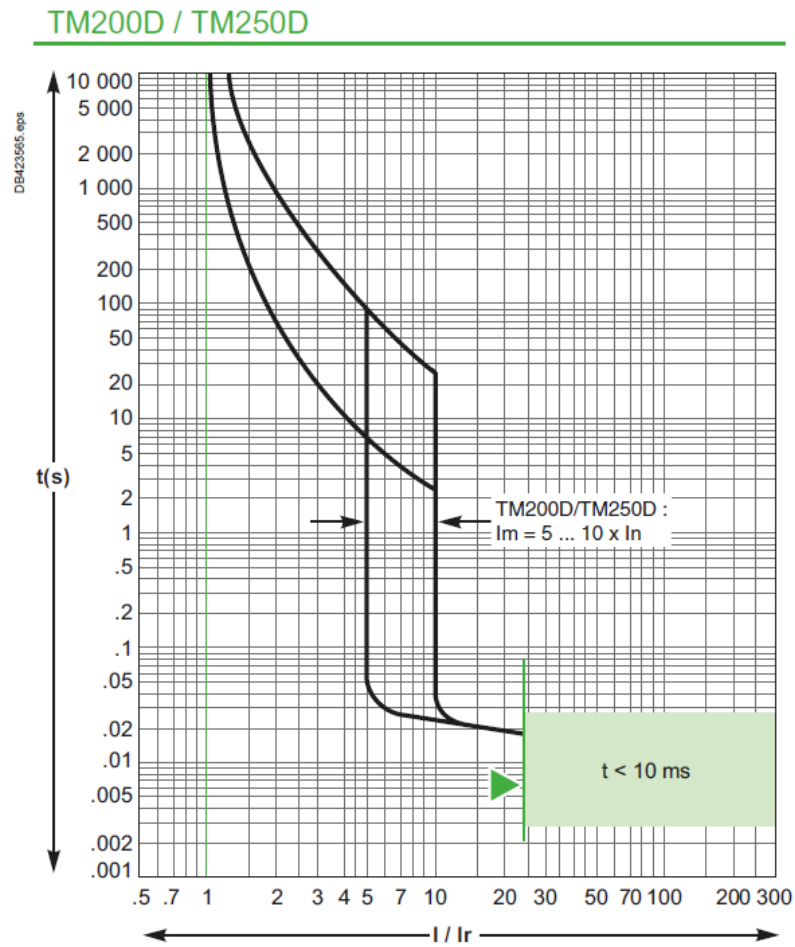
Primero vemos el tiempo en que actúa la protección.

$$I_{cc_{falla}} = \frac{C \times S}{\sqrt{t}}$$

- si $t \leq 0,1 \text{ seg}$ $I_{cc_f}^2 \times t \leq C^2 \times S^2$
 $\rightarrow I_{cc_f}^2 \times t = \text{dato suministrado por fabricante(protección)}$
- si $0,1 \leq t \leq 0,5 \text{ seg}$ $S = \frac{I_{cc_f} \times \sqrt{t}}{C}$

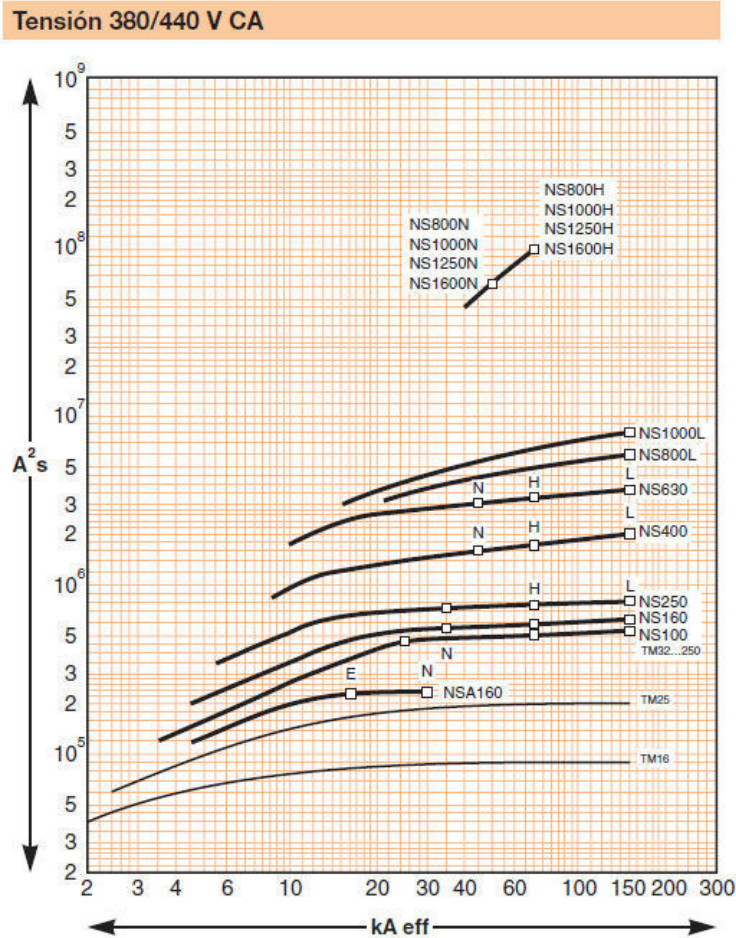
Para la protección del cable del motor uno debemos verificarlo para las dos corrientes de cortocircuito:

- I_{cc} en el punto C: corriente de cortocircuito máximo en el cable del motor:



Para determinar el tiempo de actuación, entramos por debajo de la curva con $\frac{I_{cc}}{I_n}$.

$$\frac{I_{cc}}{I_n} = \frac{13,5 \text{ KA}}{200 \text{ A}} = 67,5 \rightarrow t < 0,1 \text{ seg}$$



Entonces determinamos:

$$I_{cc_f}^2 \times t = 7 \times 10^5$$

Verificamos:

$$I_{cc_f}^2 \times t \leq C^2 \times S^2$$

$$7 \times 10^5 \leq 115^2 \times (120 \text{ mm}^2)^2$$

$$7 \times 10^5 \leq 1,91 \times 10^8$$

Determinamos la protección Extrusora:

Vamos a adoptar la selección de dos productos: un guarda motor termo magnético para protegerlo al cortocircuito y la sobrecarga y un contactor para las maniobras, para el comando cuando pasemos al motor directo.

Adoptamos elementos Schneider para 110 KW – Coordinación 2:

- Guarda motor: **GV7RS220** Reg.: 132 - 220 A;
- Contactor: **LC1F225** Iq: 70 KA;

Conclusión:

Seleccionamos:

- 3 Cable unipolares de 120 mm²;
- Interruptor automático: Schneider NSX250B de In:200 A;
- 2 Contactores: **LC1F225** Iq: 70 KA;
- Guarda motor: **GV7RS220** Reg.: 132 - 220 A;

4.6.3.2 - Calculo Sección Cables y Protecciones Prensa:

La corriente de placa es 133 A, vamos a usar la corriente de placa, afectado por Fs es 119,7 A

Factor de corrección:

FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

T.(°C)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Fact.	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,84	0,77

Adopto:

$$\text{Temperatura: } 40\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow \eta_1 = 1;$$

FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO

c-1) Tendidos en bandejas continuas, o en bandejas perforadas en contacto entre sí.

Nº de bandejas	Nº de cables por bandeja			
	2	3	6	9
1	0,84	0,80	0,75	0,73
2	0,80	0,76	0,71	0,69
3	0,78	0,74	0,70	0,68
6	0,76	0,72	0,68	0,66

Adopto:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Cant. de Bandejas: } 1 \\ \text{Nº de cables por Bandejas: } 9 \end{array} \right\} \rightarrow \eta_2 = 0,73;$$

La corriente vale:

$$I_{CON2} = \frac{I_p}{\eta_1 \times \eta_2} = \frac{119,7\text{ A}}{1 \times 0,73}$$

$$\underline{I_{CON2} = 163,972\text{ A}}$$

Adoptamos un conductor PIRELLI.

Sección nominal	Método F			Método G	
	Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares en contacto			Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares separados un	
mm ²	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
4 (12)	36	29	30	39	34
6 (12)	46	37	39	51	44
10 (12)	64	52	55	70	62
16 (12)	86	71	74	96	84
25	114	96	99	127	113
35	141	119	124	157	141
50	171	145	151	191	171
70	218	199	196	244	221
95	264	230	239	297	271
120	306	268	279	345	315
150	353	310	324	397	365
185	403	356	371	453	418
240	475	422	441	535	495
300	547	488	511	617	573
400	656	571	599	741	692

Adoptamos un cable:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Instalación al Aire} \\ \text{Sección } 70 \text{ mm}^2 \\ \text{3 cable Unipolares (9)} \end{array} \right\} \rightarrow I_n = 196 \text{ A};$$

Protección del cable:

Del catálogo de Schneider, adoptamos un interruptor automático: NSX160B Ref.: LV433820:

Características:

- I_r: 125 A;
- I_{cc}: 25 kA;

Verificamos

I- I_z de conductor:

$$1. I_B \leq I_N \leq I_Z;$$

$$\underline{119,7 \text{ A} \leq 125 \text{ A} \leq 196 \text{ A}}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad I_2 &\leq 1,45 \times I_Z \rightarrow I_2 = 1,45 \times I_n \\
 &1,45 \times 125 \text{ A} \leq 1,45 \times 196 \text{ A} \\
 &\underline{181,25 \text{ A} \leq 284,20 \text{ A}}
 \end{aligned}$$

II- Caída de tensión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I_{arr} \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi);$$

Utilizando un arranque suave, determinamos la corriente de arranque:

$$\begin{aligned}
 \frac{I_{ARRP}}{I_P} = 3 \quad \rightarrow \quad I_{ARRP} &= 3 \times I_P = 3 \times 119,7 \text{ A} \\
 \underline{I_{ARRExt} = 359,1 \text{ A}}
 \end{aligned}$$

El cable 70 mm², calculamos la resistencia y la reactancia.

$$\left. \begin{aligned}
 R_P &= 0,326 \text{ } \Omega / \text{Km} \\
 X_P &= 0,143 \text{ } \Omega / \text{Km}
 \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta U &= \sqrt{3} \times 359,1 \text{ A} \times 0,02 \text{ Km} \times (0,326 \text{ } \Omega / \text{km} \times 0,87 + 0,143 \text{ } \Omega / \text{km} \times 0,493) \\
 \Delta U &= 7,629 \text{ V} \quad \rightarrow \quad \Delta U_{\%} = \frac{\Delta U}{U_n} = \frac{7,629 \text{ V}}{380 \text{ V}} \\
 \underline{\Delta U_{\%} = 2,007 \% \leq 5 \%}
 \end{aligned}$$

III- Al corto circuito:

Primero vemos el tiempo en que actúa la protección.

$$I_{ccfalla} = \frac{C \times S}{\sqrt{t}}$$

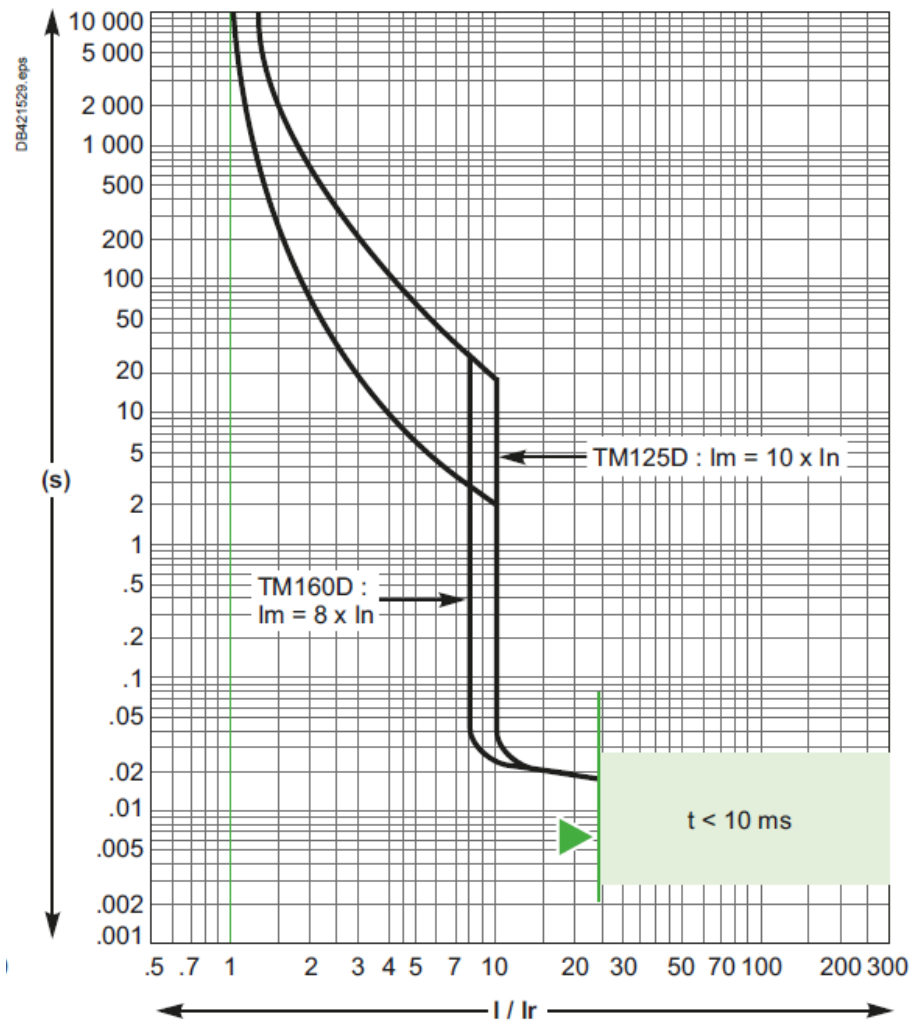
- si $t \leq 0,1 \text{ seg}$ $I_{ccf}^2 \times t \leq C^2 \times S^2$
 $\rightarrow I_{ccf}^2 \times t = \text{dato suministrado por fabricante (proteccion)}$
- si $0,1 \leq t \leq 0,5 \text{ seg}$ $S = \frac{I_{ccf} \times \sqrt{t}}{C}$

Determinemos el tiempo de actuación.

Para la protección del cable del motor uno debemos verificarlo para las dos corrientes de cortocircuito:

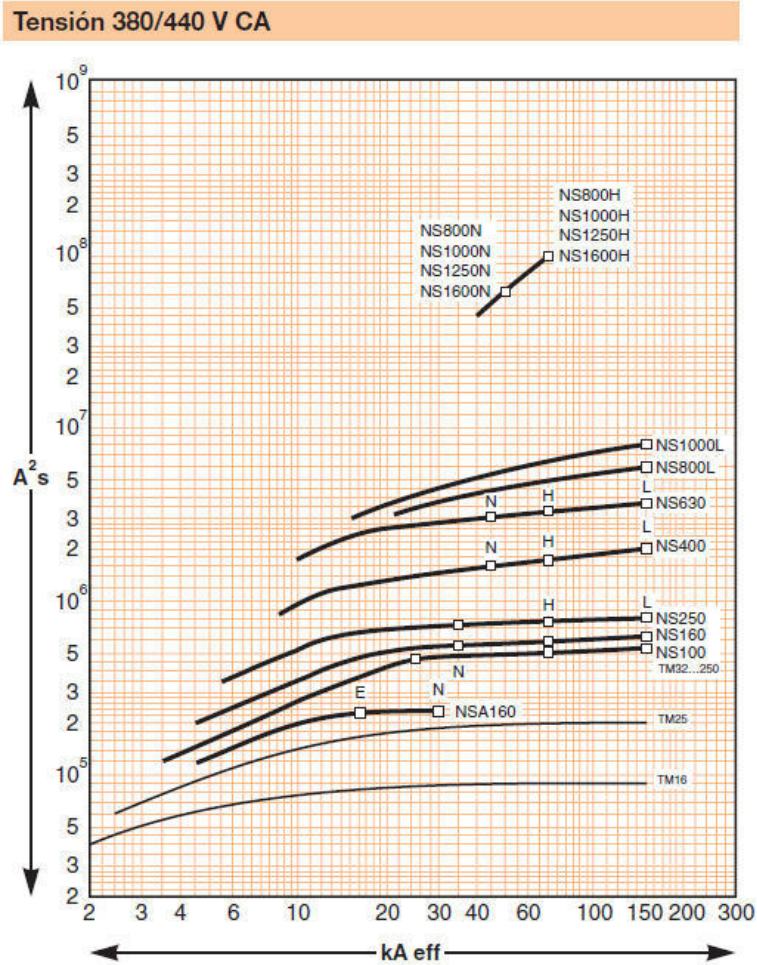
- Icc en el punto C: corriente de cortocircuito máximo en el cable del motor:

TM125D / TM160D



Para determinar el tiempo de actuación, entramos por debajo de la curva con $\frac{I_{cc}}{I_n}$.

$$\frac{I_{cc}}{I_n} = \frac{13,5 \text{ kA}}{125 \text{ A}} = 108 \rightarrow t < 0,1 \text{ seg}$$



Entonces determinamos:

$$I_{ccf}^2 \times t = 4 \times 10^5$$

Verificamos:

$$I_{ccf}^2 \times t \leq C^2 \times S^2$$

$$4 \times 10^5 \leq 115^2 \times (70 \text{ mm}^2)^2$$

$$\underline{4 \times 10^5 \leq 6,48 \times 10^7}$$

Determinamos la protección de la Prensa:

Vamos a adaptar la selección de dos productos: un guarda motor termo magnético para protegerlo al cortocircuito y la sobrecarga y un contactor para las maniobras, para cuando la prensa sea desconectada del arrancador suave y quede el motor conectado directo.

Adoptamos elementos Schneider para 100 HP ~ 75 KW – Coordinación 2:

- Guarda motor: **GV7RS150** Reg.: 90 - 150 A;
- Contactor: **LC1D150** Iq: 70 kA;

Conclusión:

Seleccionamos:

- 3 Cable Unipolares de 70 mm²;
- Interruptor automático: Schneider NSX160B de In:160 A;
- 2 Contactores: **LC1D150** Iq: 70 kA;
- Guarda motor: **GV7RS150** Reg.: 90 - 150 A;

4.7 - Comparación de los distintos métodos:

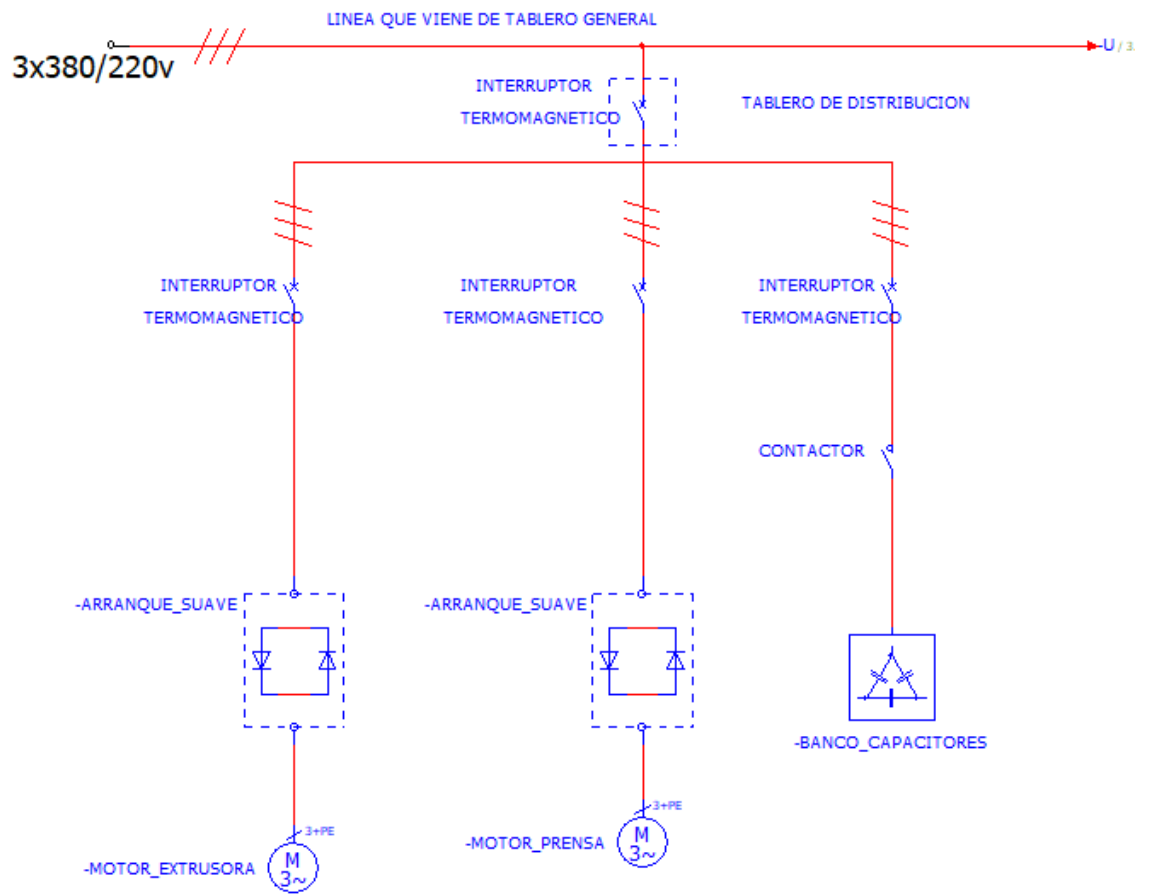
Habiendo calculado las distintas opciones de conjunto de elementos de conexión armamos un cuadro comparativo para evaluar la mejor opción.

Arranque Suave estándar			Arranque Suave Triangulo			Arranque Suave en ByPass		
Tipo	Cant.	Precio U\$s	Tipo	Cant.	Precio U\$s	Tipo	Cant.	Precio U\$s
NSX250B	1	1536	NSX250B	1	1536	NSX250B	1	1536
NSX160B	1	532	NSX160B	1	532	NSX160B	1	532
ATS 48C21Q	1	2402	ATS 48C14Q	1	1514	ATS 48C21Q	1	2402
ATS 48C14Q	1	1514	ATS 48D88Q	1	1196	Cable 120 mm ²	3/30m	2427
Cable 120mm ²	3/30m	2427	Cable 50 mm ²	6/30m	1701	Cable 70 mm ²	3/30m	1071
Cable 70mm ²	3/30m	1071	Cable 25 mm ²	6/30m	831	LC1F225	2	1738
						GV7RS220	1	625
						LC1D150	2	1117
						GV7RS150	1	542
TOTAL		9482	TOTAL		7310	TOTAL		11990

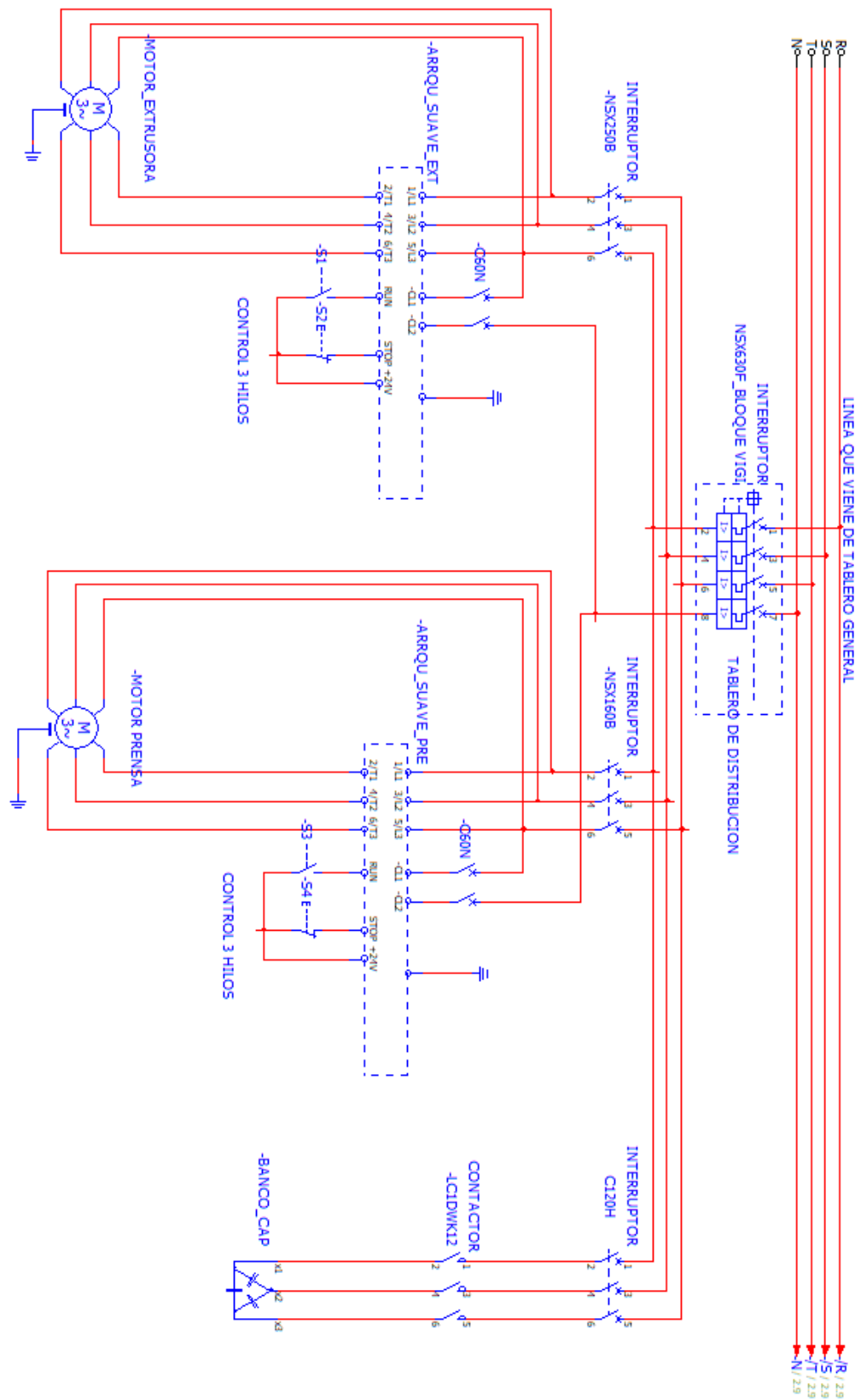
La opción de Arranque suave en Triángulo es la más económica y por ende será la elegida para armar el circuito de arranque de los motores.

Para protección del comando del Arranque suave; que consume 400 W, y además tomamos la Icc antes de los motores cuyo valor es 13,5 kA, con esto seleccionamos un Interruptor Schneider C60N 2P curva C ref 24986 Icc 10 kA.

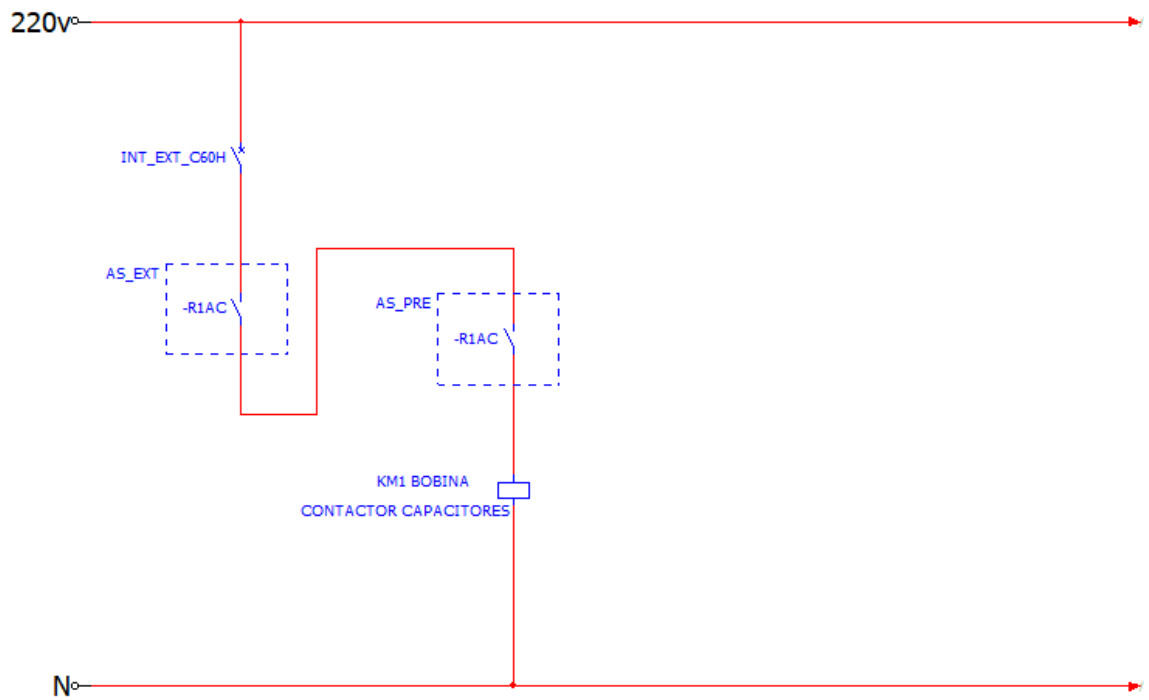
4.7.1. - Diagrama unifilar definitivo.



4.7.2. - Esquema de Potencia.



4.7.3 - Diagrama de Mando.



4.8 - Corrección de Factor de Potencia.

Habiendo seleccionado los distintos componentes eléctricos que hemos calculado en los puntos anteriores procedemos ahora a calcular cuanta potencia reactiva tendrá que aportar el banco de capacitores para corregir el factor de potencia a los valores que impone la compañía de distribución eléctrica para evitar multas.

Este banco de capacitores será comandado por los arranques suaves, se programará de manera que al alcanzar ambos motores el régimen permanente de velocidad, ambos contactos NA R1 de cada arranque cierren y activen el circuito de la bobina del contactor para dar paso al banco y que este entre al sistema a corregir el FP.

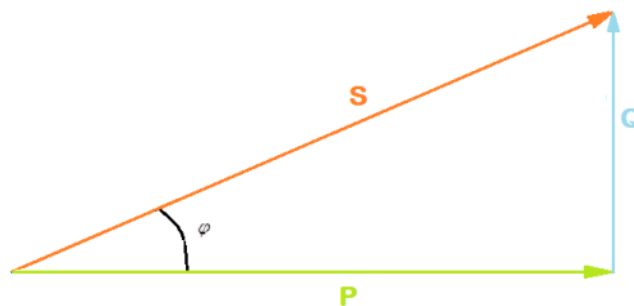
4.8.1 Extrusora:

Datos:

$$P=147 \text{ HP};$$

$$\cos \varphi = 0,88 \quad \varphi = 28,357^\circ;$$

El triángulo de potencia sin corregir es:



Dónde:

- P: Potencia Activa;
- Q: Potencia Reactiva;
- S: Potencia Aparente;
- φ : Factor de Potencia;

Recalculamos la potencia Aparente

$$P = S \times \cos \varphi$$

$$\rightarrow S_{COR_{Ext}} = \frac{P_{Ext}}{\cos \varphi_{COR}} = \frac{147 \text{ HP} \cdot 0,746 \text{ KW/HP}}{0,95}$$

$$\underline{\underline{\dot{S}_{COR_{Ext}} = 115,433 \text{ } | \underline{18,195^\circ} \text{ KVA}}}$$

Calculemos el capacitor:

$$Q_T = Q_{COR} + Q_C;$$

$$\rightarrow Q_C = Q_T - Q_{COR}$$

Calculemos las potencias reactivas total y la potencia reactiva corregida:

$$Q_{Ext} = P_{Ext} \times \operatorname{tg} \varphi_{Ext} = 147 \text{ HP} \times 0,746 \text{ KW/HP} \times \operatorname{tg} 28,357^\circ$$

$$\underline{Q_{Ext} = 59,189 \text{ KVAR}}$$

$$Q_{COR_{Ext}} = S_{COR_{Ext}} \times \operatorname{sen} \varphi_{COR} = 115,433 \text{ KVA} \times \operatorname{sen} 18,195^\circ$$

$$\underline{Q_{COR_{Ext}} = 36,044 \text{ KVAR}}$$

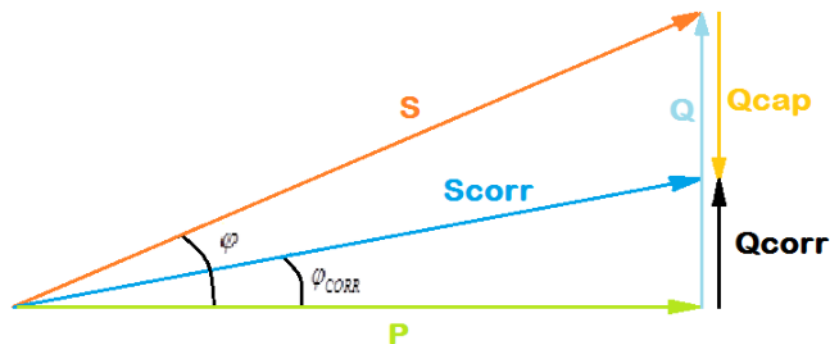
La potencia reactiva del capacitor vale:

$$Q_{C_{Ext}} = Q_{Ext} - Q_{COR_{Ext}} = 59,189 \text{ KVAR} - 36,044 \text{ KVAR}$$

$$\underline{Q_{C_{Ext}} = 23,145 \text{ KVAR}}$$

Necesitamos 1 capacitor de 25 KVAR

El triángulo de potencia corregido es:



Dónde:

P: Potencia Activa;

Q: Potencia Reactiva;

Qcorr: Potencia Reactiva Corregida;

Qcap: Potencia Reactiva del Capacitor

S: Potencia Aparente;

Scorr: Potencia Aparente Corregida;

φ : Factor de Potencia;

φ_{corr} : Factor de Potencia Corregido;

Recalculamos la corriente:

$$P = \sqrt{3} \times U_L \times I_L \times \cos \varphi \times \mu$$

$$\rightarrow I_{COR_{Ext}} = \frac{P_{Ext}}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos \varphi_{COR} \cdot \mu} = \frac{147 \text{ HP} \cdot 0,746 \text{ KW/HP}}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ KV} \cdot 0,95 \cdot 0,945}$$

$$\underline{I_{COR_{Ext}} = 176,31 \text{ } \underline{18,195^\circ \text{ A}}}$$

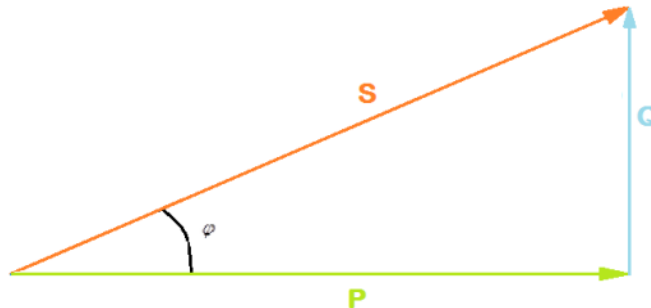
4.8.2 Prensa:

Datos:

$$P = 100 \text{ HP};$$

$$\cos \varphi = 0,85 \rightarrow \varphi = 31,788^\circ;$$

El triángulo de potencia sin corregir es:



Dónde:

P: Potencia Activa;

Q: Potencia Reactiva;

S: Potencia Aparente;

φ : Factor de Potencia;

Recalculamos la potencia Aparente

$$P = S \times \cos \varphi$$

$$\rightarrow S_{COR_P} = \frac{P_P}{\cos \varphi_{COR}} = \frac{100 \text{ HP} \cdot 0,746 \text{ KW/HP}}{0,95}$$

$$\underline{S_{COR_P} = 78,526 \text{ } \underline{18,195^\circ \text{ KVA}}}$$

Calculemos el capacitor:

$$Q_T = Q_{COR} + Q_C;$$

$$\rightarrow Q_C = Q_T - Q_{COR}$$

Calculemos las potencias reactivas total y la potencia reactiva corregida:

$$Q_P = P_P \times \operatorname{tg} \varphi_P = 100 \text{ HP} \times 0,746 \text{ KW/HP} \times \operatorname{tg} 31,788^\circ$$

$$\underline{Q_P = 46,07 \text{ KVAR}}$$

$$Q_{CORP} = S_{CORP} \times \operatorname{sen} \varphi_{COR} = 78,526 \text{ KVA} \times \operatorname{sen} 18,195^\circ$$

$$\underline{Q_{CORP} = 24,25 \text{ KVAR}}$$

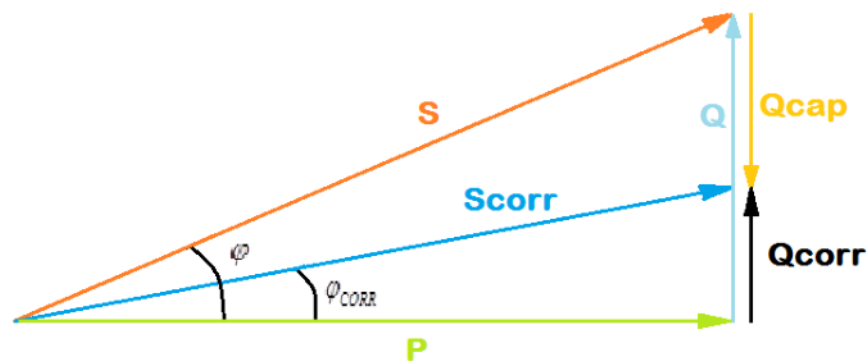
La potencia reactiva del capacitor vale:

$$Q_{CP} = Q_P - Q_{CORP} = 46,07 \text{ KVAR} - 24,25 \text{ KVAR}$$

$$\underline{Q_{CP} = 21,82 \text{ KVAR}}$$

Necesitamos 1 capacitor de 25 KVAR:

El triángulo de potencia corregido es:



Dónde:

P: Potencia Activa;

Q: Potencia Reactiva;

Qcorr: Potencia Reactiva Corregida;

Qcap: Potencia Reactiva del Capacitor

S: Potencia Aparente;

Scorr: Potencia Aparente Corregida;

φ : Factor de Potencia;

φ_{corr} : Factor de Potencia Corregido;

Recalculamos la corriente:

$$P = \sqrt{3} \times U_L \times I_L \times \cos \varphi \times \mu$$

$$\rightarrow I_{CORP} = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos \varphi_{COR} \cdot \mu} = \frac{100 \text{ HP} \cdot 0,746 \text{ KW/HP}}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ KV} \cdot 0,95 \cdot 0,94}$$
$$\underline{\underline{I_{CORP} = 120,58 \text{ } | \underline{18,195} \text{ } ^\circ \text{ A}}}}$$

La corrección de FP la realizaremos en el tablero de comandos, ya que corregimos el FP aguas arriba, para no tener multas de la empresa distribuidora de electricidad, no es la pretensión de disminuir las secciones de los conductores, ya que se mantendrán las secciones de los conductores calculados arriba desde el tablero a los motores.

4.8.3 Selección de capacitores.

CAPACITORES

50 KVAR

Icc: 13,5 KA.

CONTACTOR: LC1DWK12M7.

INT. AUTOMATICO:

- C120H Curva D.
- Icu: 15 KA.
- Ref.: A9N18514.

Bibliografía Consultada.

- Reglamento de la AEA
- Apuntes de Catedra Redes de Distribución.
- Manual y Catálogo del electricista.
- Catálogo de compensación de Energía Reactiva de Schneider.
- Catálogo de cables Prysmian.
- Páginas Web de Schneider y Siemens.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

PLANTA PROCESADORA DE ACEITE DE SOJA

CAPÍTULO 5

5 - Evaluación de Impacto Ambiental.

En el presente trabajo estableceremos las bases para la realización del correspondiente estudio sobre los posibles impactos ambientales que puedan generarse durante el funcionamiento de la planta de extracción de aceite de soja y expeller.

Los objetivos fundamentales de toda evaluación de impacto ambiental (EIA) son:

Identificar; predecir; valorar y corregir los efectos producidos sobre el medio ambiente.

5.1 Justificación de nuestro estudio: descubrir los potenciales riesgos ambientales que desfavorecen el ámbito de trabajo para su corrección, de manera de maximizar la eficiencia a nivel de producción y así obtener un ambiente de trabajo seguro respetando tanto a las personas como al medio ambiente.

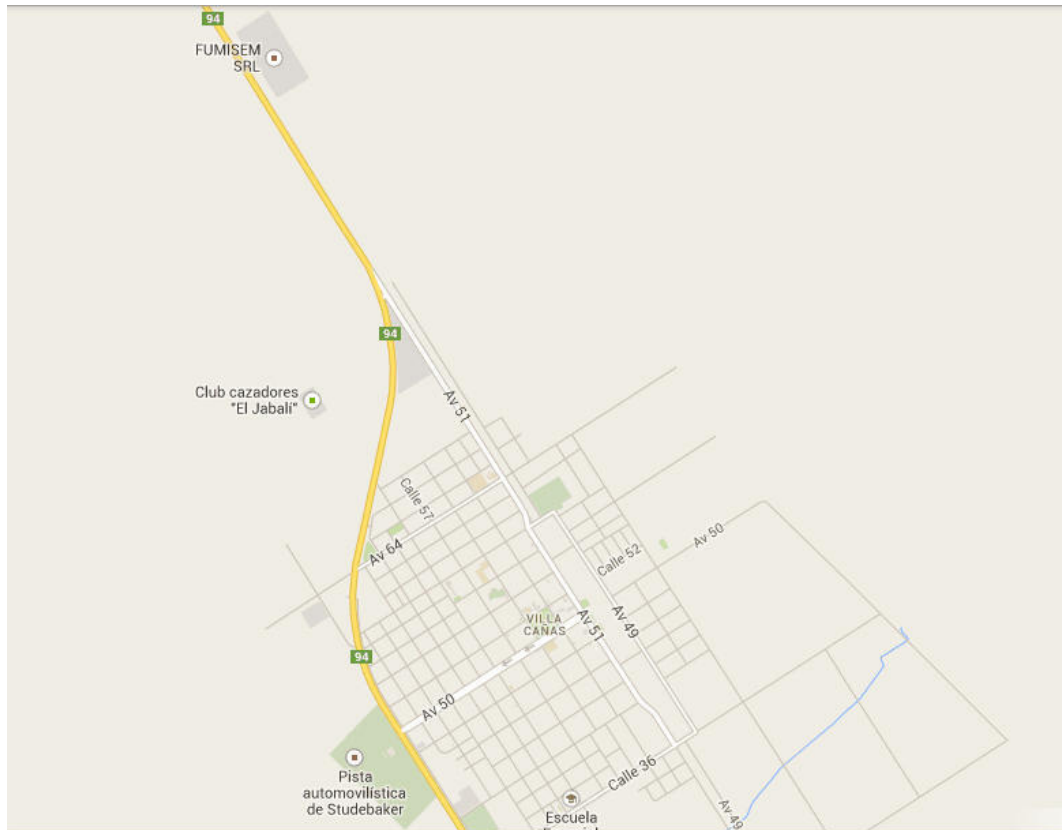
Para la confección del mismo nos basaremos en la reglamentación vigente que dicta el Decreto 101/03, que reglamenta la Ley 11717 de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Se siguen los pasos detallados en los correspondientes anexos del decreto mencionado.

I -Datos generales:

- Empresa: Fumisem SRL.
- Actividad: procesamiento de soja para la obtención de aceite y expeller.

II. Ubicación y descripción general de la obra o proyecto o actividad.

- Ubicación: la planta está ubicada en la zona rural de villa cañas, a 3000 metros del casco urbano de la ciudad, sobre la ruta 94.

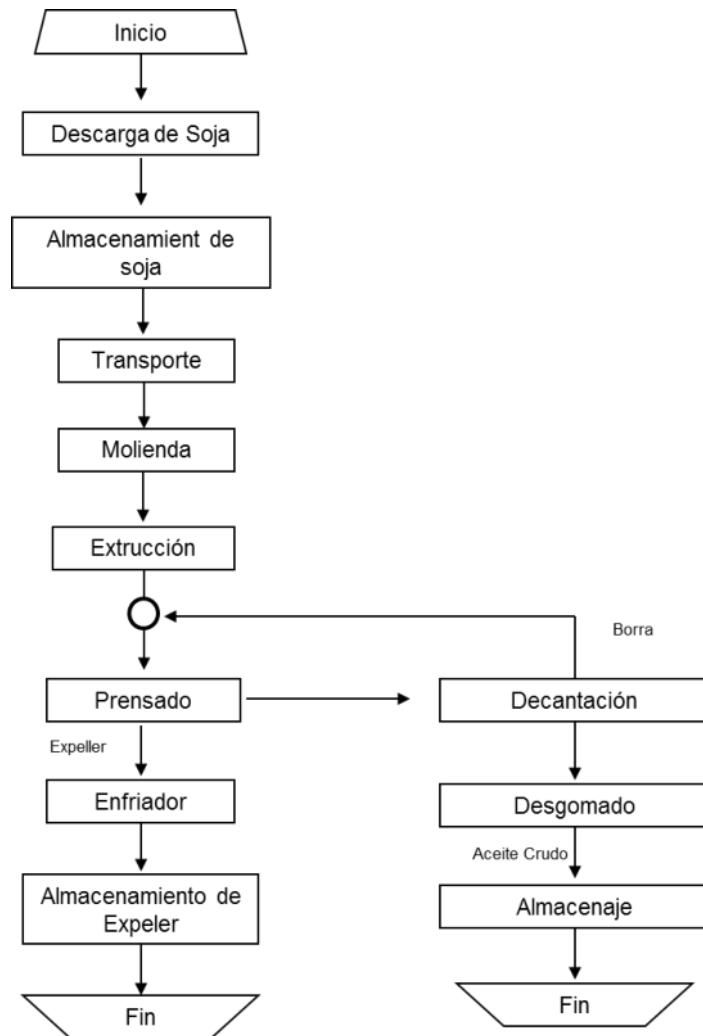


- Tipo de autorización: Municipal.
- Superficie: la empresa se encuentra emplazada en una zona de 3 hectáreas, la planta de procesamiento utiliza una porción de terreno de 50 metros por 50 metros para el procesamiento de soja.

III. Memoria descriptiva del Proyecto o actividad

Descripción de la actividad de la planta: el funcionamiento de la misma es la obtención de aceite mediante el proceso de extrusión y prensado del grano, con el resultado final de dos tipos de subproductos; expeller de soja para ser usado como alimento y aceite que se utiliza como materia prima para refinación del mismo.

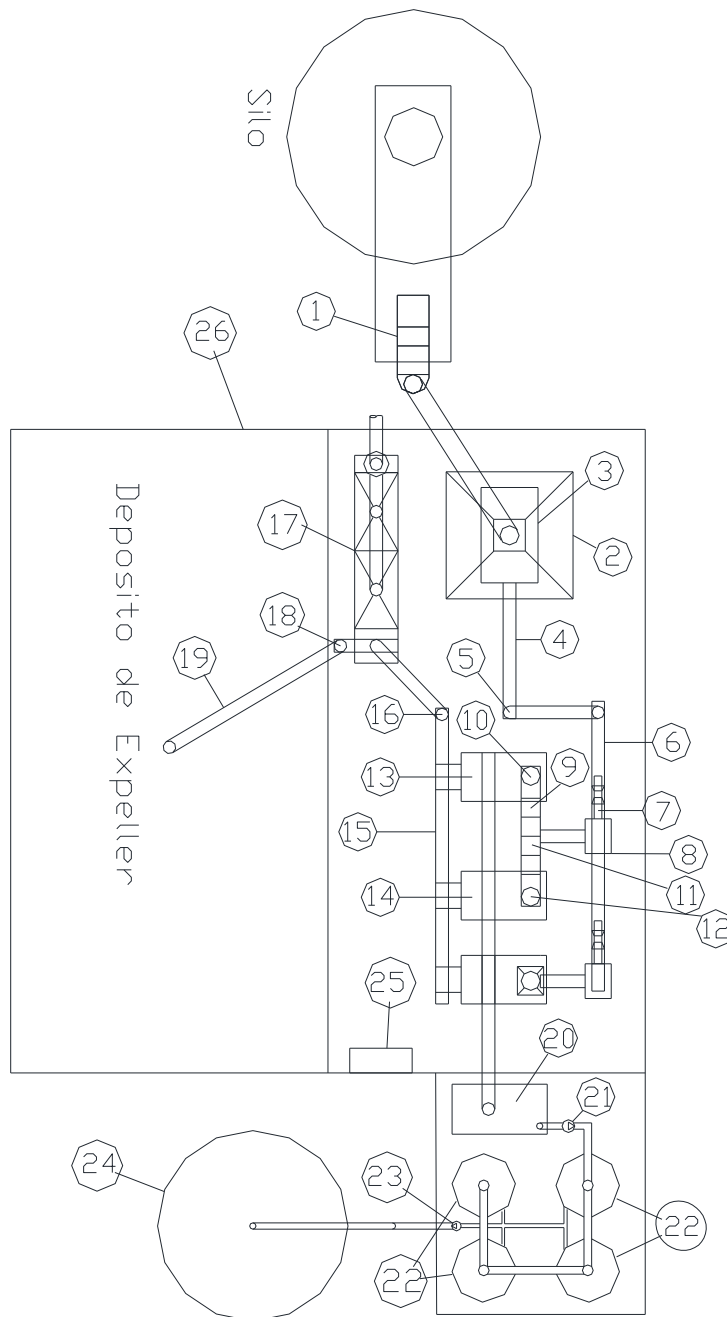
- Materias primas utilizadas: soja en grano, se utilizan 44 Ton. diarias de la misma.
- Insumos utilizados: agua para el proceso de desgomado. 80 lts. diarios.
- Diagrama de flujo:



- Periodo de producción: la planta procesa soja todo el año. Trabaja 5 días a la semana 24 hs. y el sábado 16 hs.
- Manejo de sustancias peligrosas: no hay uso de sustancias peligrosas.
- Servicios:
 - Gas: no se utiliza gas en la operación.
 - Electricidad: Potencia instalada 350 hp.
 - Agua: de pozo, 80 lts diarios.
 - Efluentes: los desechos del baño se tiran a un pozo ciego, no hay servicios cloacales.
- Productos elaborados:
 - Expeller: 36 ton diarias/ 8.500.000 ton anuales.
 - Aceite: 4000 lts diarios/ 970.000 lts anuales de aceite crudo de soja.
- Dotación del personal: la planta cuenta con 6 empleados en planta permanente.

- Efluentes líquidos: no hay efluentes líquidos que se obtengan como resultado del proceso de obtención de aceite y expeller.
- Residuos sólidos: no hay residuos sólidos como resultado del proceso de obtención de aceite y expeller.
- Emisiones a la atmósfera: no hay emisiones a la atmósfera como resultado del proceso de obtención de aceite y expeller.
- Otros tipos de residuos: durante el proceso se genera polvo, que una vez asentado se limpia y vapor que se ventea al ambiente.

Layout de planta.



<i>Ítem</i>	<i>Descripción</i>
1	Noria
2	Tolva
3	Quebrador
4	Sinfín "Descarga de quebrador"
5	Sinfín "Elevador"
6	Sinfín "Alimentador de extrusora"
7	Sinfín "Forzador de extrusora"
8	Extrusora
9	Sinfín "Alimentador de prensa 1"
10	Sinfín "Forzador de prensa 1"
11	Sinfín "Alimentador de prensa 2"
12	Sinfín "Forzador de prensa 2"
13	Prensa 1
14	Prensa 2
15	Sinfín "Descarga de prensas"
16	Sinfín "Elevador"
17	Enfriador
18	Sinfín "Descarga de enfriador"
19	Sinfín "Transporte al depósito"
20	Depósito de aceite
21	Bomba
22	Tanque "Desgomado"
23	Bomba
24	Tanque "Deposito"
25	Tableros Eléctricos
26	Instalación eléctrica
27	Nueva Extrusora
28	Nueva Prensa
29	Sinfín "Alimentador de extrusora 2"
30	Sinfín "Forzador de extrusora 2"
31	Sinfín "Alimentador de prensa 3"
32	Sinfín "Forzador de prensa 3"

IV. Aspectos del medio natural y socioeconómico:

La planta no está cerca del ejido urbano, ni de ninguna zona de recreación o atracción turística.

V. Riesgos

Los riesgos latentes son: ruidos de los motores en funcionamiento; vapor generado por el proceso, riesgo de incendio por fallas eléctricas; aspiración de polvo por parte del personal, vuelco de aceite líquido al piso por rebalse de los tanques de almacenamiento o pérdida del circuito de bombeo de aceite a los tanques de almacenamiento.

5.2 REQUERIMIENTOS GENERALES PARA ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL PARA ACTIVIDADES O EMPRENDIMIENTOS CATEGORÍA 2 y 3

En el punto anterior hemos cumplido en describir la planta y su funcionamiento, describiendo su actividad, ubicación y aspectos a tener en cuenta, en cuyas ponderaciones nos basamos para confeccionar el presente estudio de impacto ambiental; para tener una clara identificación de las problemáticas a corregir y del plan de trabajo a desarrollar.

Para la identificación de los impactos y efectos ambientales nos hemos basado en lo que rige la ley 11717/2000 de la provincia de santa fe, y su correspondiente decreto reglamentario N° 101/03.

Habiendo caracterizado el proyecto y el ambiente en el que se desarrolla el mismo, tomando como base toda la información disponible, desde un enfoque sistémico se evaluarán los impactos, a partir del cruzamiento de datos de los distintos componentes del medio ambiente circundante y las diferentes acciones del proyecto que son potencialmente capaces de impactarlos.

El procedimiento se divide en dos etapas:

- 1° Identificación de los posibles impactos que puede generar el proyecto
- 2° Valoración de esos impactos.

A continuación, se presentan las listas de chequeo elaboradas para la evaluación de impactos producidos en este proyecto.

Lista de chequeos de factores del medio ambiente que pueden ser afectadas.

Preguntas		SI	NO
Ambiente físico	Contaminación Visual		X
	Contaminación Sonora	X	
	Contaminación del aire con polvo - Humedad	X	
	Riesgo de incendio	X	
	Contaminación del terreno		X
Ambiente Biológico	Contaminación Visual		X
	Contaminación Sonora		X
	Contaminación del aire con polvo - Humedad		X
	Riesgo de incendio		X
	Contaminación del terreno	X	

Ambiente Socio Económico	Contaminación Visual		X
	Contaminación Sonora		X
	Contaminación del aire con polvo - Humedad		X
	Riesgo de incendio		X
	Contaminación del terreno		X
Ambiente Cultural	Contaminación Visual		X
	Contaminación Sonora		X
	Contaminación del aire con polvo - Humedad		X
	Riesgo de incendio		X
	Contaminación del terreno		X

Lista de actividades del proyecto que generan impacto sobre el medio.

Funcionamiento:

- a. De la noria.
- b. De la tolva.
- c. De los quebradores.
- d. De la extrusora.
- e. De la prensa.
- f. De los enfriadores.
- g. De las bombas de circulación.
- h. De los depósitos de aceite.
- i. De la instalación eléctrica.

En base a los factores y actividades planteadas arriba se elabora la siguiente matriz que nos ayuda a visualizar los impactos adversos con el fin de seleccionar la opción más adecuada para mitigar el impacto.

Criterios que serán usados para la evaluación de los impactos.

Criterios de ponderación	
Según su incidencia	Detalle
Mejoramiento	Los impactos generados favorecen la calidad ambiental
Desmejoramiento	Los impactos generados disminuyen la calidad

	ambiental
Según su fuerza	
Intensidad	Sera la medida de los impactos desde muy alta, alta, media y baja
Según su capacidad de Recuperación	
Reversible	la naturaleza asimila la alteración y vuelve a su calidad ambiental por si misma
Irreversible	la naturaleza asimila la alteración y no vuelve a su calidad ambiental por si misma
Recuperable	la perturbación puede eliminarse
Mitigable	puede disminuirse de manera apreciable la alteración
Irrecuperable	la alteración no puede repararse

5.3 Matriz de Iteraciones.

Simbología	Mejoramiento		Desmejoramiento		a. De la noria.	b. De la tolva.	c. De los quebradores.	d. De la extrusora.	e. De la prensa.	f. De los enfriadores.	g. De las bombas de circulación.	h. De los depósitos de aceite.	i. De la instalación eléctrica
	4	3	2	1									
Ambiente físico					2 Mit								
					2 Mit	3 Mit	2 Mit	3 Mit	3 Mit				
								1 Mit	1 Mit				4 Mit
Ambiente Biológico												1 Rec	3 Rec

5.4 Análisis de impactos ambientales adversos.

En esta sección describiremos los impactos ambientales centrándonos en aquellos que en la matriz se han marcados como desmejoramientos, es decir, que bajan la calidad ambiental del lugar de trabajo; y cuya intensidad sea mayor o igual a 3.

Actividad: Tolva en funcionamiento.

Impacto: Polvo y partículas en el aire.

Mitigación: Al caer los granos de soja secos en la tolva; se generan polvo y partículas en el aire del ambiente, contaminando el mismo y dando la posibilidad que los empleados tengan problemas respiratorios; también el polvo que se asienta sobre las máquinas y los motores impide la buena ventilación de los mismos, generando que la temperatura de trabajo suba y el riesgo de falla e incendio se acreciente peligrosamente; la forma de mitigar esta problemática es la instalación de extractores de aire con bolsas en la salida para juntar el polvo del ambiente y que no se disperse fuera de la planta; y el uso de barbijos.

Actividad: Quebradores en funcionamiento.

Impacto: Ruido generado por los sinfines.

Mitigación: Con el uso de protectores auditivos adecuados se baja el nivel de ruido a condición aceptable.

Actividad: Extrusora en funcionamiento.

Impacto: Ruido generado.

Mitigación: Con el uso de protectores auditivos adecuados se baja el nivel de ruido a condición aceptable.

Actividad: Extrusora en funcionamiento.

Impacto: Polvo y partículas en el aire.

Mitigación: Los granos de soja secos son conducidos dentro de la extrusora por un alimentador; en este momento se genera polvo y partículas en el aire del ambiente, contaminando el mismo y dando la posibilidad que los empleados tengan problemas respiratorios; también el polvo se asienta sobre la máquina; a medida que pasa el grano por la extrusora se calienta a más de 120°C; lo que acrecienta la posibilidad de que se produzca un incendio dado el polvo circulante y la alta humedad.

La forma de mitigar esta problemática es la instalación de extractores de aire con bolsas en la salida para juntar el polvo del ambiente y que no se disperse fuera de la planta; y la instalación de sensores para medir temperatura y humedad ambiente, como forma de prevención; y el uso de barbijos.

Actividad: Prensa en funcionamiento.

Impacto: Ruido generado.

Mitigación: Con el uso de protectores auditivos adecuados se baja el nivel de ruido a condición aceptable.

Actividad: Prensa en funcionamiento.

Impacto: Polvo y partículas en el aire.

Mitigación: Los granos de soja secos son conducidos dentro de la prensa por un alimentador; en este momento se genera polvo y partículas en el aire del ambiente, contaminando el mismo y dando la posibilidad que los empleados tengan problemas respiratorios; también el polvo se asienta sobre la máquina; a medida que pasa el grano por la prensa se le ejerce presión sobre los discos, de manera de extraer el aceite, el mismo cae por gravedad y el expeller caliente sale por el frente de la prensa; dado el polvo circulante, la alta humedad y la temperatura de trabajo hay riesgo latente de incendio en el área de trabajo; la forma de mitigar esta problemática es la instalación de extractores de aire con bolsas en la salida para juntar el polvo del ambiente y que no se disperse fuera de la planta; y la instalación de sensores para medir temperatura y humedad ambiente, como forma de prevención; y el uso de barbijos.

Actividad: Depósitos de aceite.

Impacto: Derrame de aceite de soja en el suelo.

Mitigación: El aceite de soja es conducido desde la prensa hasta los depósitos de aceite para su almacenaje y posteriores procesos, es impulsado por bombas que comandan un circuito de cañerías y llaves de paso; existiendo la posibilidad que ante una rotura del circuito o una fuga de aceite este caiga al piso generando riesgo de contaminación y causal de accidentes. La manera de mitigar este impacto es impermeabilizar el piso en donde se encuentran los tanques, construyendo una batea y creando una alcantarilla para que el aceite que caiga pueda ser conducido a la alcantarilla y recuperado en tambores para su tratamiento posterior.

Actividad: Funcionamiento de la instalación eléctrica.

Impacto: Riesgo de incendio

Mitigación: Como la planta tiene motores de gran consumo eléctrico, existe el riesgo latente de un incendio tanto en los cables como en los motores; para mitigar este impacto cada motor debe contar con las protecciones por temperatura adecuadas, los cables deben estar bien dimensionados y ser de calidad ignifuga, los tableros deben contar con las protecciones adecuadas y deben existir los extintores de incendio adecuados para la actividad eléctrica.

Del análisis realizado anteriormente se obtienen las distintas alternativas para las correspondientes mitigaciones a los efectos adversos que se generan con la planta en funcionamiento.

Acciones que mitigan efectos adversos:

- Instalación de extractores de aire con bolsas
- Utilización de protectores auditivos y barbijos.
- Instalación de sensores de temperatura y humedad
- Construcción de una batea y alcantarillado para recoger aceite vegetal
- Revisar el correcto dimensionamiento de la instalación eléctrica, sus tableros y protecciones.

5.5 Elaboración de un plan de acción para la puesta en marcha de las acciones mitigadoras.

La instalación de sensores y la revisión de la instalación eléctrica serán acciones tratadas en capítulos aparte.

Detallaremos las acciones para implementar el resto de las opciones:

- ✓ Realización de inspecciones al personal de planta para la revisión visual del correcto uso de los EPP (para el caso protectores auditivos y barbijos).
- ✓ Se realizará en anexo el cálculo y selección de los extractores de aire a utilizar.
- ✓ La construcción de la batea y el sistema de alcantarillado para la recolección del aceite que pueda filtrarse del circuito excede los alcances e incumbencia de nuestra carrera, por lo que esta acción solo será mencionada y no se propondrá un plan para su ejecución y puesta en marcha.

Anexo: Cálculo y selección de extractor de aire.

El primer paso será calcular el volumen de aire de la nave, para así determinar la cantidad de aire a renovar. Las medidas de la nave son 10mts de ancho por 12 mts de largo por 10mts de alto, calculamos el volumen de aire:

$$V = L \times A \times H = 12m \times 10m \times 10m = 1200m^3$$

Adoptamos para nuestro calculo la cantidad de renovaciones de aire necesarias, serán 6 renovaciones de aire por hora.

Calculamos el caudal necesario de aire a mover:

$$Q = V \times r = 1200m^3 \times 6 = 7200 \text{ m}^3/h$$

Para lograr esta meta de renovación de aire se instalarán 3 extractores que proveerán el caudal necesario de manera compartida, esto es, seleccionaremos 3 equipos de un caudal de 2400m³/h.

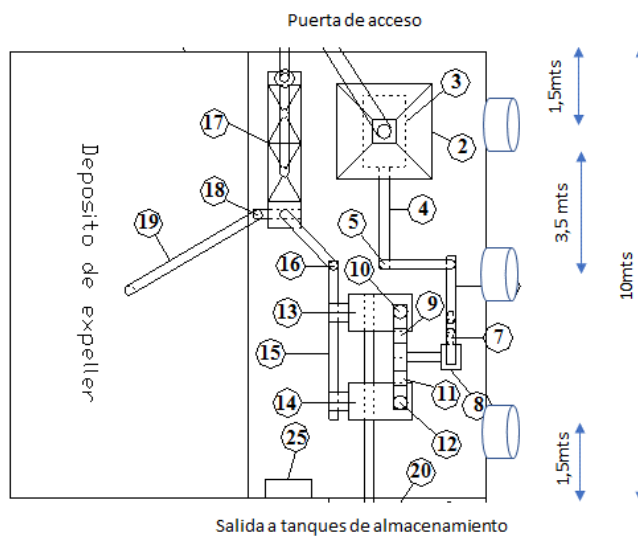
El extractor seleccionado es extractor helicoidal con hélice de 3 aspas, diámetro de 40cm, motor monofásico de 0.25 HP, velocidad de giro a 1000RPM y caudal de 2400m³/h.

Tomado de <http://www.lopezdiez.com/ExtractoresIndustriales.php>

Diametro	Motor	1500 RPM	1000 RPM
35 cm	0.25 HP	3200 m ³ /h	2200 m ³ /h
40 cm	0.25 HP	3800 m ³ /h	2400 m ³ /h
45 cm	0.25 HP	4200 m ³ /h	2760 m ³ /h
52 cm	0.50 HP	5880 m ³ /h	4200 m ³ /h



Ubicación de los extractores en la nave industrial.



5.6 Conclusión del EIA.

Este proyecto tiene varios Impactos Ambientales que bajan la calidad del ambiente laboral causando desmejoramientos que si no se tienen en cuenta perturban al personal de la planta; tanto en el confort laboral como en la posibilidad de que su salud quede expuesta a accidentes evitables; además de la posible contaminación por el derrame accidental de aceite, el cual puede filtrarse hasta las napas de agua. Mediante este estudio se dejan planteadas las posibles soluciones que eliminarían los Impactos de desmejoramiento, así como reducirían al mínimo las posibilidades de accidentes dentro de la planta.

Bibliografía Consultada.

3. Normativa relacionada

A continuación, se listan las distintas normas que rigen la confección y presentación del Estudio de Impacto Ambiental, acompañadas de los links correspondientes.

▢ Ley N° 11.717 – Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable:

<https://www.santafe.gov.ar/normativa/item.php?id=108183&cod=e1e21d87a7a9947a5ba170e464499bdc>

▢ Decreto Provincial 0101/2003 – Impacto Ambiental:

<https://www.santafe.gob.ar/index.php/content/view/full/10818/>

▢ Resolución Provincial 403/2016 – Nuevas presentaciones ambientales de Formularios:

<https://www.santafe.gob.ar/index.php/content/view/full/211476/>

▢ Decreto Provincial 1844/2002 – Modificatorio Decreto 0592/02 Residuos Peligrosos:

<https://www.santafe.gob.ar/index.php/content/view/full/10817/>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

PLANTA PROCESADORA DE ACEITE DE SOJA

CAPITULO 6

COMPUTO Y PRESUPUESTO GENERAL.

Detallaremos en el siguiente capítulo la lista de materiales necesarios para la construcción de la plataforma calculada, además listaremos los materiales eléctricos que hemos seleccionado en el capítulo 4; y también mencionaremos los elementos que se utilizaran para cumplir con las metas del plan de acción de las mejoras propuestas en el estudio de impacto ambiental.

COMPUTO

Se hace un recuento con detalle de todos los materiales e implementos necesarios para llevar a cabo la instalación del equipamiento, como así también se detallan las horas de trabajo e ingeniería necesarias para la realización del proyecto.



PRECIOS UNITARIOS

Se reflejan los precios unitarios de cada uno de los componentes que constituyen la unidad de obra.

PRESUPUESTO

Se realiza un recuento de cada unidad y multiplicándolo por su precio unitario se obtienen los precios de los materiales necesarios, a los que luego se les suma el costo de hs de desarrollo de proyecto y las hs de mano de obra necesarias para la instalación y puesta en marcha.

Se detalla en un cuadro los precios totales finales y el presupuesto total.

Planilla Presupuestaria									
VALOR TOTAL ESTIMADO DE TODOS LOS ELEMENTOS:									
		NOMBRE:		FUMISEN SA					
		DIRECCIÓN:		RUTA 94 S/N					
Codigo	Descripción	Metros	Cantidad	Marca	Costo U\$S	Costo \$	Total U\$S		
Extrusora	Bronto E-1000		1		64000,00		64000,00		
Prensa	Gx 130		1		66000,00		66000,00		
Sinfines	Sinfines de transporte con Motor 2Hp		3		920,00		2760,00		
140 x 80	Perfil rectangular e=6,35mm	12	2		171,37	11996	342,74		
120 x 80	Perfil rectangular e=4mm	4,2	1		129,06	9034	129,06		
50 x 50	Perfil cuadrado e=3,2mm	9,6	2		87,91	6154	175,83		
	Chapa perforada 3,2mm 1220 x 2440		1		198,33	13883	198,33		
	Chapa lisa c14 1000 x 2000 e=2mm		0,5		44,59	3121	22,29		
40 x 40	Perfil cuadrado e=4mm	9,1	2		68,26	4778	136,51		
	Tubo 21,3 Ø e=3,2mm	9	4		20,13	1409	80,51		
	Extractor Industrial		3		225,70	15799	677,10		
M2QA315	Motor electrico 150hp		1	ABB	10714,29	750000	10714,29		
M2QA225	Motor electrico 100hp		1	ABB	7500,00	525000	7500,00		
	cable unipolar 50mm2	180		Prysmian	9,45		1701		
NSX250B	Interruptor automatico		1	SCHNEIDER	672,26		672,26		
ATS48D88Q	ARRANQUE SUAVE		1	ALTISTAR	1340		1340,00		
	cable unipolar 25mm2	180		Prysmian	4,62		831,60		
NSX160B	Interruptor automatico		1	SCHNEIDER	532,39		532,39		
ATS48C14Q	ARRANQUE SUAVE		1	ALTISTAR	1652		1652,00		
BLRCS315A378B48	CAPACITOR 25KVA		2	SCHNEIDER	247,55		495,10		
C60N	Interruptor		2	SCHNEIDER	41,63	2914	83,26		
LC1D38	CONTACTOR		1	SCHNEIDER	126,16		126,16		
c120h	INTERRUPTOR		1	SCHNEIDER	355,69	24898	355,69		
	Mano de obra para armado e instalacion		250	Hs hombre	32,00		8000,00		
						U\$S	168526,12		

La producción mensual que es de 44000lt aceite y 392000kg expeller

Para llevar la producción al doble se deberían invertir U\$s 168526.

Armos cuadros comparativos con gasto mensual y facturación mensual.

Gasto Mensual	Cantidad
Soja	U\$s 162500
Energía	U\$s 450
Sueldos personal	U\$S 4000
Gastos varios	U\$s 2000
TOTAL	U\$S 168950

Produccion Mensual	Precio por tn	Total Mensual
40,50 tn de aceite	U\$s 1118,77	U\$S 45310,18
392 tn de expeller	U\$s 428	U\$S 167776
Total mensual de fact		U\$s 213086,18

Sin ampliar la plata obtiene una ganancia neta de U\$s 44136,18.

En un plazo de 6 meses se recuperaría el dinero invertido para llevar la producción al doble, la planta pasaría a producir 88000lt aceite y 784000kg de expeller de soja.

Paginas consultadas para pedido de cotización de los insumos a adquirir.

<https://www.insumaexpress.com.ar/tubos-estructurales>

<https://www.hierrosmaldonado.com.ar/>

<https://es.rs-online.com/web/>

<https://www.se.com/>

<http://www.electrotucuman.com.ar/materialeselectricos/index.php>

<https://bpsolucioneselectricas.com.ar/>

<https://www.bcr.com.ar/es>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

PLANTA PROCESADORA DE ACEITE DE SOJA

ANEXO A CAPÍTULO 4

ANEXO A CALCULO ELÉCTRICO

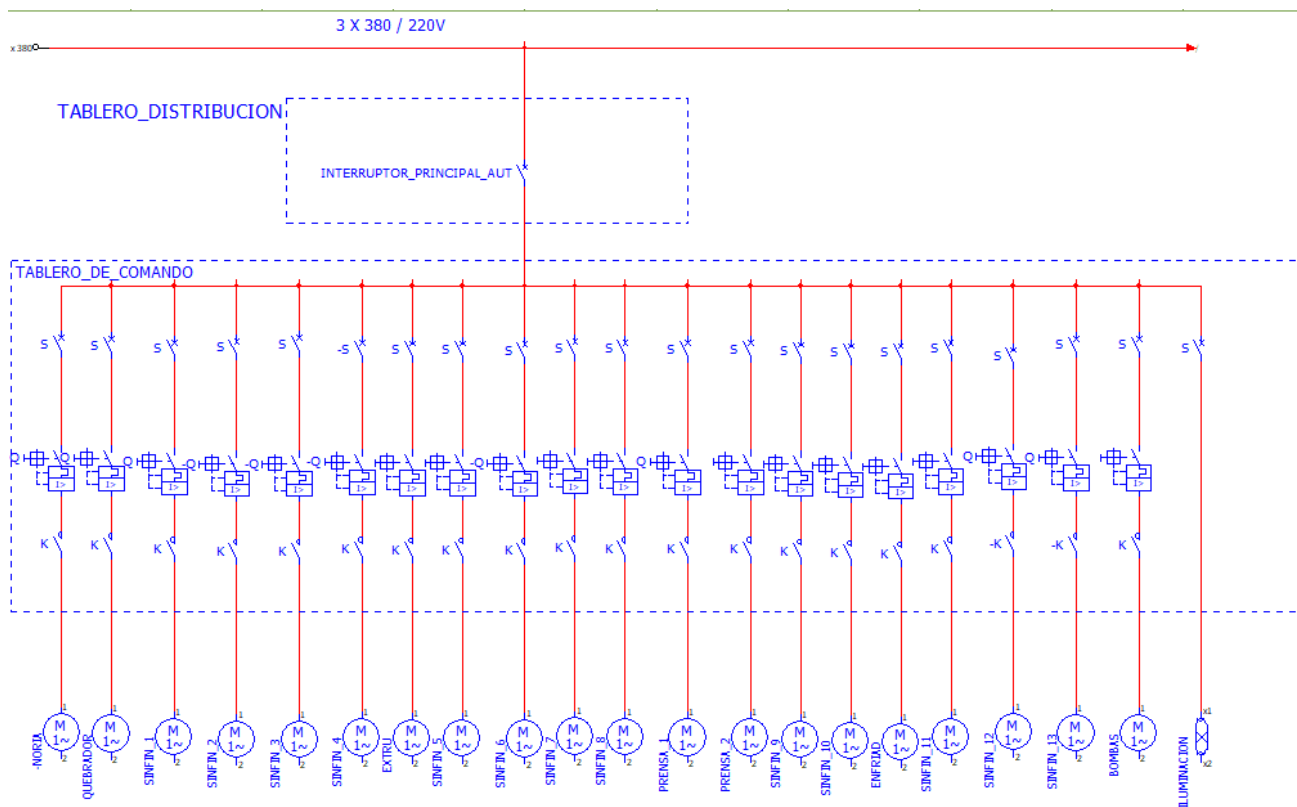
Introducción.

Como en el proyecto propusimos agregar una nueva línea de producción con una extrusora y una prensa nuevas, para la selección de los nuevos interruptores y protecciones necesitamos saber corrientes de cortocircuito y elementos ya instalados en la planta (interruptores, protecciones, cables, etc) para así asegurar filiación entre elementos y que nuestra instalación eléctrica sea segura; para esto haremos un recuento de la instalación eléctrica existente, desde el transformador hasta el tablero, detallando cables instalados, motores e iluminación, de manera de calcular la corriente circulante por el tablero y la potencia actual demandada a la red, luego sumaremos las maquinas necesarias para la nueva línea de producción, así obtendremos la nueva corriente circulante y la nueva potencia total demandada a la red. De esta forma tendremos los datos para realizar los cálculos teóricos de corrientes de cortocircuito del circuito eléctrico, y así determinaremos filiación entre interruptores y protecciones existentes del tablero con los nuevos elementos seleccionados en el capítulo 4.

Realizaremos el diagrama unifilar de toda la instalación.

El sistema del tendido eléctrico de los conductores está dividido de la siguiente manera: una parte por cañerías enterradas, por donde llega el tendido eléctrico de alimentación, desde el transformador hasta el tablero de distribución localizado en el interior de la planta; un cable por canaletas une el tablero de distribución con el tablero de comando, luego del tablero de comando salen por canaletas los distintos cables de alimentación a las respectivas máquinas y al sistema de luces.

Diagrama Eléctrico Unifilar.



Donde:

S: Interruptor Automático.

Q: Guardamotores.

K: Contactor.

M: Motores.

Descripción de la planta:

La planta cuenta con 22 motores; los mismos son: uno la noria, dos el quebrador, uno la extrusora, dos las prensas, tres los sinfines verticales, diez los sinfines horizontales y dos las bombas; más un sistema de luminarias: la iluminaria de trabajo: 9 lámparas de halógenas y el sistema de luminarias de emergencia: 10 lámparas de bajo consumo para cortes de luz.

MOTORES:

Datos de los detalles característicos de los motores de las siguientes maquinas:

➤ Motor de Noria

$$\left\{ \begin{array}{lll} \text{Motor Tipo } M2QA\ 132M\ 4A; & P = 10\ \text{HP}; \\ \cos\varphi = 0,85; & \text{Frecuencia } 50\ \text{Hz} & 4\ \text{polo}; \\ I_n = 14,4\ \text{A}; & I_s/I_n = 6,5; & v = 1440\ \text{rpm}; \\ F_s = 1,15; & Y/\Delta = 230\ \text{V}/400\ \text{V}; & \text{Peso : } 73\ \text{Kg}; \end{array} \right.$$

➤ Motor de Quebrador

$$\left\{ \begin{array}{lll} \text{Motor Tipo } M2QA\ 132S4A; & P = 7,4\ \text{HP}; \\ \cos\varphi = 0,85; & \text{Frecuencia } 50\ \text{Hz} & 4\ \text{polo}; \\ I_n = 10,9\ \text{A}; & I_s/I_n = 6,5; & v = 1430\ \text{rpm}; \\ F_s = 1,15; & Y/\Delta = 230\ \text{V}/400\ \text{V}; & \text{Peso : } 60\ \text{Kg}; \end{array} \right.$$

➤ Una Extrusora

$$\left\{ \begin{array}{lll} \text{Motor Tipo } M2QA\ 315S4A; & P = 147\ \text{HP}; \\ \cos\varphi = 0,88; & \text{Frecuencia } 50\ \text{Hz} & 4\ \text{polo}; \\ I_n = 192\ \text{A}; & I_s/I_n = 6,9; & v = 1486\ \text{rpm}; \\ F_s = 1,15; & Y/\Delta = 230\ \text{V}/400\ \text{V}; & \text{Peso : } 930\ \text{Kg}; \end{array} \right.$$

➤ Motor de Prensa

$$\left\{ \begin{array}{lll} \text{Motor Tipo } M2QA\ 225S4A; & P = 50\ \text{HP}; \\ \cos\varphi = 0,85; & \text{Frecuencia : } 50\ \text{Hz} & 4\ \text{polo}; \\ I_n = 67\ \text{A}; & I_s/I_n = 7; & v = 1480\ \text{rpm}; \\ F_s = 1,15; & Y/\Delta = 230\ \text{V}/400\ \text{V}; & \text{Peso : } 308\ \text{Kg}; \end{array} \right.$$

➤ Motor de los sinfines Horizontales

$$\left\{ \begin{array}{lll} \text{Motor Tipo } M2QA\ 100L4A; & P = 2,9\ \text{HP}; \\ \cos\varphi = 0,81; & \text{Frecuencia } 50\ \text{Hz} & 4\ \text{polo}; \\ I_n = 4,9\ \text{A}; & I_s/I_n = 6; & v = 1430\ \text{rpm}; \\ F_s = 1,15; & Y/\Delta = 230\ \text{V}/400\ \text{V}; & \text{Peso : } 32\ \text{Kg}; \end{array} \right.$$

$$\begin{cases} \text{Motor Tipo M2QA 112M4A;} & P = 5,4 \text{ HP;} \\ \cos \varphi = 0,82; & \text{Frecuencia } 50 \text{ Hz} & 4 \text{ polo;} \\ I_n = 8,3 \text{ A;} & I_s/I_n = 6,5; & v = 1430 \text{ rpm;} \\ F_s = 1,15; & Y/\Delta = 230 \text{ V} / 400 \text{ V;} & \text{Peso: } 45 \text{ Kg;} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{Motor Tipo M2QA 160M4A;} & P = 15 \text{ HP;} \\ \cos \varphi = 0,85; & \text{Frecuencia } 50 \text{ Hz} & 4 \text{ polo;} \\ I_n = 20,9 \text{ A;} & I_s/I_n = 6,5; & v = 1460 \text{ rpm;} \\ F_s = 1,15; & Y/\Delta = 230 \text{ V} / 400 \text{ V;} & \text{Peso: } 116 \text{ Kg;} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{Motor Tipo M2QA 112M4A;} & P = 5,4 \text{ HP;} \\ \cos \varphi = 0,82; & \text{Frecuencia } 50 \text{ Hz} & 4 \text{ polo;} \\ I_n = 8,3 \text{ A;} & I_s/I_n = 6,5; & v = 1430 \text{ rpm;} \\ F_s = 1,15; & Y/\Delta = 230 \text{ V} / 400 \text{ V;} & \text{Peso: } 45 \text{ Kg;} \end{cases}$$

DETERMINEMOS LA POTENCIA TOTAL DE LOS MOTORES

Descripción	Potencia	Cantidad	Total
Noria	10 HP	1	10 HP
Quebradores	7,5 HP	2	15 HP
Sinfines verticales	5 HP	3	15 HP
Sinfines horizontales	3 HP	10	30 HP
Extrusora	150 HP	1	150 HP
Prensa	50 HP	2	100 HP
Enfriador	15 HP	1	15 HP
Bomba	5 HP	2	10 HP
POTENCIA TOTAL			345 HP

LUMINARIAS:

La está compuesta por 10 lámparas de vapor y 5 lámparas de seguridad

- luminaria de trabajo de la planta: $100\text{ w} \times 10 = 1000\text{ w} = 1\text{ Kw}$
- luminaria de Emergencia: $30\text{ w} \times 5 = 150\text{ w} = 0,15\text{ Kw}$

La potencia total:

$$P_{T_L} = P_L + P_S$$

$$P_{T_L} = 1\text{ Kw} + 0,15\text{ Kw}$$

$$\underline{\underline{P_{T_L} = 1,15\text{ Kw}}}$$

Calculo de la corriente Total de las maquinas de la planta.

Utilizando las corrientes obtenidas de dato de placa de cada motor, las sumamos para determinar la corriente total.

Descripción	Corriente	Cantidad	Total
Noria	14,4 \angle 31,788° A	1	14,4 \angle 31,788° A
Quebradores	10,9 \angle 31,788° A	2	21,8 \angle 31,788° A
Sinfines verticales	8,3 \angle 34,915° A	3	24,9 \angle 34,915° A
Sinfines horizontales	4,9 \angle 35,904° A	10	49 \angle 35,904° A
Extrusora	192 \angle 28,357° A	1	192 \angle 28,357° A
Prensa	67 \angle 31,788° A	2	134 \angle 31,788° A
Enfriador	20,9 \angle 31,788° A	1	20,9 \angle 31,788° A
Bomba	8,3 \angle 34,915° A	2	16,6 \angle 34,915° A
CORRIENTE TOTAL			473,116 \angle 31,0966° A

Suponemos un factor de simultaneidad del 90 %.

$$I_T = I \times F_s = 473,116\text{ A} \times 0,9$$

$$\underline{\underline{I_T = 425,804\text{ A}}}$$

Detalle de factores que afectan a la instalación y a los cables:

FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA: Si la temperatura del terreno es distinta a 25° C, se aplicarán los factores de corrección de la tabla siguiente.

Temperatura de servicio Θ_s (°C)	Temperatura del terreno (Θ_t) (en °C)								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
70	1,16	1,10	1,05	1	0,94	0,88	0,81	0,75	0,66
90	1,11	1,07	1,04	1	0,97	0,93	0,89	0,83	0,79

Adoptamos: $\left. \begin{array}{l} \text{Temperatura de Servicio} = 70^\circ \\ \text{Temperatura del Terreno} = 35^\circ \end{array} \right\} \rightarrow F_1 = 0,88;$

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA UNA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO DISTINTA DE 1 K·m/W: En el Reglamento de Instalaciones en Inmuebles de la AEA se mencionan los siguientes coeficientes de corrección:

Tipo de terreno	Tierra muy Húmeda	Tierra Húmeda	Tierra Normal Seca	Tierra muy Seca	70% tierra 30% Arena, ambas	70% Arena 30% Tierra, ambas	Arena muy Seca
Resistividad térmica del terreno (k·m/W)	0,5	0,8	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección, cables dentro de caños o conductos enterrados	1,08	1,02	1,00	0,93	0,89	0,85	0,81
Factor de corrección, cables directamente enterrados	1,25	1,08	1,00	0,85	0,75	0,67	0,60

Adoptamos: $\left. \begin{array}{l} \text{Cable dentro de caño o conductor enterrado} \\ \text{Terreno Humedo} \end{array} \right\} \rightarrow F_2 = 1,02;$

FACTORES DE REDUCCIÓN PARA AGRUPAMIENTOS EN CAÑERÍAS Y CONDUCTOS ENTERRADOS:

Un cable multipolar por caño

Número de caños	Separación (a) entre bordes internos			
	En contacto	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90

Adoptamos: 1 Cable multipolar por caño $\left\{ \begin{array}{l} \text{Numero de circuito :2} \\ \text{Separación :0,5m} \end{array} \right\} \rightarrow F_3 = 0,95;$

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA DIFERENTES PROFUNDIDADES DE TENDIDO

Profundidad (metros)	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,0	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Adoptamos: profundidad :0,5m $\rightarrow F_4 = 1,02 A;$

La corriente máxima admisible vale:

$$I_{adm} = \frac{I_T}{F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4} = \frac{425,804 A}{0,88 \times 1,02 \times 0,95 \times 1,02}$$

$$\underline{\underline{I_{adm} = 489,557 A}}$$

Hay instalados dos conductores tetrapolares, entonces la corriente por conductor es:

$$\dot{I}_{adm} = \frac{I_{adm}}{2} = \frac{489,557 A}{2}$$

$$\underline{\underline{\dot{I}_{adm} = 244,778 A}}$$

Sección nominal	Método D1 Caño enterrado	Método D1 Caño enterrado	Método D2 Directamente enterrado	Método D2 Directamente enterrado	Método D2 Directamente enterrado
mm ²	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1,5	25	20	28	29	25
2,5	33	27	37	39	34
4	43	35	47	51	44
6	53	44	59	65	55
10	71	58	80	88	74
16	91	75	104	112	95
25	117	96	134	137	117
35	140	115	162	164	140
50	-	137	198	-	173
70	-	169	240	-	211
95	-	201	280	-	254
120	-	228	324	-	290
150	-	258	363	-	325
185	-	289	405	-	369
240	-	333	475	-	428
300	-	377	533	-	484

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ conductor tetrapolar en Caño enterrado (13)} \\ I'_{adm} = 244,778 \text{ A} \end{array} \right\} \rightarrow S_n = 185 \text{ mm}^2; I = 289 \text{ A}$$

Para el caso, los dos cables de 185 mm² instalados soportan bien la corriente circulante y verifican una correcta instalación eléctrica.

I'_{adm} por conductor es 244,778 A < I_n de conductor 289 A

CALCULO DE LA CORRIENTE EN LA NUEVA LINEA DE PRODUCCION:

Selección de Motores:

Las maquinas detalladas llevan Motores Trifásicos de inducción Jaula de Ardilla; la extrusora utiliza un motor de 150HP de potencia, la prensa utiliza un motor de 100HP de potencia.

Adjuntamos datos de los detalles característicos de los motores según tabla del fabricante ABB:

$$\begin{array}{l} \text{➤ Una Extrusora} \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{Motor Tipo M2QA 315S4A; } P = 147 \text{ HP;} \\ \cos \varphi = 0,88; \quad \text{Frecuencia } 50 \text{ Hz} \quad 4 \text{ polo;} \\ I_n = 192 \text{ A; } \quad \frac{I_s}{I_n} = 6,9; \quad v = 1486 \text{ rpm;} \\ F_s = 1,15; \quad \text{Peso : } 930 \text{ Kg;} \end{array} \right. \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{➤ Motor de Prensa} \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{Motor Tipo M2QA 225S4A; } P = 100 \text{ HP;} \\ \cos \varphi = 0,87; \quad \text{Frecuencia : } 50 \text{ Hz} \quad 4 \text{ polo;} \\ I_n = 133 \text{ A; } \quad \frac{I_s}{I_n} = 6,5; \quad v = 1480 \text{ rpm;} \\ F_s = 1,15; \quad \text{Peso: } 534 \text{ Kg;} \end{array} \right. \end{array}$$

CORRIENTE TOTAL NUEVA:

$$I_{TN} = I_E + I_P$$

$$I_{TN} = 192 \underline{28,357^\circ A} + 133 \underline{29,541^\circ A}$$

$$\underline{\underline{I_{TN} = 324,983 \underline{28,841^\circ A}}}$$

Suponemos un factor de simultaneidad del 90 %.

$$I_{TN} = I_{TN} \times Fs = 324,983 A \times 0,9$$

$$\underline{\underline{I_{TN} = 292,485 A}}$$

CORRIENTE TOTAL: (suma de la corriente circulante existente más la corriente que alimentaran a las nuevas máquinas)

$$I_A = I_T + I_{TN}$$

$$I_A = 425,804 \underline{31,0966^\circ A} + 292,485 \underline{28,841^\circ A}$$

$$\underline{\underline{I_A = 718,154 \underline{30,178^\circ A}}}$$

CALCULAMOS LA POTENCIA TOTAL:

$$P = \sqrt{3} \times U_n \times I \times \cos \vartheta = \sqrt{3} \times 0,4 KV \times 718,154 A \times \cos 30,178^\circ$$

$$\underline{\underline{P = 430,117 KW}}$$

$$S = \frac{P}{\cos \vartheta} = \frac{430,117 KW}{\cos 30,178^\circ}$$

$$\underline{\underline{S = 497,551 KVA}}$$

Vemos que este cálculo verifica la solvencia de la red de la empresa proveedora del servicio eléctrico, ya que tiene instalado un Trafo de 630kVA. No habrá inconvenientes cuando la nueva carga se sume a la instalación.

CALCULO DE CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN

Como se agregan 292,5 A a la demanda de la red, se necesitará instalar un nuevo conductor que venga desde el transformador de la red al tablero de distribución. Detallamos nuevamente los factores de corrección utilizados:

FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA:

$$\text{Adoptamos: } \left. \begin{array}{l} \text{Temperatura de Servicio} = 70^\circ \\ \text{Temperatura del Terreno} = 35^\circ \end{array} \right\} \rightarrow F_1 = 0,88;$$

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA UNA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO DISTINTA DE 1 K·m/W:

$$\text{Adoptamos: } \left. \begin{array}{l} \text{Cable dentro de caño o conductor enterrado} \\ \text{Terreno Humedo} \end{array} \right\} \rightarrow F_2 = 1,02;$$

FACTORES DE REDUCCIÓN PARA AGRUPAMIENTOS EN CAÑERÍAS Y CONDUCTOS ENTERRADOS:

$$\text{Adoptamos: } 1 \text{ Cable multipolar por caño} \left. \begin{array}{l} \text{Numero de circuito : 3} \\ \text{Separación : 0,5 m} \end{array} \right\} \rightarrow F_3 = 0,90;$$






FACTOR DE CORRECCIÓN PARA DIFERENTES PROFUNDIDADES DE TENDIDO

$$\text{Adoptamos: } \text{Profundidad: 0,5 m} \rightarrow F_4 = 1,02 \text{ A};$$

La corriente máxima admisible vale:

$$I_{adm} = \frac{I_{TN}}{F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4} = \frac{292,485 \text{ A}}{0,88 \times 1,02 \times 0,9 \times 1,02}$$

$$\underline{\underline{I_{adm} = 354,958 \text{ A}}}$$

Sección nominal	Método D1 Caño enterrado	Método D1 Caño enterrado	Método D2 Directamente enterrado	Método D2 Directamente enterrado	Método D2 Directamente enterrado
					
mm ²	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1,5	25	20	28	29	25
2,5	33	27	37	39	34
4	43	35	47	51	44
6	53	44	59	65	55
10	71	58	80	88	74
16	91	75	104	112	95
25	117	96	134	137	117
35	140	115	162	164	140
50	-	137	198	-	173
70	-	169	240	-	211
95	-	201	280	-	254
120	-	228	324	-	290
150	-	258	363	-	325
185	-	289	405	-	369
240	-	333	475	-	428
300	-	377	533	-	484

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ conductor tetrapolar en Caño enterrado (13)} \\ I'_{adm} = 354,958 \text{ A} \end{array} \right\} \rightarrow S_n = 185 \text{ mm}^2; I = 289 \text{ A}$$

Tendremos entonces 3 cables de 185 mm² con una $I'_{adm} = 867 \text{ A}$

La suma de corrientes admisibles que deben soportar los 3 cables es:

$$I_{adm} = 489,557 \text{ A} + 354,958 \text{ A} = 844,515 \text{ A}$$

$$I_{adm \text{ instalacion}} < I_{adm \text{ cables}}$$

$$844,515 \text{ A} < 867 \text{ A}$$

Vemos que verifica la instalación diseñada de esta manera.

CALCULO DE CONDUCTOR DE TABLERO DE COMANDO

Para interconectar el tablero de distribución con el tablero de comandos debemos calcular el conductor a instalar que soporte los 292,5 A de la nueva línea de producción. Detallamos nuevamente los factores de corrección utilizados:

FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA:

$$\text{Adoptamos: } \left\{ \begin{array}{l} \text{Temperatura de Servicio} = 70^\circ \\ \text{Temperatura del Terreno} = 35^\circ \end{array} \right\} \rightarrow F_1 = 0,88;$$

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA UNA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO DISTINTA DE 1 K·m/W:

$$\text{Adoptamos: } \left\{ \begin{array}{l} \text{Cable dentro de caño o conductor enterrado} \\ \text{Terreno Humedo} \end{array} \right\} \rightarrow F_2 = 1,02;$$

FACTORES DE REDUCCIÓN PARA AGRUPAMIENTOS EN CAÑERÍAS Y CONDUCTOS ENTERRADOS:

$$\text{Adoptamos: } 1 \text{ Cable multipolar por caño} \left\{ \begin{array}{l} \text{Numero de circuito : 2} \\ \text{Separación : 0,5 m} \end{array} \right\} \rightarrow F_3 = 0,95;$$






FACTOR DE CORRECCIÓN PARA DIFERENTES PROFUNDIDADES DE TENDIDO

$$\text{Adoptamos: } \text{Pr ofundidad : 0,5 m} \rightarrow F_4 = 1,02 \text{ A};$$

La corriente máxima admisible vale:

$$I_{adm} = \frac{I_{TN}}{F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4} = \frac{292,485 \text{ A}}{0,88 \times 1,02 \times 0,95 \times 1,02}$$

$$\underline{\underline{I_{adm} = 336,276 \text{ A}}}$$

Sección nominal	Método D1 Caño enterrado	Método D1 Caño enterrado	Método D2 Directamente enterrado	Método D2 Directamente enterrado	Método D2 Directamente enterrado
					
mm ²	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1,5	25	20	28	29	25
2,5	33	27	37	39	34
4	43	35	47	51	44
6	53	44	59	65	55
10	71	58	80	88	74
16	91	75	104	112	95
25	117	96	134	137	117
35	140	115	162	164	140
50	-	137	198	-	173
70	-	169	240	-	211
95	-	201	280	-	254
120	-	228	324	-	290
150	-	258	363	-	325
185	-	289	405	-	369
240	-	333	475	-	428
300	-	377	533	-	484

$$\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ conductores tetrapolar en Caño enterrado (13)} \\ I'_{adm} = 336,278 \text{ A} \end{array} \right\} \rightarrow S_n = 95 \text{ mm}^2; I = 201 \text{ A}$$

Tendremos entonces 2 cables de 95 mm² con una $I'_{adm} = 402 \text{ A}$

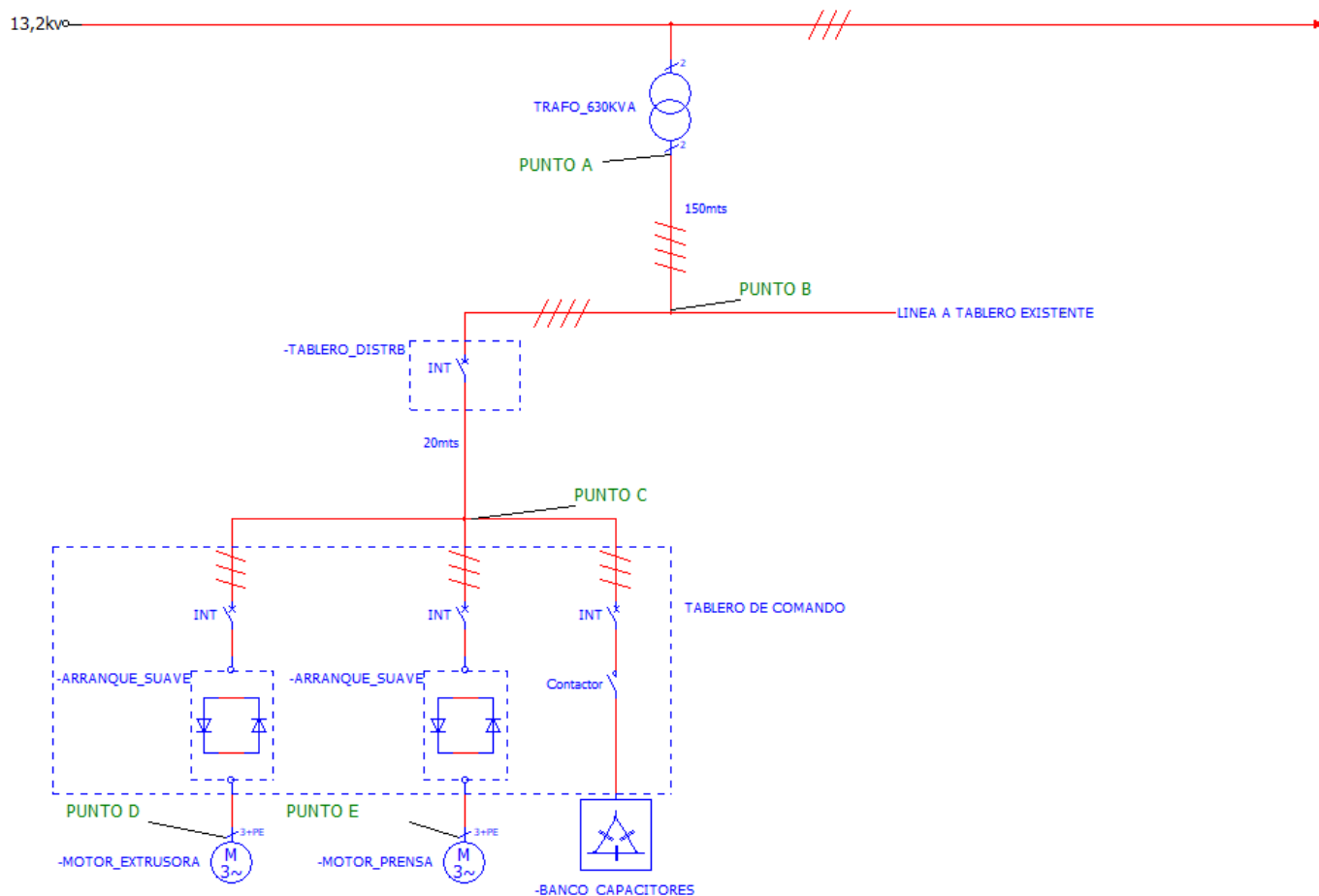
$$I_{adm \text{ instalacion}} < I_{adm \text{ cables}}$$

$$336,278 \text{ A} < 402 \text{ A}$$

Determinación de las corrientes de cortocircuitos:

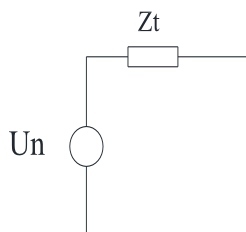
Para verificar la instalación existente y para obtener los datos de I_{cc} para la selección de los nuevos elementos determinaremos las I_{cc} en 4 puntos de la instalación ubicados según el esquema siguiente:

Circuito eléctrico:



Determinemos los lcc en los distintos puntos del circuito:

- **Punto A: Salida del Trafo (dato del trafa $\mu_{cc} = 4\%$)**



$$\mu_{cc\%} = \frac{U_{cc}}{(U_n/\sqrt{3})} \times 100 = \frac{I_n \times Z_{cc}}{(U_n/\sqrt{3})} \times 100 \rightarrow Z_{cc} = \frac{\mu_{cc\%}}{100} \times \frac{U_n}{\sqrt{3} \times I_n} \times \frac{U_n}{U_n}$$

$$Z_t = \frac{\mu_{cc\%}}{100} \times \frac{U_n^2}{S_n} = \sqrt{Rt^2 + Xt^2} \cong jXt$$

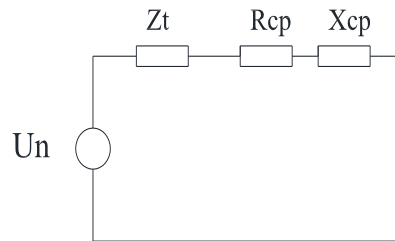
$$Z_t = 0,04 \times \frac{(380 V)^2}{630 KVA}$$

$$\underline{Z_t = 9,168 m\Omega \cong jX_t}$$

$$I_{ccA} = \frac{Un}{Z_t} \cong \frac{Un}{jX_t} = \frac{380 V / \sqrt{3}}{9,168 m\Omega}$$

$$\underline{I_{ccA} = 23,926 KA \cong 24 KA}$$

- **Punto B: Aguas arriba del tablero de distribución.**



El cable principal son 3 conductores tetrapolares de 185 mm², que vienen del trafo, calculamos la resistencia y la reactancia.

$$\left. \begin{aligned} R_p &= 0,121 \Omega/km \\ X_p &= 0,072 \Omega/Km \end{aligned} \right\}$$

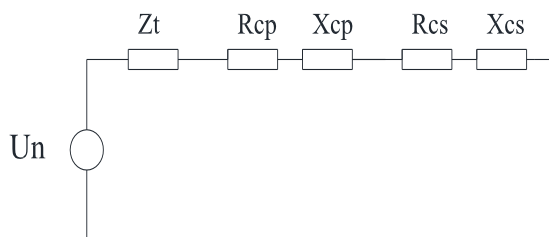
$$R_{cp} = \frac{R_p}{3} \times L_{cp} = \frac{0,121 \Omega/km}{3} \times 0,15 Km \times \frac{1000 m\Omega}{1 \Omega} = \underline{6,05 m\Omega};$$

$$X_{cp} = \frac{X_p}{3} \times L_{cp} = \frac{0,072 \Omega/Km}{3} \times 0,15 Km \times \frac{1000 m\Omega}{1 \Omega} = \underline{3,6 m\Omega};$$

$$I_{ccB} = \frac{Un}{Z_t} \cong \frac{Un}{jX_t + R_{cp} + jX_{cp}} = \frac{380 V / \sqrt{3}}{\sqrt{(6,05 m\Omega)^2 + (9,168 m\Omega + 3,6 m\Omega)^2}}$$

$$\underline{I_{ccB} = 15,528 KA \cong 16 KA}$$

- **Punto C: Tablero de comando a 20mts de distancia del tablero de distribución antes del tablero de comando.**



Hay instalados dos cables tetrapolares de 95 mm², que unen el tablero de distribución con el nuevo tablero de comando que instalaremos para las nuevas máquinas, calculamos la resistencia y la reactancia.

$$\left. \begin{aligned} R_s &= 0,232 \text{ } \Omega/\text{km} \\ X_s &= 0,0733 \text{ } \Omega/\text{km} \end{aligned} \right\}$$

$$R_{cs} = \frac{R_s}{2} \times L_{cs} = \frac{0,232 \text{ } \Omega/\text{km}}{2} \times 0,02 \text{ Km} \times \frac{1000 \text{ m}\Omega}{1 \Omega} = \underline{2,32 \text{ m}\Omega};$$

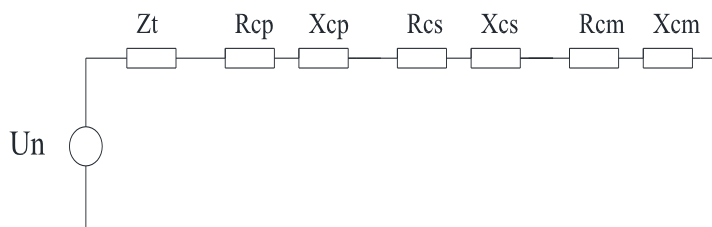
$$X_{cs} = \frac{X_s}{2} \times L_{cs} = \frac{0,139 \text{ } \Omega/\text{km}}{2} \times 0,02 \text{ Km} \times \frac{1000 \text{ m}\Omega}{1 \Omega} = \underline{1,39 \text{ m}\Omega};$$

$$I_{ccC} = \frac{U_n}{Z_t} \cong \frac{U_n}{jX_t + R_{cp} + jX_{cp} + R_{cs} + jX_{cs}}$$

$$I_{ccC} = \frac{380 \text{ V} / \sqrt{3}}{\sqrt{(6,05 \text{ m}\Omega + 2,32 \text{ m}\Omega)^2 + (9,168 \text{ m}\Omega + 3,6 \text{ m}\Omega + 1,39 \text{ m}\Omega)^2}}$$

$$\underline{I_{ccC} = 13,339 \text{ KA} \cong 13,5 \text{ KA}}$$

- **Punto D: es el punto antes de los bornes de conexión del motor de extrusora.**



El cable con que alimentamos la extrusora son 3 cables unipolares de 120 mm², calculamos la resistencia y la reactancia.

$$\left. \begin{aligned} R_m &= 0,194 \ \Omega/km \\ X_m &= 0,139 \ \Omega/Km \end{aligned} \right\}$$

$$R_{cm} = R_m \times L_{cm} = 0,194 \ \Omega/km \times 0,02 \ Km \times \frac{1000 \ m\Omega}{1 \ \Omega} = \underline{3,88 \ m\Omega};$$

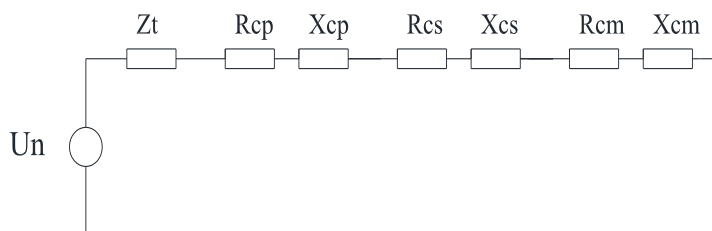
$$X_{cm} = X_m \times L_{cm} = 0,139 \ \Omega/km \times 0,02 \ Km \times \frac{1000 \ m\Omega}{1 \ \Omega} = \underline{2,78 \ m\Omega};$$

$$I_{ccD} = \frac{Un}{Z_t} \cong \frac{Un}{jX_t + R_{cp} + jX_{cp} + R_{cs} + jX_{cs} + R_m + jX_m}$$

$$I_{ccD} = \frac{380 \ V/\sqrt{3}}{\sqrt{(6,05 \ m\Omega + 2,32 \ m\Omega + 3,88 \ m\Omega)^2 + (9,168 \ m\Omega + 3,6 \ m\Omega + 1,39 \ m\Omega + 2,78 \ m\Omega)^2}}$$

$$\underline{I_{ccD} = 12,454 \ KA \cong 12,5 \ KA}$$

- **Punto E: es el punto antes de los bornes de conexión del motor de Prensa.**



El cable con que alimentamos la prensa son 3 cables unipolares de 70 mm², calculamos la resistencia y la reactancia.

$$\left. \begin{aligned} R_m &= 0,326 \ \Omega/km \\ X_m &= 0,143 \ \Omega/Km \end{aligned} \right\}$$

$$R_{cm} = R_m \times L_{cm} = 0,326 \ \Omega/km \times 0,02 \ Km \times \frac{1000 \ m\Omega}{1 \ \Omega} = \underline{6,52 \ m\Omega};$$

$$X_{cm} = X_m \times L_{cm} = 0,143 \ \Omega/km \times 0,02 \ Km \times \frac{1000 \ m\Omega}{1 \ \Omega} = \underline{2,86 \ m\Omega};$$

$$I_{ccE} = \frac{Un}{Z_t} \cong \frac{Un}{jX_t + R_{cp} + jX_{cp} + R_{cs} + jX_{cs} + R_m + jX_m}$$

$$I_{ccE} = \frac{380 V / \sqrt{3}}{\sqrt{(6,05 m\Omega + 2,32 m\Omega + 6,52 m\Omega)^2 + (9,168 m\Omega + 3,6 m\Omega + 1,39 m\Omega + 2,86 m\Omega)^2}}$$

$$I_{ccE} = 11,889 KA \cong 12 KA$$

Detalle de las corrientes de cortocircuito en los puntos seleccionados.

<u>Punto</u>	<u>Descripcion</u>	<u>Valor en kA</u>
A	A la salida del Trafo	24
B	Aguas arriba del tablero de distribución	16
C	Tablero de comando a 20mts del tablero de distribución	13,5
D	Antes de los bornes de conexión de la extrusora	12,5
E	Antes de los bornes de conexión de la prensa	12

DETALLE DE INTERRUPTORES SELECCIONADOS:

INTERRUPTOR EN TABLERO DE DISTRIBUCION INSTALADO PARA LAS MAQUINAS DE LA LINEA EN FUNCIONAMIENTO:

Icc: 16 KA.

In: 425 A.

COMPACT NSX630F:

- 4P
- I: 630 A.
- Icu: 36 KA.
- Ref: LV432815.

PUNTO B: INTERRUPTOR QUE SE AGREGA EN TABLERO DE DISTRIBUCION PARA LA NUEVA INSTALACION:

Icc: 16 KA.

In: 292 A.

COMPACT NSX400F CON BLOQUE VIGI: (agregamos protección diferencial):

- 4P.
- I: 325 A.
- Icu: 36 KA.
- Ref.: LV432677.
- Protección diferencial regulado a 300mA y temporización en 310ms.
- Ref. bloque LV433932.

PUNTO C: INTERRUPTOR PARA LINEA DE ALIMENTACION A EXTRUSORA:

I: 173 A.

Icc: 13,5 KA.

NSX250B:

- I: 200 A.
- Icu: 25 KA.
- Ref.: LV431395.

PUNTO C: INTERRUPTOR PARA LINEA DE ALIMENTACION A PRENSA:

I: 120 A.

Icc: 13,5 KA.

NSX160B

- I: 125 A.
- Icu: 25 KA.
- Ref.:LV433820.

CAPACITORES

50 KVAR

Icc: 13,5 KA.

CONTACTOR: LC1DWK12M7.

INT. AUTOMATICO:

- C120H Curva D.
- Icu: 15 KA.
- Ref.: A9N18514.

Verificamos selectividad de Interruptores:

Según la tabla de selectividad encontramos que el INT NSX400F no es selectivo con el INT NSX250B, por esto debemos pasar a un interruptor más grande. Por ende seleccionamos:

COMPACT NSX630F CON BLOQUE VIGI: (agregamos protección diferencial)

- 4P.
- I: 320 A.
- Icu: 36 KA.
- Ref.: LV432815.
- Protección diferencial regulado a 300mA y temporización en 310ms.
- Ref. bloque LV433932.

Selectivity table

Upstream: Compact NSX400-630 Micrologic

Downstream: iDPN, iC40, iC60, C120, NG125, Compact NSXm, Compact NSX100-400

Ue ≤ 440 V AC

Upstream		NSX400F/NH/S/L/R					NSX630F/NH/S/L/R				
Trip unit		Micrologio [1]					Micrologio [1]				
Downstream	Rating (A)	400					630				
	Setting Ir	180	200	250	320	400	250	320	400	500	630
Selectivity limit (kA)											
IDPN, IDPN N		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
IC40, IC40N		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
IC80N/H/L		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
C120N/H	≤ 80	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	100		T	T	T	T	T	T	T	T	T
	125			T	T	T	T	T	T	T	T
NG125N/H/L	≤ 80	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	100		T	T	T	T	T	T	T	T	T
	125			T	T	T	T	T	T	T	T
Compact NSXm	≤ 100	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	E/B/F/NH		T	T	T	T	T	T	T	T	T
	TM-D			T	T	T	T	T	T	T	T
Compact NSXm	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	E/B/F/NH		T	T	T	T	T	T	T	T	T
	Micrologic 4.1		T	T	T	T	T	T	T	T	T
Compact NSX100	≤ 80	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	B/F/NH/S/L/R		T	T	T	T	T	T	T	T	T
	TM-D			T	T	T	T	T	T	T	T
Compact NSX180	≤ 100	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	B/F/NH/S/L		T	T	T	T	T	T	T	T	T
	TM-D			T	T	T	T	T	T	T	T
Compact NSX250	≤ 100	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	T	T	T	T	T
	125		4.8	4.8	4.8	4.8	T	T	T	T	T
	B/F/NH/S/L/R			4.8	4.8	4.8	T	T	T	T	T
	TM-D				4.8	4.8		T	T	T	T
Compact NSX100	40	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	B/F/NH/S/L/R		T	T	T	T	T	T	T	T	T
	Micrologic			T	T	T	T	T	T	T	T
	180				T	T	T	T	T	T	T
Compact NSX250	≤ 100	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	T	T	T	T	T
	180			4.8	4.8	4.8	T	T	T	T	T
	B/F/NH/S/L/R					4.8		T	T	T	T
Compact NSX400	180						6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
	200							6.9	6.9	6.9	6.9
	F/NH/S/L/R								6.9	6.9	6.9
	Micrologic									6.9	6.9
	400									6.9	6.9

4 Selectivity limit = 4 kA.

T Total selectivity, up to the breaking capacity of the downstream circuit breaker.

No selectivity.



Complementary technical information

www.schneider-electric.com

Selectivity table

Upstream: Compact NSX100-250 Micrologic

Downstream: iDPN, iC40, iC60, C120, NG125, Compact NSXm

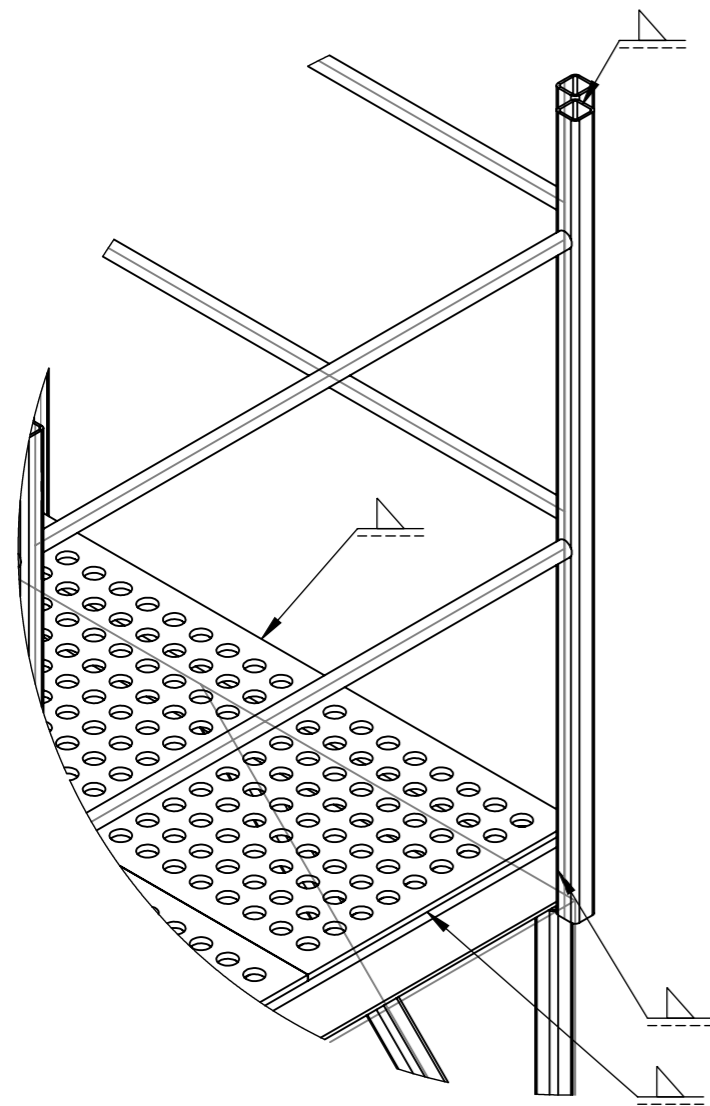


Ue ≤ 440 V AC [1]

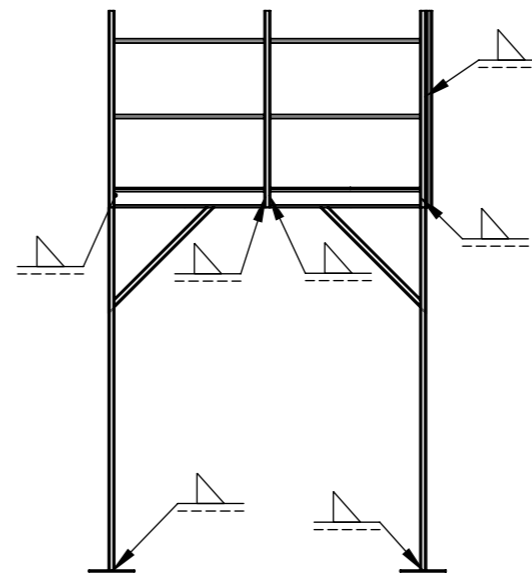
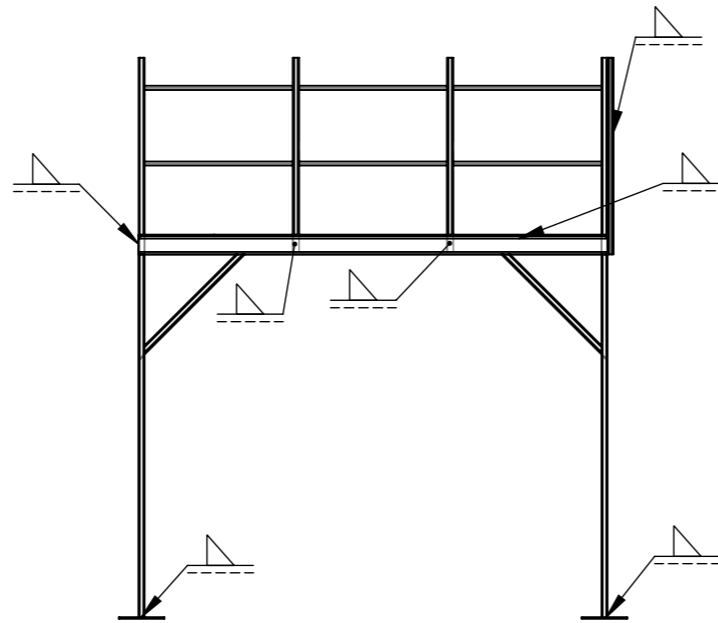
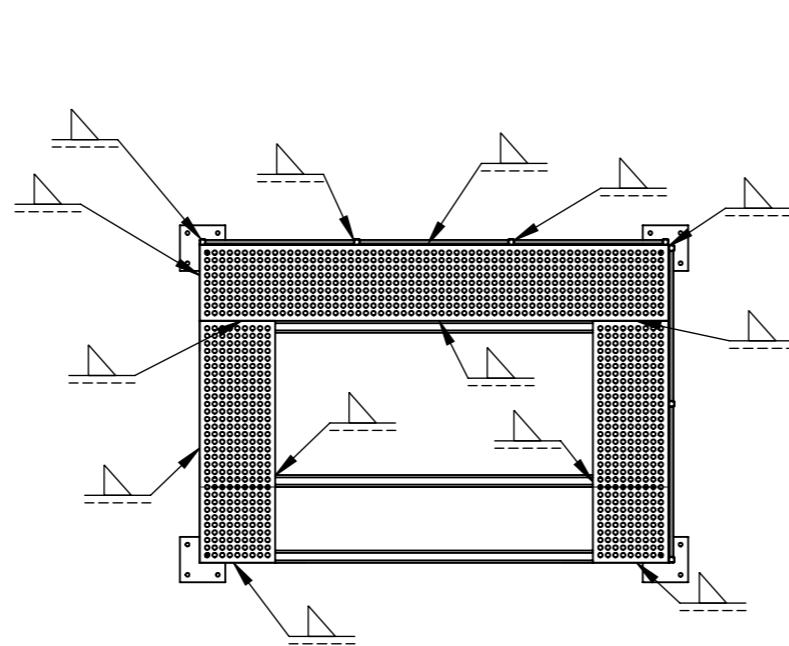
Upstream		NSX100B/F/N/H/S/L/R				NSX160B/F/N/H/S/L				NSX250B/F/N/H/S/L/R							
Trip unit		Micrologiq [2]				Micrologiq [2]				Micrologiq [2]							
Downstream	Rating (A)	40				100				160				250			
	Setting Ir	16	25	32	40	40	63	80	100	80	100	125	160	160	200	250	
	Selectivity limit (kA)																
IDPN	≤ 10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	13-18		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	IDPN N			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	IDPN N Vigl	20			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	IDPN H Vigl	25				T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
All curves	32					T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	40						T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	IC40	≤ 10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	IC40 N	13-18		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	ICV40	20			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
ICV40 N	25				T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	ICV40 H (≤32)	32					T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	All curves	40						T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	IC60NH	≤ 10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	Curves B, C, D	13-18		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
IC80 L	20			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	25				T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	32					T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	40						T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	60							6	6	T	T	T	T	T	T	T	
Curves B-C-D-K-Z	83							6	6	T	T	T	T	T	T	T	
	IC90 RCBO	≤ 10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	Curves B, C	16		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	20			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	25				T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
C120N/H	32							T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	83								1.5		2.4	2.4	2.4	2.4	T	T	
	80										2.4	2.4	2.4	2.4	T	T	
	100											2.4	2.4	2.4	T	T	
	125												2.4	2.4	T	T	
NG125N/H/L	Curves B, C, D	≤ 20			0.6	0.6	1.5	1.5	1.5	1.5	T	T	T	T	T	T	
	25						1.5	1.5	1.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	T	T	
	32						1.5	1.5	1.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	T	T	
	40						1.5	1.5	1.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	T	T	
	60							1.5	1.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	T	T	
	83								1.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	T	T	
	80										2.4	2.4	2.4	2.4	T	T	
	100 (N)											2.4	2.4	2.4	T	T	
	125 (N)												2.4	2.4	T	T	
	Compact NSXm	E/B/F/N/H	16				0.6	1.5	1.5	1.5	2.4	2.4	2.4	2.4	T	T	T
TM-D		25					1.5	1.5	1.5	2.4	2.4	2.4	2.4	T	T	T	
32							1.5	1.5	1.5	2.4	2.4	2.4	2.4	T	T	T	
40							1.5	1.5	1.5	2.4	2.4	2.4	2.4	T	T	T	
60								1.5	1.5	2.4	2.4	2.4	2.4	T	T	T	
83									1.5	2.4	2.4	2.4	2.4	T	T	T	
80											2.4	2.4	2.4	T	T	T	
100												2.4	2.4	T	T	T	
Compact NSXm	E/B/F/N/H	25					1.5	1.5	1.5	2.4	2.4	2.4	2.4	T	T	T	
	Micrologic 4.1	60						1.5	1.5	2.4	2.4	2.4	2.4	T	T	T	
	100											2.4	2.4	T	T	T	
	180														T	T	

- Selectivity limit = 4 kA.
- Total selectivity, up to the breaking capacity of the downstream circuit breaker.
- No selectivity.

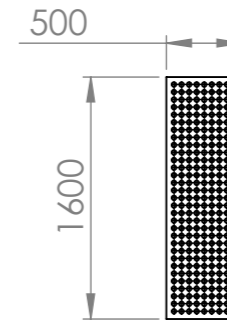
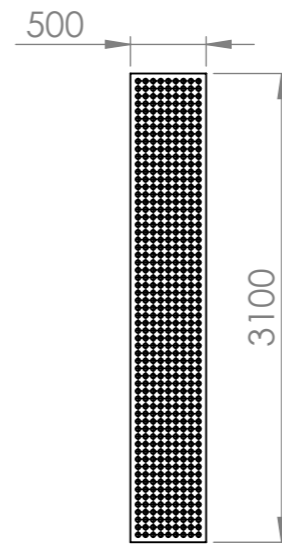
Notes: respect the basic rules of selectivity, in terms of overload, short-circuit, ground fault and earth leakage when applicable see page A-2, or check curves with Schneider Electric online "Electrical calculation tools".
 [1] 220V-240V for IDPN vigl & IC60 RCBO
 [2] Applicable for all "Distribution" Micrologic of Compact NSX range: 2.2, 4.2, 5.2, 6.2, 7.2. For 4.2 and 7.2 selectivity rules for RCD apply in addition. Applicable for Generators and Service connection (G and AB type) Micrologic of Compact NSX range but curves shall be checked. Not applicable for "Motor" Micrologic of Compact NSX range ("M" type).



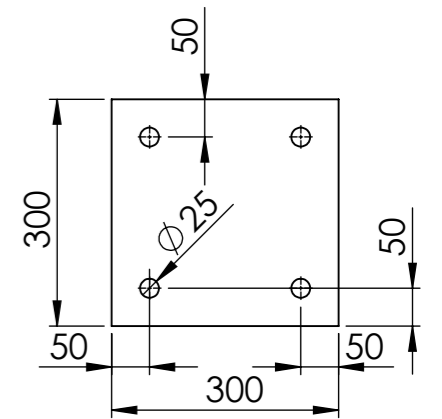
DETALLE A
ESCALA 1 : 10



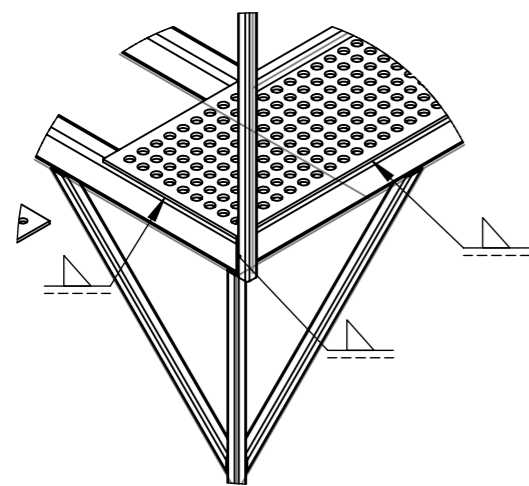
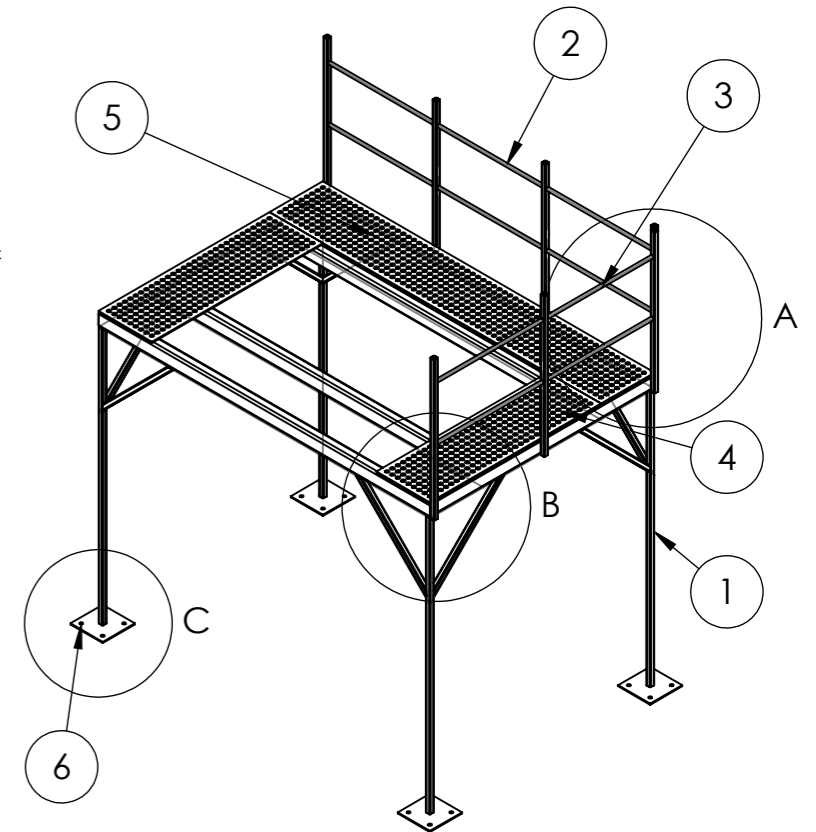
Piso 2
Escala 1 : 50



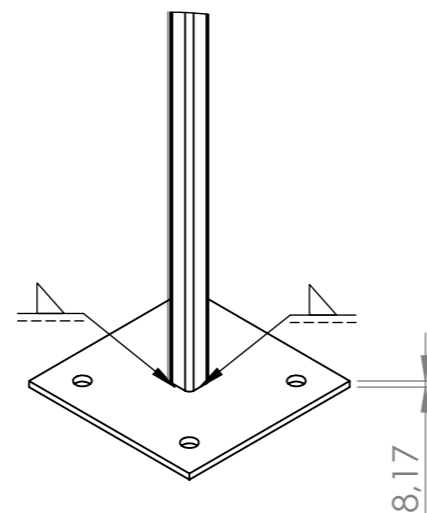
Piso 1
Escala 1 : 50



Soporte de Pata
Escala 1 : 10



DETALLE B
ESCALA 1 : 20



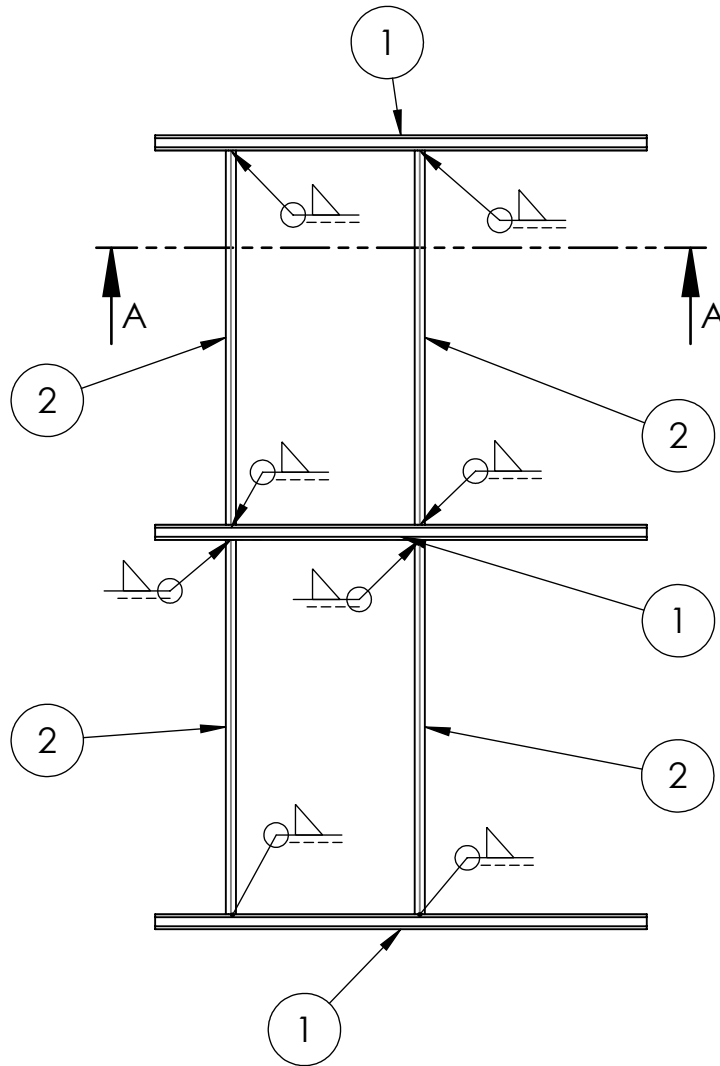
DETALLE C
ESCALA 1 : 10

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Prueba de estructura		1
2	prueba de baranda		1
3	prueba de baranda lateral		1
4	piso 1		2
5	piso 2		1
6	Soporte de piso		4

NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:
DIBUJ.			Ensamblaje Estructural
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			
MATERIAL:			N.º DE DIBUJO
PESO:			ESCALA: 1:50
			HOJA 1 DE 1



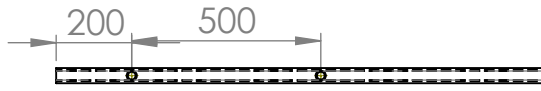
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 20



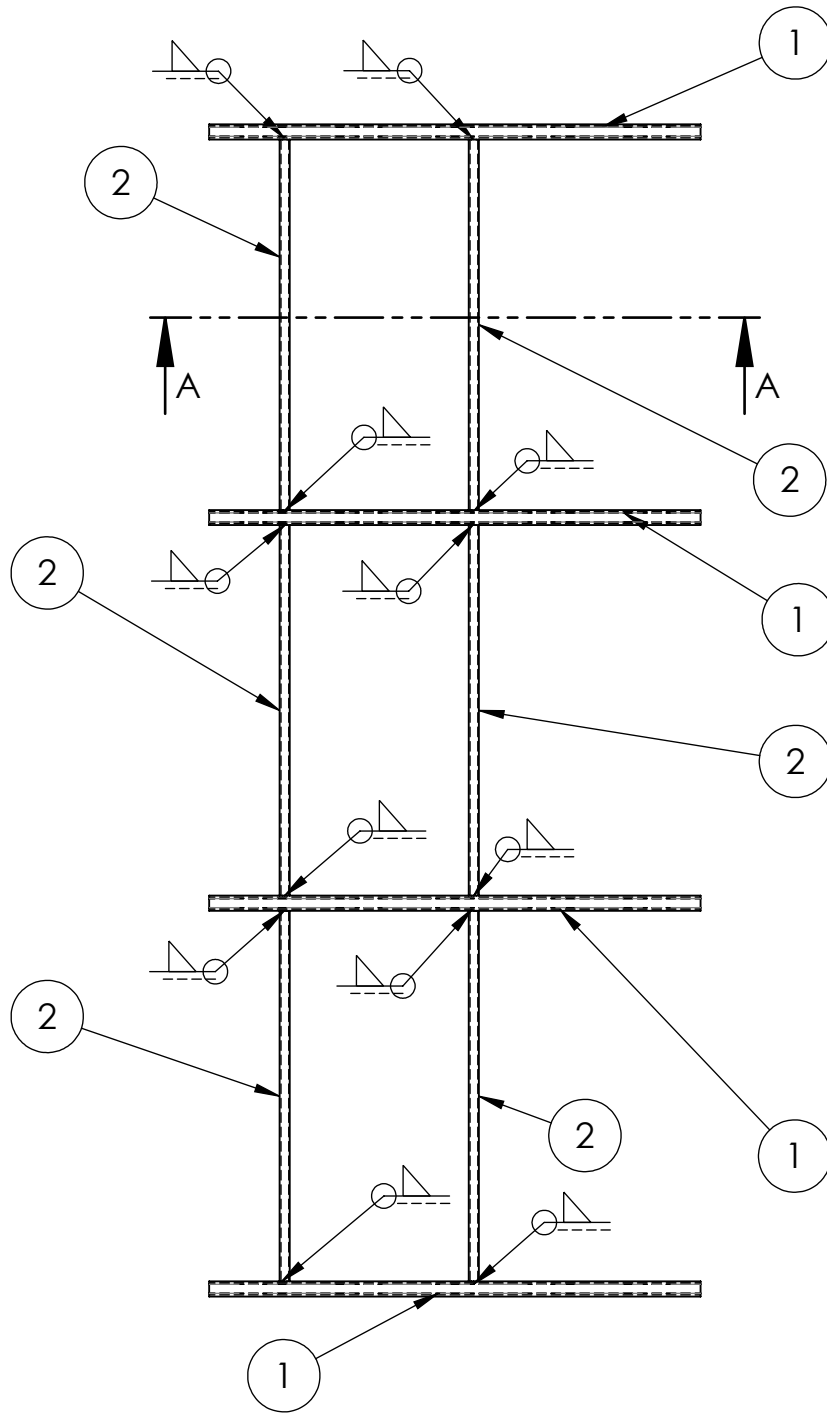
N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD
1	3	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1300
2	4	PIPE 26,90 X 3.2	990

	NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO:
DIBUJ.							
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
CALID.					MATERIAL:		
					PESO:		
						ESCALA: 1:10	
							HOJA 1 DE 1

N.º DE DIBUJO: prueba de baranda lateral

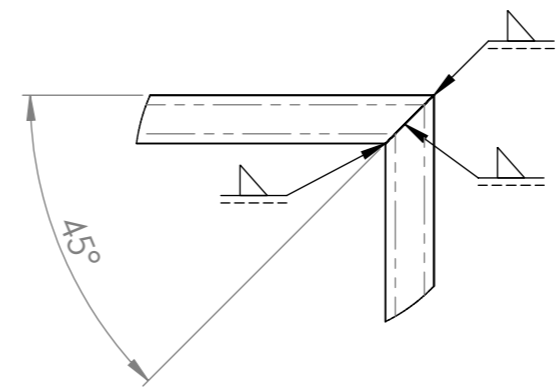
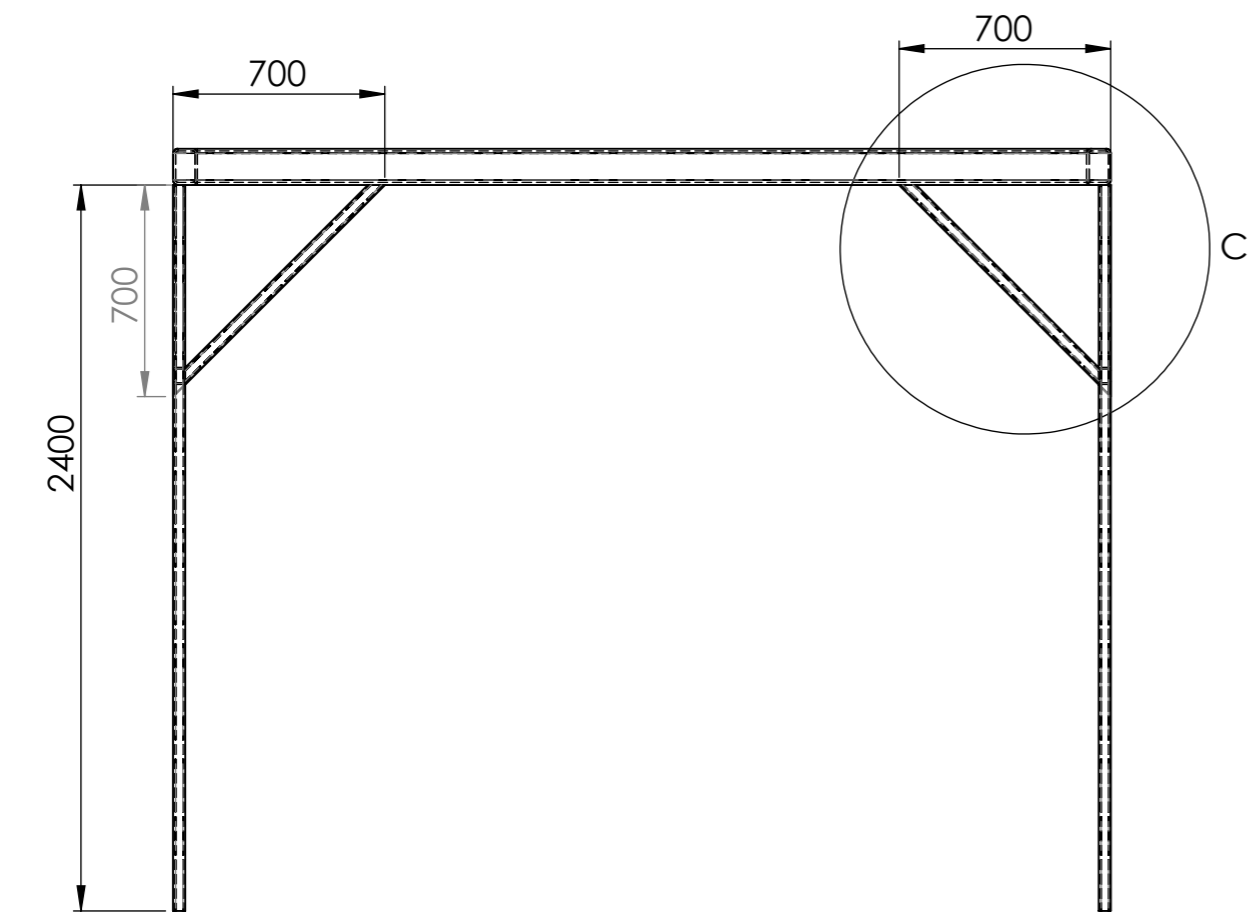
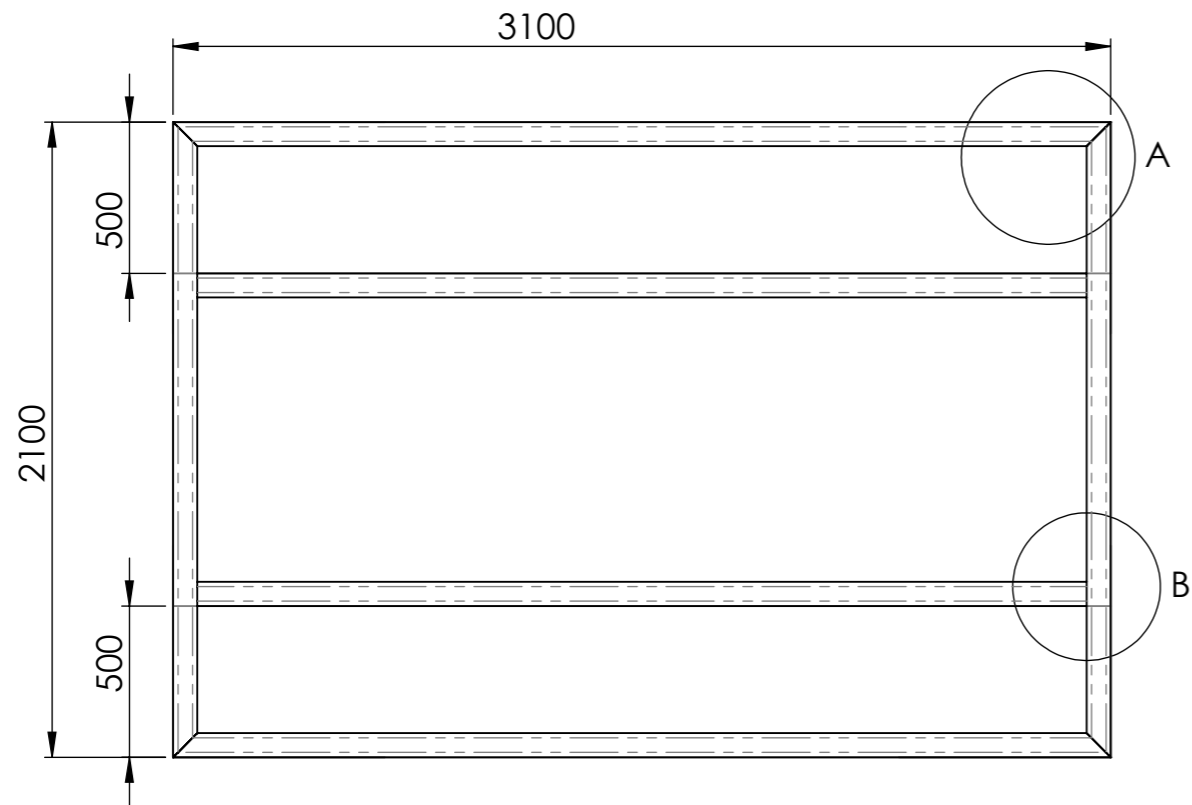


SECCIÓN A-A

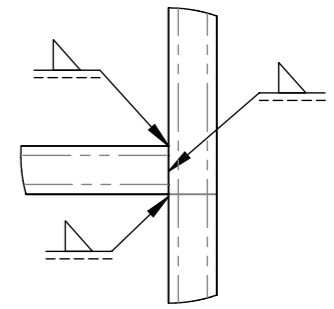


N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD
1	4	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1300
2	6	PIPE 26,90 X 3.2	980

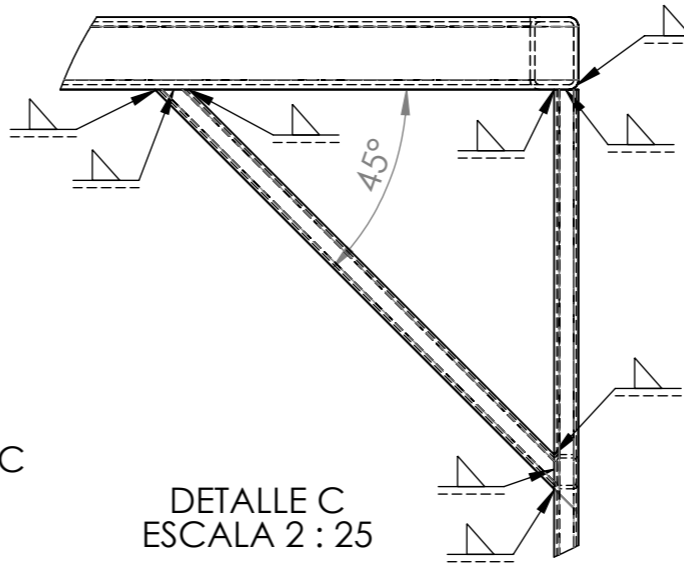
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:
DIBUJ.					
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO
					prueba de baranda
				PESO:	ESCALA: 1:20
					HOJA 1 DE 1



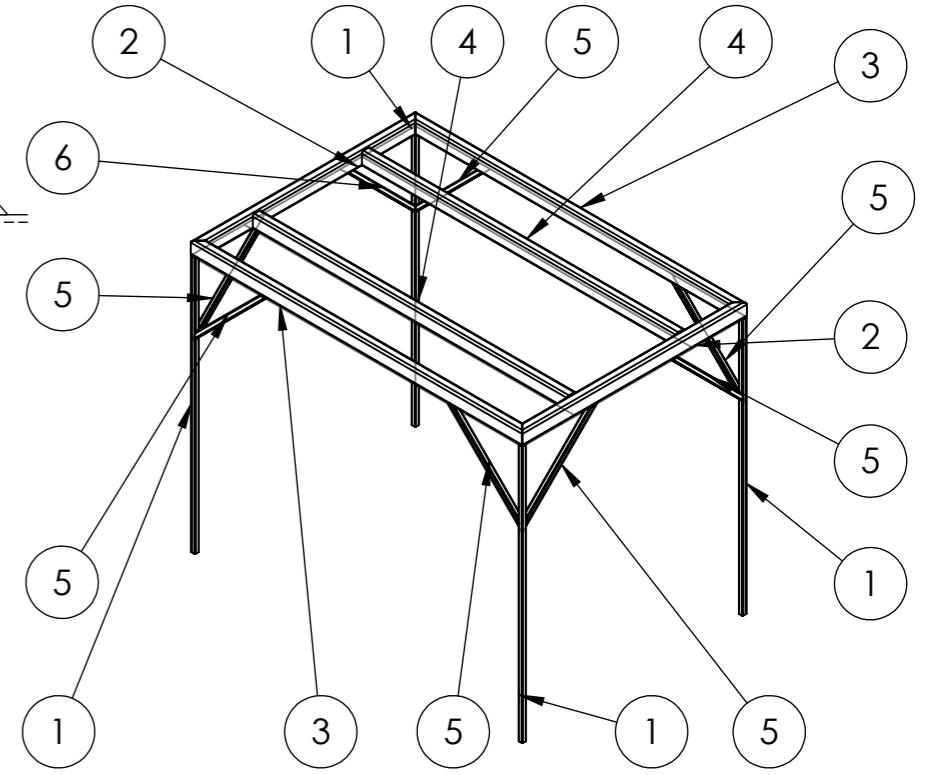
DETALLE A
ESCALA 2 : 25



DETALLE B
ESCALA 2 : 25



DETALLE C
ESCALA 2 : 25



N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁNGULO1	ÁNGULO2
1	4	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	2400	0.00	0.00
2	2	TUBE, RECTANGULAR 120 X 80 X 8	2100	45.00	45.00
3	2	TUBE, RECTANGULAR 120 X 80 X 8	3100	45.00	45.00
4	2	TUBE, RECTANGULAR 120 X 80 X 8	2940	0.00	0.00
5	7	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	933.38	45.00	45.00
6	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	933.38	45.00	45.00

NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.		MATERIAL:	N.º DE DIBUJO
			Prueba de estructura
		PESO:	ESCALA:1:50
			HOJA 1 DE 1